

MÔ PHỎNG QUÁ ĐIỆN ÁP KHÍ QUYỂN TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN QUA PHẦN MỀM NECTOMAC CỦA SIEMENS

Ths. Nguyễn Anh Tăng

Bộ Môn Điện Công Nghiệp

Khoa Điện – Điện tử

TỔNG QUAN:

Sét đánh vào đường dây tải điện trên không là nguyên nhân gây ra quá trình lan truyền sóng dọc theo đường dây và truyền vào trạm và ở đây chúng gây ra quá điện áp mà có thể gây ra mối nguy hiểm cho bất cứ thiết bị nào kết nối vào trạm, như là cáp điện lực hoặc các máy biến áp. Với việc sử dụng các chống sét van oxyd kim loại, những quá điện áp này sẽ được giảm xuống tới một biên độ an toàn, là dưới mức cách điện của các thiết bị mà nó đặt vào. Bài viết này mô tả các mối quan hệ cơ bản cho việc tính toán các quá điện áp khí quyển gây ra, các mô hình dùng cho việc chẩn đoán, khảo sát và đưa ra một ví dụ minh họa từ việc mô phỏng trực quan bằng việc sử dụng phần mềm NETOMAC của hãng SIEMENS [1].

I. CÁC LOẠI SÉT ĐÁNH:

Trong việc tính toán quá điện áp mà xảy ra sau khi sét đánh vào đường dây truyền tải, cần một sự phân biệt được thiết lập từ 3 loại hình sét đánh này. Đó là:

1. Sét đánh từ xa:

Sét đánh từ xa không xảy ra ngay lập tức tại vùng lân cận của thiết bị đóng cắt. Sét đánh từ xa gây ra một sóng lan truyền mà được mô phỏng bởi 1 điện áp xung sét với thời gian đầu sóng là $1,2 \mu s$ và thời gian chiều dài sóng là $50 \mu s$. Các sóng lan truyền tới thiết bị đóng cắt, và nó được cho rằng giá trị biên độ thấp hơn điện áp phóng điện của cách điện của đường dây trên không. Vì thế, sét đánh từ xa không dẫn đến bất cứ một phóng điện nào ở cách điện đường dây ngay lập tức gần nơi thiết bị đóng cắt. Biên độ của các sét này (90% giá trị điện áp chịu đựng) được tính toán từ 50% giá trị điện áp phóng điện của cách điện, lấy giá trị độ lệch chuẩn $\sigma = 0,03$ đối với các điện áp xung sét. [2]

$$U_{90} = U_{50} * (1 + 1,3 * \sigma) \quad (1)$$

Ví dụ mô phỏng của việc sét đánh từ xa với biên độ là 1600kV đối với hệ thống 230kV được minh họa trong hình 1a.

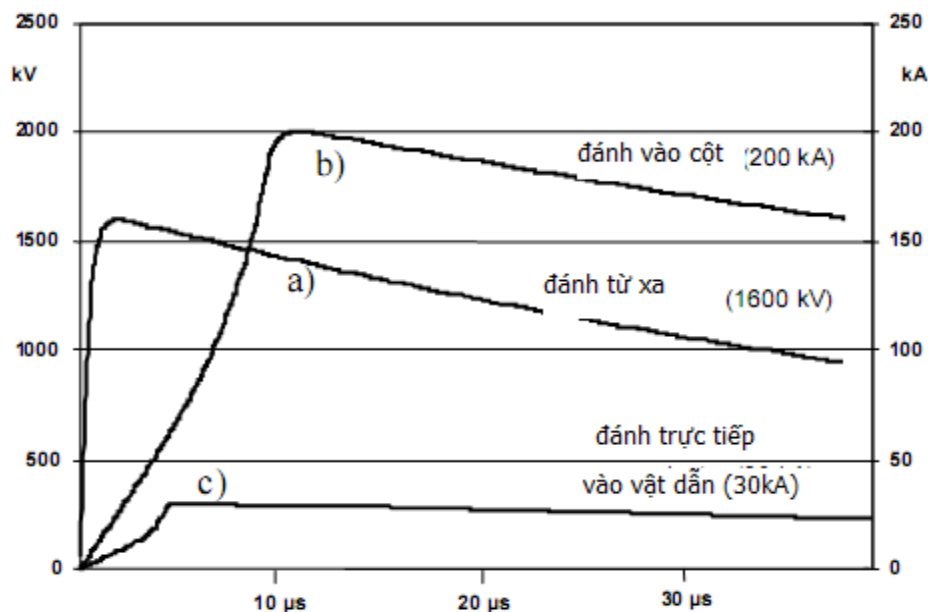
2. Sét đánh vào các cột đường dây trên không:

Khi sét đánh trực tiếp vào cột đường dây trên không làm gia tăng điện thế của cột và phụ thuộc vào mức điện trở bước và mức cách điện của đường dây trên không, dẫn đến

Thảo luận chuyên môn Khoa Điện-Điện tử

phóng điện ngược lại từ cột tới đường dây. Những phóng điện ngược này là do các sóng lan truyền dọc qua các dây dẫn tới thiết bị đóng cắt.

Mô phỏng của sét đánh này có dạng sóng lồi trong khi tăng và được mô tả trong [3] với thời gian tới giá trị nửa xấp xỉ $100 \mu s$. Đối với biên độ của dòng sét, giá trị lớn nhất là $200kA$ khi sét đánh vào mức đất sẽ được cho là trường hợp tệ nhất [3]. Hình 1b mô tả dòng sét với giá trị là $200kA$.



Hình 1: Mô phỏng dòng và áp của sét.

3. Ảnh hưởng của khu vực xung quanh sét khi đánh vào phần dẫn điện của đường dây trên không:

Biên độ dòng điện sét khi đánh vào vật dẫn trên đường dây bị ảnh hưởng lớn của hình dạng của cột và ảnh hưởng của dây chống sét trên không. Các cột cao cộng với khoảng cách vật dẫn rộng và góc bảo vệ từ dây chống sét trên không sẽ dẫn tới các dòng sét đánh trực tiếp lên dây dẫn sẽ cao hơn. Do đó, biên độ của dòng điện sét cũng được tính như là một hàm của hình dạng cột đối với các đường dây trên không. Thông thường, dòng điện sét dao động trong khoảng từ $10kA$ đến $60kA$. Tương tự như sét đánh vào cột, dạng sóng lồi cũng xảy ra trong khi tăng, với thời gian tới giá trị nửa xấp xỉ là $100 \mu s$. Một ví dụ của dạng sóng có cường độ dòng là $30kA$ như trong hình 1.

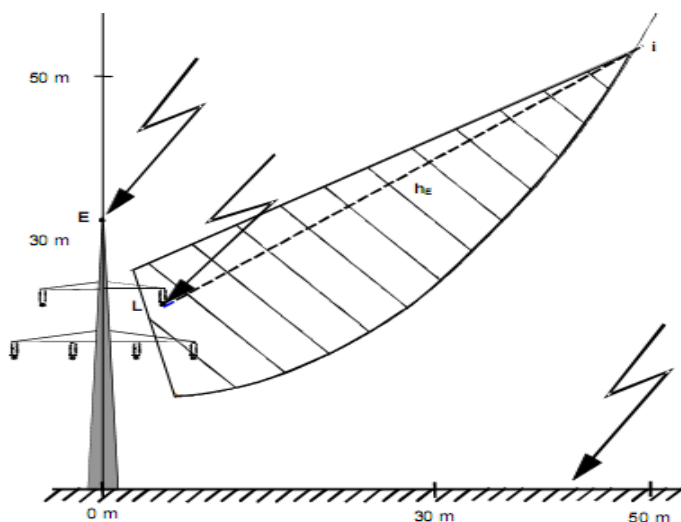
II. DÒNG ĐIỆN SÉT LỚN NHẤT KHI SÉT ĐÁNH TRỰC TIẾP VÀO DÂY DẪN

Biên độ lớn nhất của dòng điện sét khi sét đánh trực tiếp vào dây dẫn có ảnh hưởng rất lớn đến hình dạng của cột. Công thức tính toán dòng điện này được dựa vào mô phỏng hình học trong hình 2 [3,4].

Đồ thị hình parabol vẽ trên hình 2 nhằm thay thế cho các cung cong của các khoảng cách bằng nhau từ dây dẫn và từ đất phụ thuộc vào thông số của cột, như là chiều cao tính từ mặt đất của dây dẫn và dây chống sét, và độ võng của dây dẫn so với dây chống sét,. Vì thế, khi sét đánh vào bên phải parabol này thì sẽ đánh vào đất, và sét đánh vào

Thảo luận chuyên môn Khoa Điện-Điện tử

bên trái của parabol thì sẽ đánh vào cột. Để xác định sự phân chia khu vực mà liên quan đến sét đánh trực tiếp vào dây dẫn trên không, đường trung trực của đường thẳng nối dây chống sét (E) và đường dây trên không (L).



Hình 2: Mô hình điện hình học dùng để tính toán dòng điện sét đánh trực tiếp lớn nhất.

Chỉ khu vực được gạch chéo được tạo ra bởi đường trung trực và parabol có thể được xem như là khu vực sét có thể đánh trực tiếp vào dây dẫn. Dòng điện sét lớn nhất có thể I trong trường hợp sét đánh trực tiếp vào dây dẫn có thể được tính toán theo quan hệ sau:

$$h_E = 8 * I^{0.65} \quad (2)$$

Trong đó h_E được xác định bởi chiều dài của phần đường dây trên không (L) và giao điểm (i) của đường trung trực với parabol.

III. MÔ HÌNH PHÓNG ĐIỆN CỦA PHÂN CÁCH ĐIỆN:

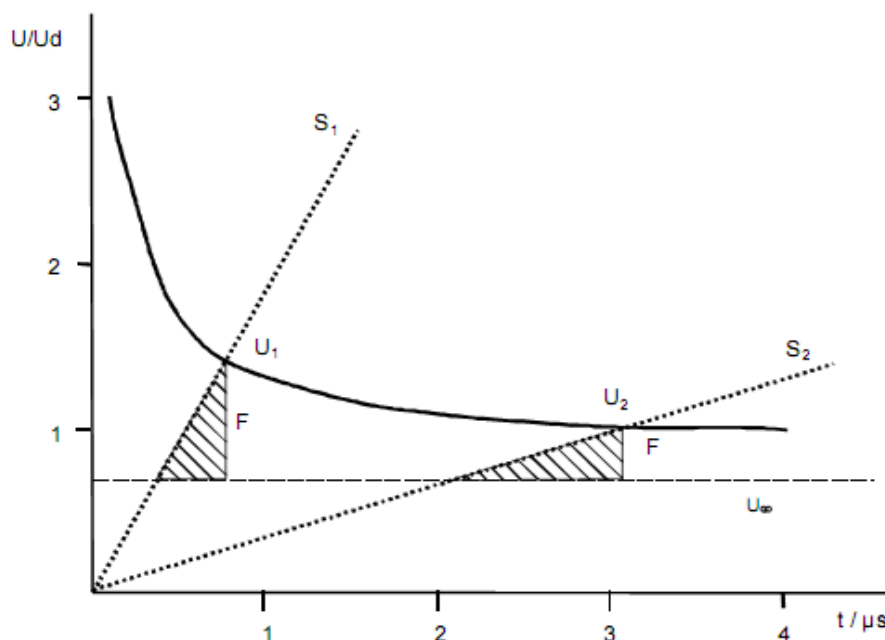
Đặc tính phóng điện của cách điện được mô tả với điện áp phóng điện 50%. Hình 3 mô tả đặc tính cơ bản của điện áp phóng điện 50% là một hàm biến thiên theo thời gian.

Trong đó, điện áp cao trong khoảng thời gian ngắn hoặc điện áp thấp trong khoảng thời gian dài dẫn đến phóng điện ở đối tượng thử nghiệm ở một nửa xung bao gồm cả hai thành phần chu kỳ và không chu kỳ.

Đối với việc mô phỏng đặc trưng phóng điện của cách điện, chỉ tiêu thiết kế Kind [5] được áp dụng cho việc tính toán với NETOMAC. Khi điện áp hiện tại ở cách điện vượt qua giá trị điện áp tham khảo, được suy ra từ điện áp phóng điện 50% của cách điện, việc tính toán của khu vực thời gian-điện áp được bắt đầu:

$$U = U_{\infty} + \sqrt{2.S.F} \quad (3)$$

Khi giá trị giới hạn xác định điện áp-thời gian của khu vực F bị vượt qua, thì sự phóng điện trên cách điện xảy ra.



Hình 3: Điện áp phóng điện so với thời gian của cách điện

IV. MÔ HÌNH SÓNG LAN TRUYỀN QUA THIẾT BỊ:

Trong tính toán quá điện áp do sét gây ra, cần thiết phải cần có sự tính toán thời gian lan truyền của các quá điện áp này, sự phản xạ lại ở điểm cuối khi hở mạch, và sự khúc xạ trên sự chuyển tiếp tới các tổng trở sóng xung của các biên độ khác nhau. Vì thế, mô phỏng của quá điện áp do sét yêu cầu phải mô phỏng các bộ phận của các thiết bị điện, như là các đường dây truyền tải trên không, các dây chống sét, các cột và thiết bị đóng cắt cũng như các sóng lan truyền trên vật dẫn.

Trong trường hợp của mô hình sóng lan truyền, các bộ phận của thiết bị điện không được mô phỏng như là các điện kháng tập trung, nhưng được mô tả bằng các điện kháng xung sét Z của chúng, tốc độ lan truyền v và chiều dài l . Sóng truyền trong môi trường không khí, cách điện bằng khí ở vận tốc bằng vận tốc ánh sáng c ($v=300m/\mu s$). Trong trường hợp của các phần vật dẫn với cách điện lộ ra ngoài như là cáp thì tốc độ lan truyền thấp hơn (XLPE, vận tốc khoảng $200 \mu s$, cáp có giấy ngâm dầu cách điện khoảng $160 \mu s$), phụ thuộc vào hằng số quan hệ điện môi ϵ_r

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (4)$$

Điện kháng xung sét mô tả ở chế độ tần số cao của các bộ phận của thiết bị và được tính toán với quan hệ sau:

$$Z = 1/v.C' \quad (5)$$

Trong đó:

$$Z = \sqrt{L'/C'}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{L'.C'}}$$

Thảo luận chuyên môn Khoa Điện-Điện tử

C' : là điện dung trên 1km chiều dài

L : là điện cảm trên 1km chiều dài.

Điện kháng xung sét phụ thuộc vào mức điện dung của pha so với đất, mà chủ yếu bị ảnh hưởng của độ cao so với mặt đất. Đối với các đường dây trên không và dây chống sét, điện kháng xung sét tổng hợp được tính toán theo quan hệ như sau:

$$Z = 60 \cdot \ln \frac{2h}{r} \quad (6).$$

Ở đây h được mô tả là chiều cao treo dây so với mặt đất, và r là bán kính của vật dẫn. Để đơn giản trong mô phỏng cần có khá đầy đủ các yếu tố chính xác trong các trường hợp để khảo sát suất điện áp sét trên thiết bị, các sóng truyền trên vật dẫn có thể được mô phỏng trong NETOMAC với việc sử dụng mô hình Marti [6]. Ở đây, để giảm ảnh hưởng của các cặp pha với nhau giữa các pha trong 1 hệ thống và giảm việc phụ thuộc tần số lên ứng suất sét cũng được tham gia tính toán. Điện kháng xung sét của các thiết bị có thể được tính toán theo công thức (5).

Trong việc tính toán quá điện áp sét, các yếu tố của thiết bị, như là các máy biến dòng, máy biến điện áp, máy cắt...không mô tả một cách riêng lẻ. Khi có sự thay đổi nhỏ của các cá thể này được nhận ra trong đặc tính khúc xạ của sự lan truyền sóng tới, chúng cũng chỉ có ảnh hưởng nhỏ trong kết quả tính toán. Tương phản với hiện tượng quá độ rất nhanh, như là việc đóng cắt các thiết bị, được cho là đủ khi tính toán các quá điện áp này để sử dụng một điện kháng xung sét trung bình cho các bộ phận chắc chắn, như là các thanh cái hoặc các xuất tuyến. Việc tính toán các điện kháng xung cho các cột là được suy ra từ quan hệ trong công thức (6), nơi mà bán kính trung bình trọng lượng r_{av} trên chiều cao nguyên của cột h được mang vào tính toán theo [7].

$$Z_{av} = 60 \cdot \left(\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{h^2 + r_{av}^2}}{r_{av}} \right) \quad (7).$$

V. ĐO QUÁ ĐIỆN ÁP KHÍ QUYỀN:

Biên độ dòng sét khi đánh trực tiếp vào vật dẫn đường dây trên không bị ảnh hưởng lớn của hình dạng cột và ảnh hưởng của đường dây chống sét. Vì thế, có một qui luật chung nhất là các cột cao với khoảng cách dây dẫn rộng và góc bảo vệ của dây chống sét lớn dẫn tới dòng sét đánh trực tiếp vào vào dây dẫn trên không càng cao. Đặc biệt, trong khu vực nhạy với giông bão, thì có thể lựa chọn phương án thiết kế cột sao cho biên độ dòng điện sét đánh vào cột là cao nhất để có thể giảm đáng kể việc sét đánh trực tiếp vào dây dẫn trên không (ví dụ như thiết kế các dây chống sét gần như thẳng đứng với dây dẫn trên không).

Sét đánh vào cột dẫn đến việc tăng điện thế của cột, mà điều này được xác định bởi điện trở bước của cột. Nếu điện thế này vượt quá mức chịu đựng của cách điện, thì sẽ có phóng điện ngược lại dọc theo cách điện, đặc biệt khi chúng xảy ra gần khu vực thiết bị đóng cắt, có thể gây ra nguyên nhân làm quá điện áp tăng cao và quá điện áp với tốc độ thay đổi lớn. Ở đây, việc liên kết các cột cuối cùng tới hệ thống nối đất như là một phương pháp hiệu quả trong việc giảm đáng kể điện trở bước của cột và ngăn cản sự phóng điện ngược dọc theo cách điện của các cột này. Nhưng vì lý do kinh tế nên điều

Thảo luận chuyên môn Khoa Điện-Điện tử

này được hạn chế và chỉ thực hiện đối với các cột chính và đầu tiên từ phía trạm mà thôi. Việc sử dụng sừng phóng điện (hay còn gọi là mỏ phóng điện) trên các vật liệu cách điện cũng có ảnh hưởng đến đặc tính phóng điện. Nếu có vài hệ thống cùng nằm chung trên một cột thì cách điện của một trong các hệ thống này nên được trang bị sừng phóng điện để mà việc phóng điện sẽ dễ xảy ra hơn trên các hệ thống này điều này phụ thuộc vào khe hở của sừng phóng điện khi lắp đặt. Trong khu vực có xác suất giông bão cao, việc đo đặc cần được thực hiện, kể từ khi trụ đúc ra đời, việc phóng điện ngược sẽ được hạn chế tới một hệ thống của đường dây truyền tải điện và tổng sự cố của hệ thống sẽ được giảm đáng kể.

Thêm vào một số kết cấu khác đã đề cập trước đây, việc sử dụng chống sét van (CSV) cho đường dây để cải thiện chất lượng chống sét trên đường dây hoặc để tránh sự mất điện của mạch kép đang gia tăng trong những năm gần đây. Số lượng và vị trí lắp đặt của các chống sét van trên các đường dây đơn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như là: môi trường yêu cầu, hoạt động sét trong khu vực lắp đặt, cấu trúc đường dây, điện trở bước của cột, đặc tính của chống sét.

Bên cạnh các tính năng đặc biệt này, việc lắp đặt chống sét van trong trạm còn là một phương pháp hữu hiệu trong việc giới hạn quá điện áp quá độ, ví dụ như việc quá điện áp khi đóng cắt các thiết bị hoặc các quá điện áp do sét [8].

Ngày nay, các chống sét van oxyd kim loại được sử dụng nhiều để hạn chế quá điện áp xảy ra bởi các tác dụng của các đặc tính phi tuyến (đặc tính điện áp dư). Các tiêu chí kích thước cho việc lựa chọn chống sét, thêm vào đó là điện áp vận hành lớn nhất của hệ thống U_m , cách thức nối điểm trung tính của hệ thống và hệ số sự cố đất tổng hợp. Dựa trên các cơ sở dữ liệu của hệ thống, chúng ta có thể lựa chọn chống sét bởi điện áp vận hành liên tục của chúng U_c , điện áp định mức U_r và đặc tính điện áp dư.

Để có những tính chất bảo vệ tối ưu của chống sét, điều này là thật sự cần thiết đặc biệt trong sự tính toán cường độ sét, để lắp đặt chúng thông để bảo vệ các thiết bị như là các máy biến áp hoặc các kháng điện. Để bảo vệ các thiết bị đóng cắt từ các quá điện áp truyền vào, chống sét được lắp đặt phía tới hoặc đi của trên các xuất tuyến của đường dây trên không. Sự chuyển tiếp từ đường dây qua các cáp lực cũng được bảo vệ bởi chống sét van để ngăn cản các quá điện áp không cho phép bởi vì các sóng phản xạ từ điểm chuyển tiếp từ cáp (điện kháng xung thấp) đến các đường dây trên không (điện kháng xung cao).

Nếu vận hành đường dây ở chế độ không tải hoặc chế độ vận hành hỗn hợp đường dây trên không - xuất tuyến cáp (đầu cuối hở mạch) trong một hệ thống trong khoảng thời gian kéo dài, việc lắp đặt chống sét ở cuối điểm liên kết cũng cần thiết để hạn chế các quá điện áp bởi phản xạ của sóng lan truyền ở cuối đường dây hở mạch.

VI. TÍNH TOÁN QUÁ ĐIỆN ÁP DO SÉT ĐÁNH DÙNG PHẦN MỀM NETOMAC:

Theo các kết quả phân tích phía trên, phần này sẽ mô tả các kết quả của một tính toán quá điện áp với chương trình mô phỏng trực quan NETOMAC, sử dụng ví dụ của trạm GIS 230kV (GIS – Trạm có cách điện bằng khí).

Giao diện trạm và đường dây trên không được minh họa bằng NETCAD. NETCAD là một công cụ mạnh, nhanh trong việc phác họa, kéo thả, hiệu chỉnh và thiết kế các hệ

Thảo luận chuyên môn Khoa Điện-Điện tử

thống điện và các cấu trúc điều khiển. Thêm vào đó, NETCAD có một thư viện mô hình phong phú cho các chức năng đặc biệt trong việc tính toán của quá điện áp do sét.

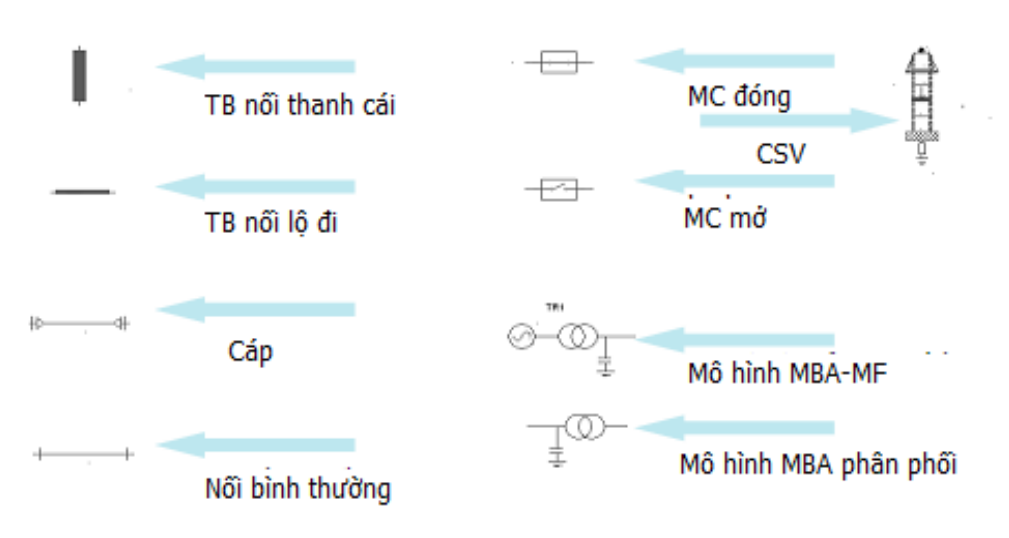
Thêm vào kỹ năng biết nhiều các chức năng của CAD như là cắt dán, kéo thả, xoay, thu phóng ..., hệ thống cũng cung cấp một thư viện lớn các ký hiệu bao gồm các yếu tố dành cho chương trình NETOMAC. Người dùng cần chuẩn bị các sơ đồ mạng và các khối sơ đồ thông qua các thư viện đồ họa của nó. Hình 4 cho thấy một sơ đồ được tạo ra từ các khối của thư viện phần mềm.

Thông số được nhập vào từ các nhà cung cấp mà mỗi đối tượng được mô phỏng và các chú thích kèm theo một cách ngắn gọn. Cũng có những công cụ đặc trưng cho việc kết nối các nhóm quan hệ lại với nhau để tạo ra một sản phẩm mới, từ các biểu tượng ban đầu trong các dạng mô hình chúng ta có thể thêm chúng vào trong các thư viện chương trình hoặc trong các thư viện người dùng. Ví dụ, kết nối các cấu trúc điều khiển phức tạp hoặc các mạng con, bao gồm một số lượng lớn các phần khác nhau của thiết bị, vào trong các biểu tượng mới. Như là một kết quả của tính bảo mật trong thừa kế, phụ thuộc vào các yêu cầu và việc sử dụng dữ liệu giống nhau, hệ thống cho phép một sự lựa chọn để tạo thành tùy vào mức độ phức tạp như thế nào hoặc tính rành mạch của một hệ thống được thay thế.

Các bộ phận riêng lẻ có thể được kích hoạt và khử kích hoạt và liên kết tới bất cứ điểm nào trong hệ thống. Vì vậy nó có thể chỉ rõ và mô tả các cấu trúc khác nhau của cột cũng như các mô hình sóng lan truyền ở bất cứ nơi nào trong hệ thống.

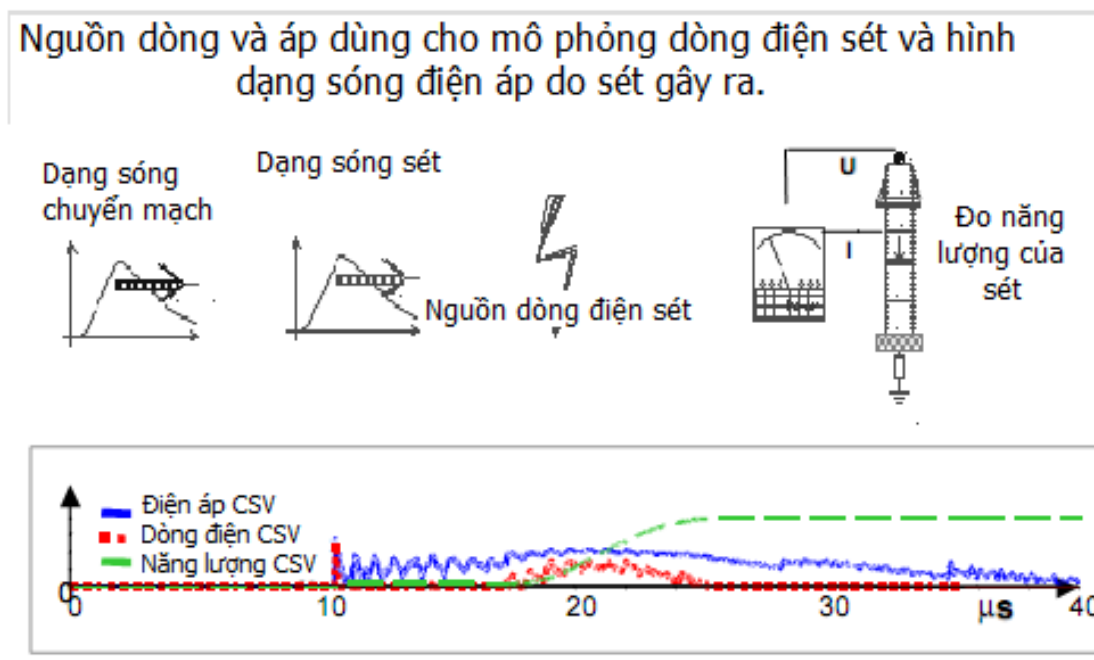
Thư viện NETCAD dùng cho việc tính toán các quá điện áp do sét chứa vài mô hình của các loại cột, dàn cột, chống sét, máy biến áp, đường dây trên không, cáp lực hoặc các bộ phận của trạm khác nhau.

Đối với việc mô phỏng các dòng điện sét hoặc các hình dạng sóng điện áp xung, mô hình của dòng và nguồn điện áp cũng bao gồm trong thư viện mô hình. Hình 5 chỉ cho thấy ví dụ vài mô hình đường dây trên không trong thư viện này. Hình 6 chỉ cho thấy vài bộ phận của một thiết bị đóng cắt. Tất cả các thiết bị như là thanh cái, máy biến áp, máy phát hoặc cáp lực đều được mô hình hóa cũng như các mô hình sóng truyền.



Hình 6: Mô hình các thiết bị đóng cắt.

Hình 7 mô tả các biểu tượng của của nguồn dòng và áp cho việc mô phỏng các dòng điện sét và dạng sóng điện áp xung. Phụ thuộc vào loại hình của nguồn (nguồn áp, nguồn dòng), vị trí sự cố, cấu trúc của mạng, thì có các phương pháp tính khác nhau. Thư viện cũng bao gồm các thiết bị đo lường đặc biệt. Hình 7 mô tả dòng, áp và năng lượng của chống sét van gây ra bởi sét đánh.



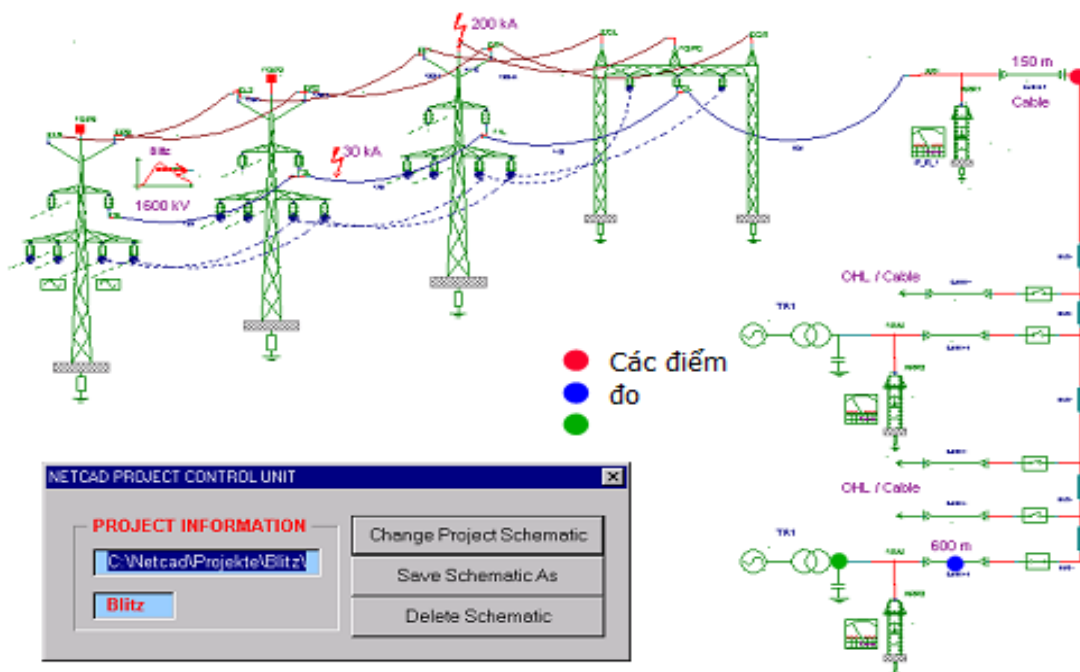
Giao diện người dung NETCAD là một hệ thống mở. Do đó có thể xây dựng các mô hình mới trong các dạng đồ họa để mở rộng thư viện từng bước một. Việc sử dụng thư viện đồ họa làm cho chúng ta dễ dàng tạo được các mô hình hệ thống chi tiết và đưa ra các vấn đề có ích khác nhau như là:

- Mô hình tự động của nguồn dòng và áp cho việc mô phỏng các dòng điện sét và hình dạng của điện áp xung sét.
- Mô hình các cấu trúc khác nhau của cột cũng như là mô hình sóng lan truyền.
- Mô phỏng các phóng điện của cách điện.
- Trong các trường hợp đặc biệt (ảnh hưởng qua lại của 2 đường dây trong hệ thống 3 pha hoặc vấn đề giảm phụ thuộc tần số, mô hình Marti được mở rộng trong NETOMAC).

Hình 8 mô tả một sơ đồ thiết bị đơn giản của hệ thống 230kV. Mô phỏng ở cột đầu tiên trong hệ thống 3 cột của đường dây trên không và nối vào trạm bằng cáp. Trong trạm, bao gồm các khoảng đi ra từ máy biến áp, cũng được mô phỏng theo đặc tính sóng lan truyền. Các tuyến ra từ máy biến áp cũng tham gia vào trong việc tính toán dung lượng của sét giữa phía cao áp với đất. Để bảo vệ các thiết bị, chống sét van được lắp đặt ở

Thảo luận chuyên môn Khoa Điện-Điện tử

điểm liên kết giữa đường dây trên không và cáp và ở phía đầu cực máy biến áp bên 230kV.



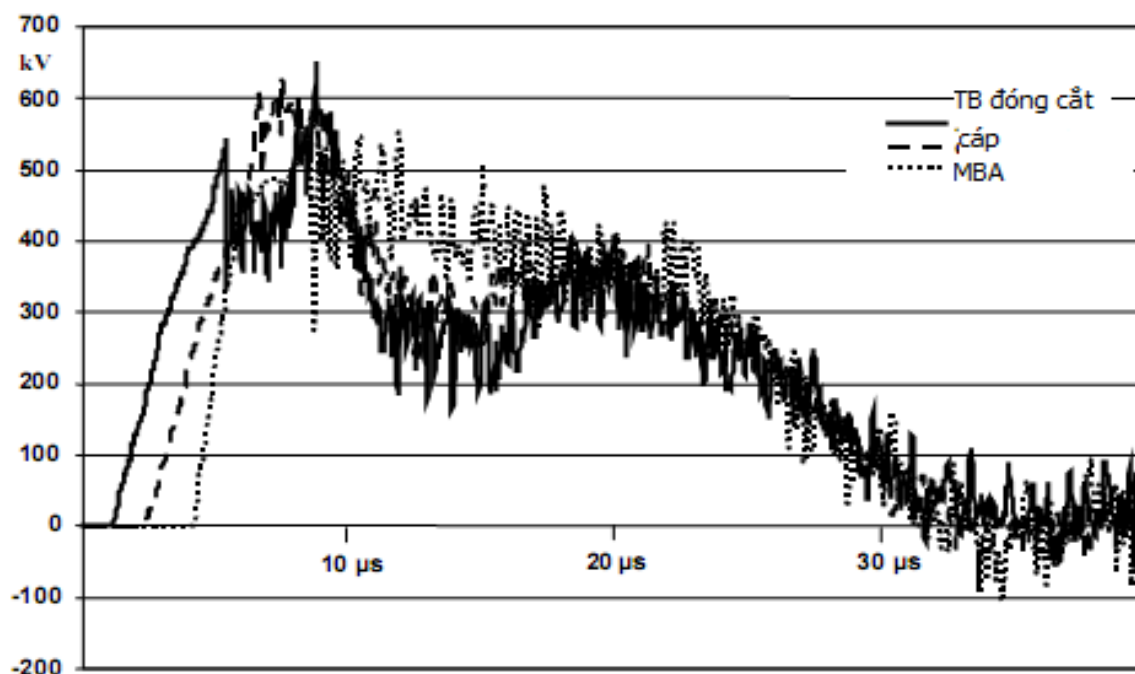
Hình 8: Ví dụ hệ thống mô phỏng 230kV

Mục đích của việc khảo sát là tính toán các quá điện áp, theo sau sét đánh vào đường dây trên không, xảy ra ở các vị trí khác nhau trong trạm, ở các vị trí nối cáp vào đường dây, ở phía cao của các đầu cực máy biến áp. Kết quả dùng để lựa chọn chống sét van thích hợp cho việc bảo vệ các thiết bị từ các quá điện áp không mong muốn. Trong những tính toán này có 3 loại sét đánh khác nhau như mô tả như ban đầu (đánh từ xa, đánh trên cột và đánh trực tiếp vào đường dây) được mô tả, được tính toán trong các kết cấu không thuận lợi của trạm. Các ứng suất cao nhất xảy ra khi trạm đang vận hành trong tình trạng trạm cắt, có nghĩa là 1 đường dây chỉ cung cấp cho 1 máy biến áp.

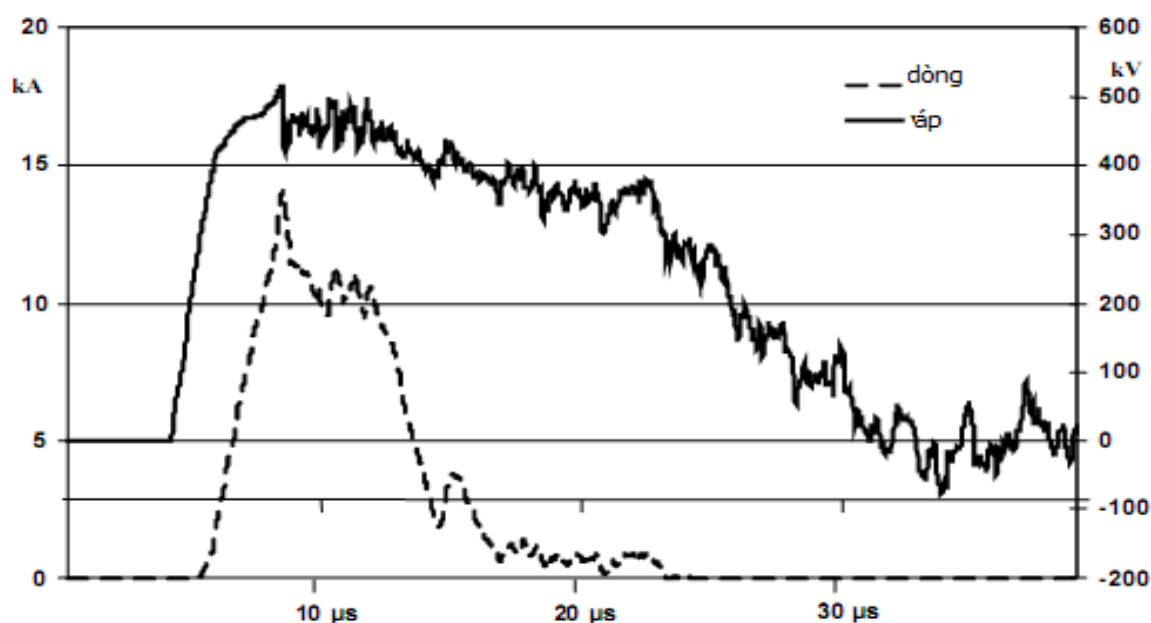
Hiệu quả của chống sét van được tính toán, kiểm tra, so sánh với điện áp lớn nhất xảy ra với giá trị cách điện cho phép của thiết bị (BIL), được tính toán với giá trị biên (S) an toàn theo tiêu chuẩn đặc biệt [2].

Tính toán ứng suất sét đối với các thiết bị đóng cắt, cáp lực và máy biến áp khi có sét đánh trực tiếp là 30kA lên đường dây trên không ở khu vực cột 1 như trong hình 9. Đối với trạm, mô hình trạm cắt như hình 7 cũng được tham gia vào trong tính toán này. Một ví dụ minh họa cho việc hoạt động của chống sét van, hình 10 mô tả ứng suất dòng và áp lên chống sét van của máy biến áp khi có sét đánh trực tiếp lên đường dây cũng được mô tả.

Như ví dụ mô tả, mức cách điện cơ bản $BIL = 1050 \text{ kV}$ được xác lập đối với các thiết bị đóng cắt và cáp, và $BIL = 900 \text{ kV}$ với đầu cực phía cao của máy biến áp. Kết quả chỉ ra rằng, với chống sét van thiết kế hiện tại, ứng suất điện áp được xác định là $BIL/S = 1050/1,15 = 913 \text{ kV}$ đối với thiết bị đóng cắt và cáp lực và $BIL/S = 900/1,15 = 783 \text{ kV}$ đối với các đầu cực phía cao của máy biến áp được duy trì.



Hình 9: Ứng suất điện áp khi sét đánh trực tiếp vào cột 1



Hình 10: Dòng và áp đặt vào CSV của MBA

VII. KẾT LUẬN:

Việc tính toán các quá điện áp là cần thiết cho việc mô phỏng các thiết bị điện, như là việc mô phỏng các đường dây trên không, cáp lực, cột, các trạm cũng như mô hình sóng lan truyền. Mô phỏng sét đánh từ xa lưu lại điện áp sét tương ứng với điện áp xung tiêu chuẩn $1,250 \mu s$, trong khi dòng sét trong trường hợp đánh vào cột hoặc trực tiếp vào đường dây trên không được quyết định bởi dạng hình học của cột và ảnh hưởng của đường dây chống sét, và được quyết định riêng lẻ cho mỗi trạm.

Thảo luận chuyên môn Khoa Điện-Điện tử

Đặc tính phóng điện của cách điện được mô tả bởi biểu đồ điện áp-thời gian, theo tiêu chí Kind. Việc ảnh hưởng lẫn nhau giữa các pha đơn trong hệ thống 3 pha, cũng như là giảm phụ thuộc tần số, có thể được mô phỏng trong các trường hợp đặc biệt bằng việc sử dụng mô hình Marti.

Đối với tính toán của các quá điện áp bằng phần mềm NETOMAC, các modul chính được sử dụng, bằng những ứng dụng đơn giản, có thể thực hiện dễ dàng với các trường hợp khác nhau tương đối rộng, như là trong việc thiết kế trạm, phát triển các thiết bị mới, hoặc trong hệ thống vận hành của bộ chuyển đổi năng lượng (HDVC). Dựa vào các kết quả của việc tính toán, ví dụ, xác định số lượng và vị trí tối ưu của Chồng sét van trong việc thiết kế trạm, hoặc tính toán các ứng suất điện áp của thiết bị và để xác định các thiết bị đo thích hợp ở nơi vượt quá giá trị giới hạn.

Tài liệu tham khảo

- [1] **Kulicke, B.** (1979). *Digitalprogramm NETOMAC zur Simulation elektro mechanischer und magnetischer Ausgleichsvorgänge in Drehstromnetzen*, Elektrizität - swirtschaft, Heft 1, pp.18-23.
- [2] **International Standard IEC 71-2** (1996). *Insulation Co-ordination Part 2: Application guide*.
- [3] **CIGRE WG 33.01.** (1991). *Guide to procedures for estimating the lightning performance of transmission lines*, CIGRE Technical Brochure 63.
- [4] **IEEE** (1985). *Working Group on lightning performance of transmission lines: A simplified method for estimating lightning performance of transmission lines*, IEEE Trans PAS 104, pp.919-927.
- [5] **CIGRE WG 33.02** (1990). *Guidelines for representation of network elements when calculating transients*, CIGRE Technical Brochure 39.
- [6] **Marti, J.R.** (1982). *Accurate modelling of frequency- dependent transmission lines in electromagnetic transient simulations*, IEEE Trans PAS 101, pp.147-155.
- [7] **Chrishölm, W. A., Chow, Y.L., Srivastava, K.D.** (1985). *Travel time of transmission towers*, IEEE Trans PAS 104, pp.2922-2928.
- [8] **Elovara, J., Foremann, K., Schei, A., Völcker, O.** (1990). *Temporary overvoltages and their stresses on metal oxide surge arresters*, Electra 128, pp.114-125.
- [9] **Schmitt, H. & Winter, W.** (1998). *Simulation of Lightning Overvoltages in Electrical Power Systems*.
