

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

TRẦN NGỌC PHƯỚC

NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP
GIẢM SUẤT CẮT ĐƯỜNG DÂY 110kV
DO QUÁ ĐIỆN ÁP KHÍ QUYỀN

Chuyên ngành : Mạng và hệ thống điện

Mã số: 60.52.50

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2014

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. TRẦN VINH TỊNH**

Phản biện 1: **TS. ĐOÀN ANH TUẤN**

Phản biện 2: **TS. LÊ HỮU HÙNG**

Luận văn được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 22 tháng 12 năm 2014.

** Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài:

Tổng số vụ sự cố thoát qua đường dây do giông sét chiếm 50%-70% số vụ sự cố đường dây của toàn Công ty.

Xuất phát từ các lý do trên, luận văn nghiên cứu về đề tài: **“Nghiên cứu các giải pháp giảm suất cắt đường dây 110kV do quá điện áp khí quyển”**.

2. Mục tiêu nghiên cứu:

Mô phỏng các yếu tố ảnh hưởng đến hiện tượng phóng điện đường dây 110kV bằng phần mềm ATP, tính toán suất cắt đường dây.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:

- **Đối tượng nghiên cứu:** Các đường dây 110kV trong Công ty Lưới điện cao thế miền Trung, trong đó lựa chọn đường dây 110kV Ayun Pa – Ea H’leo để mô phỏng, tính toán.

- **Phạm vi nghiên cứu:** Các tham số của sét và các tham số đường dây, phương pháp tính suất cắt.

4. Phương pháp nghiên cứu:

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Kỹ thuật điện cao áp.
- Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm: Sử dụng phần mềm ATP để mô phỏng, Excel để tính suất cắt.

5. Bố cục luận văn

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

CHƯƠNG 2. MÔ PHỎNG CÁC THAM SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆN TƯỢNG PHÓNG ĐIỆN ĐƯỜNG DÂY

CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN CÁC GIẢI PHÁP GIẢM SUẤT CẮT ĐD 110kV AYUNPA-EA H’LEO

6. Tổng quan tài liệu nghiên cứu

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN

1.1. QUÁ ĐIỆN ÁP KHÍ QUYỀN

1.2. CÁC THAM SỐ CHỦ YẾU CỦA SÉT

1.2.1. Biên độ dòng điện sét và xác suất xuất hiện của nó

1.2.2. Độ dốc đầu sóng dòng điện sét và xác suất xuất hiện của nó

1.2.3. Cường độ hoạt động của sét – mật độ sét

1.3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH SUẤT CẮT ĐƯỜNG DÂY CAO ÁP

1.3.1. Đặc điểm bảo vệ chống sét đường dây cao áp

Số lần sét đánh thẳng vào đường dây trong một năm:

$$N = (0,6 \div 0,9) \cdot h_n^2 \cdot L \cdot n_{sp} \cdot 10^{-3}$$

- Số lần sét đánh vào đỉnh cột: $N_{dc} = N/2$

- Số lần sét đánh vào dây dẫn: $N_{dv} = N \cdot V_\alpha$, trong đó:

$$\lg V_\alpha = \frac{\alpha \cdot \sqrt{h_c}}{90} - 4$$

- Số lần sét đánh vào khoảng vượt: $N_{kv} = N/2$

1.3.2. Xác định xác suất phóng điện V_{pd}

Xác suất phóng điện V_{pd} được tính như sau:

$$V_{pd} = V_{i1} \cdot \Delta V_{\alpha1} = \sum_{i=1}^n V_{i1} \cdot (V_{\alpha1} - V_{\alpha_{i-1}})$$

Số lần cắt đường dây do sét đánh đỉnh cột: $n_{dc} = N_c \cdot V_{pd}^{dc} \cdot \eta$

Số lần cắt điện do sét đánh vòng: $n_{dv} = N_{dv} \cdot V_{pd}^{dv} \cdot \eta$

Số lần cắt điện do sét đánh vào khoảng vượt: $n_{kv} = N_{kv} \cdot V_{pd}^{kv} \cdot \eta$

Như vậy suất cắt đường dây:

$$n = n_{dc} + n_{kv} + n_{dv} \text{ (lần/100km/năm)}$$

KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Quá điện áp khí quyển xuất hiện trên đường dây là do sét đánh trực tiếp vào dây dẫn, vào dây chống sét, vào cột đường dây. Do đó, phương pháp tính toán suất cắt đường dây để so sánh với chỉ tiêu chống sét là một số liệu quan trọng, các đường dây càng quan trọng thì càng phải đảm bảo độ an toàn bảo vệ chống sét càng cao. Nếu chỉ tiêu bảo vệ chống sét của đường dây thiết kế kém hơn nhiều so với chỉ tiêu thì cần có biện pháp tăng cường bảo vệ chống sét như đặt thêm dây chống sét, giảm góc bảo vệ, giảm điện trở nối đất, tăng cường cách điện...

CHƯƠNG 2

MÔ PHỎNG CÁC THAM SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆN TƯỢNG PHÓNG ĐIỆN ĐƯỜNG DÂY

2.1. GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM ATP

ATP (Alternative Transients Programme) là một phiên bản độc lập của EMTP (Electromagnetic Transients Programme) do tiến sỹ Scott Meyer chủ trương phát triển từ năm 1986 mô phỏng các hiện tượng quá độ điện từ, cũng như điện cơ trong hệ thống điện.

2.2. NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG

2.3. KHẢ NĂNG CỦA CHƯƠNG TRÌNH

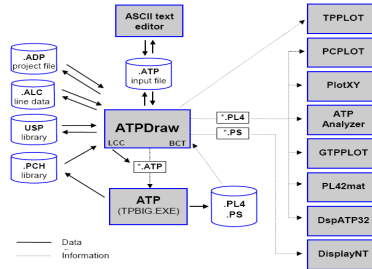
Không có giới hạn tuyệt đối của chương trình.

Cho đến nay, hệ thống lớn nhất mà chương trình đã thực hiện mô phỏng: Số lượng nút: 6000, Số lượng nhánh: 10000, Thiết bị đóng ngắt: 1200, Số lượng nguồn: 900, Các phần tử phi tuyến: 2250, Máy điện đồng bộ: 90.

2.4. NHỮNG MODULE CHÍNH TRONG ATP

+ ATP có 6 module chính: 1. Module ATPDraw, 2. Module ATP Control Center (ATPCC), 3. Module PCPlot, 4. Module PlotXY, 5. Module GTPPLOT, 6. Module Programmer's File Editor (PFE).

Module đóng vai trò nền tảng chính là ATPDraw.



Hình 2.7: Môi trường quan giữa ATPDraw với các Module khác

2.5. MỘT SỐ ỨNG DỤNG QUAN TRỌNG CỦA ATP

2.6. MÔ PHỎNG TUYẾN ĐƯỜNG DÂY

2.6.1. Mô phỏng đường dây

Đường dây hai mạch loại dây dẫn ACSR-185/29, và dây chống sét loại OPGW-50 được thay thế bởi mô hình LCC.

2.6.2. Mô phỏng cột

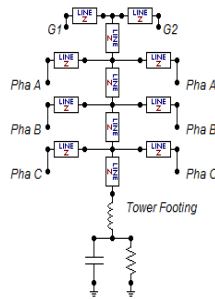
Giá trị điện trở trên các phân đoạn:

$$R_i = \frac{-2Z_{ti} \cdot \ln \sqrt{\gamma}}{h_1 + h_2 + h_3} * h_i \quad (\Omega) \quad (2.1)$$

$$R_4 = -2Z_{t4} \cdot \ln \sqrt{\gamma} \quad (\Omega) \quad (2.2)$$

$$L_i = \alpha \cdot R_i \cdot \frac{2H}{V_t} \quad (\mu h) \quad (2.3)$$

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (m) \quad (2.4)$$



Hình 2.11: Mô hình cột 110kV đơn giản trong ATP

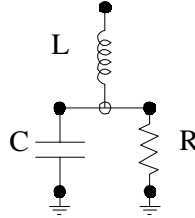
2.6.3. Mô phỏng hệ thống nối đất chân cột

Điện cực chôn nằm ngang, theo [7]:

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left[\ln \left(\frac{2l}{\sqrt{2\alpha d}} \right) - 1 \right] \quad (2.6)$$

$$C = \frac{\rho \epsilon}{R} \quad (2.7)$$

$$L = \frac{\mu l}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{2l}{\alpha} - 1 \right) \right] \quad (2.8)$$



Hình 2.12: Mô hình điện cực nối đất trong ATP

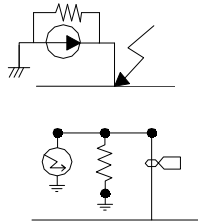
2.6.4. Mô phỏng nguồn sóng sét

Nguồn sóng sét được biểu diễn bởi biểu thức toán học sau:

$$i(t) = I_0 \cdot \frac{(t/\tau_1)^n}{[(t/\tau_1)^n + 1]} e^{-t/\tau_2} = I_0 \cdot x(t) \cdot y(t) \quad (2.9)$$

Trong đó: I_0 : giá trị đỉnh của dòng sét

τ_1, τ_2 : hằng số thời gian (s)



Hình 2.13: Mô hình nguồn sóng sét trong ATP

2.6.5. Mô phỏng nguồn điện

Hệ thống điện nối với trạm biến áp được thay thế bởi nguồn xoay chiều 3 pha AC type 14.

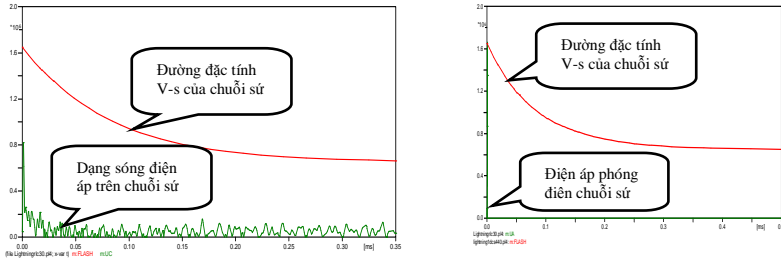
2.6.6. Mô phỏng chuỗi sứ

Các chuỗi sứ đường dây được nghiên cứu bao gồm một khóa T và mô hình Mod Flash trong phần mềm ATP có dạng như sau:



Hình 2.17: Mô hình chuỗi sứ

a. Đặc tính V-s của chuỗi sứ



Hình 2.19: Đặc tính V-s của chuỗi sứ

b. Hiện tượng phóng điện của chuỗi sứ

Điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ được tính toán theo công thức sau [6]:

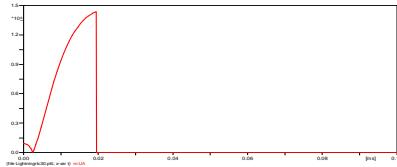
$$U_{cd} = U_{cx} - U_{cr} + U_{lv} \quad (2.9)$$

Trong đó:

U_{cr} : điện áp cảm ứng trên dây dẫn do dòng sét gây ra (kV)

U_{lv} : điện áp làm việc của hệ thống (kV)

U_{cx} : điện áp trên cánh tay xà cột thép (kV)



Hình 2.20: Điện áp phóng điện chuỗi sứ

2.6.7. Mô phỏng chống sét van

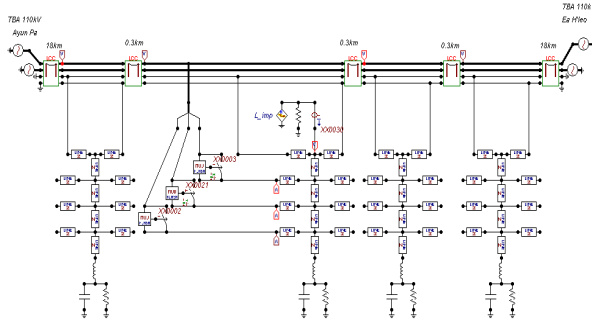
CSV không khe hở oxit kẽm mô phỏng bằng phần tử MOV:



Hình 2.21: Mô hình chống sét van

2.7. MÔ PHỎNG TUYẾN ĐƯỜNG DÂY 110KV

Dây dẫn ACSR 185/29 có đường kính 18,8mm, điện trở 1 chiều ở 20°C là $0,1591\ \Omega/\text{km}$, điện kháng là $0,103\ \Omega/\text{km}$; dây chống sét OPGW-50 có đường kính 10,8mm, điện trở 1 chiều ở 20°C là $1,04\ \Omega/\text{km}$; cột thép điển hình dùng loại cột $\text{Đ}122\text{-}26\text{A}$; chiều dài trung bình khoảng cột 300m và điện trở suất là $\rho=1000\Omega\text{m}$.

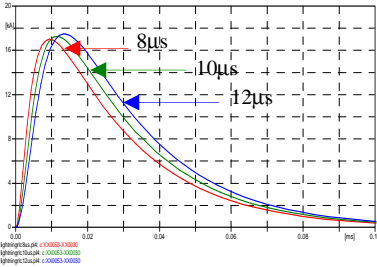


Hình 2.23: Sơ đồ mô phỏng đường dây trong ATP

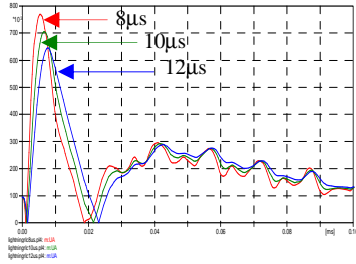
2.8. CÁC TRƯỜNG HỢP VÀ KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

2.8.1. Ảnh hưởng của độ dài đầu sóng (thời gian đầu sóng)

Thực hiện mô phỏng các cú sét đánh vào đỉnh cột với thời gian đầu sóng được thay đổi từ $8\mu\text{s}$, $10\mu\text{s}$, $12\mu\text{s}$ (biên độ dòng sét lấy bằng 20kA và độ dài sóng là $20\mu\text{s}$). Kết quả mô phỏng bằng phần mềm ATP được thể hiện trên hình 2.24, 2.25. Từ hình 2.25, ta thấy rằng điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ tăng khi độ dốc đầu sóng lớn (thời gian đầu sóng nhỏ).



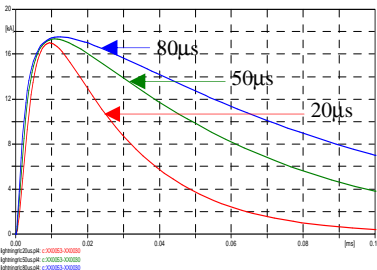
**Hình 2.24: Dạng sóng dòng sét
8 μ s, 10 μ s, 12 μ s**



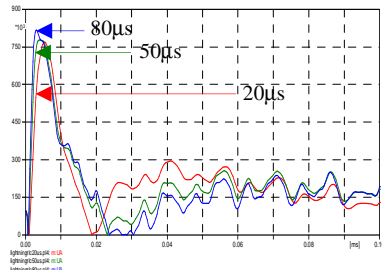
**Hình 2.25: Dạng sóng điện áp
cảm ứng trên chuỗi sứ 8 μ s,
10 μ s, 12 μ s**

2.8.2. Ảnh hưởng của độ dài sóng

Thực hiện mô phỏng các cú sét đánh vào đỉnh cột với độ dài sóng được thay đổi từ 20 μ s, 50 μ s và 80 μ s (biên độ dòng sét lấy bằng 20kA và thời gian đầu sóng là 8 μ s). Từ kết quả mô phỏng, điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ tăng khi độ dài sóng lớn và ngược lại khi độ dài sóng nhỏ thì điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ giảm.



**Hình 2.26: Dạng sóng dòng sét
ứng với độ dài sóng khác nhau**

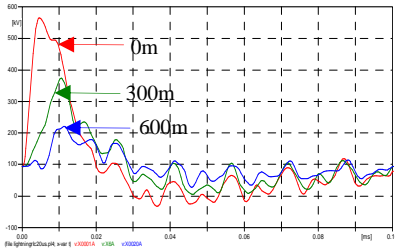


**Hình 2.27: Dạng sóng điện áp
cảm ứng trên chuỗi sứ**

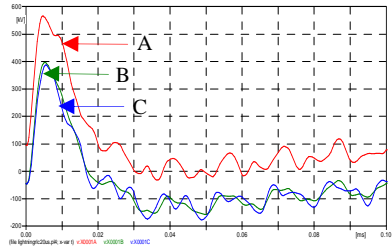
2.8.3. Khoảng cách truyền sóng

Hình 2.28 thể hiện dạng sóng điện áp cảm ứng trên dây dẫn pha A ở các khoảng cách khác nhau $d=0m, 300m, 600m$. Kết quả cho thấy điện áp cảm ứng cực đại trên dây dẫn pha A giảm dần tương ứng với chiều dài khoảng cột. Ngoài ra, theo hình 2.29, 2.30

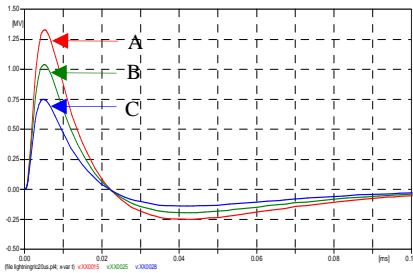
điện áp cảm ứng cực đại trên các dây dẫn và trên các cánh tay xà pha A, pha B và pha C là không giống nhau, cao nhất là pha A và thấp nhất là pha C.



Hình 2.28: Dạng sóng điện áp cảm ứng trên dây dẫn $d=0$, 300m, 600m



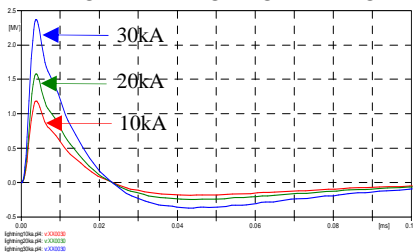
Hình 2.29: Dạng sóng điện áp cảm ứng trên dây dẫn pha A, B và C



Hình 2.30: Dạng sóng điện áp cảm ứng trên cánh tay xà pha A, B, C

2.8.4. Biên độ dòng điện sét

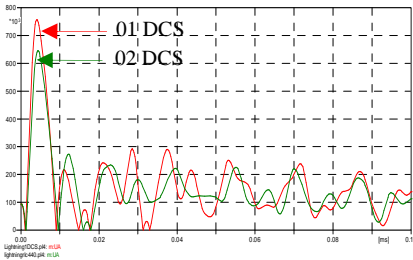
Kết quả cho thấy rằng độ lớn của điện áp cảm ứng tại đỉnh cột tăng dần tương ứng với sự gia tăng độ lớn của dòng sét



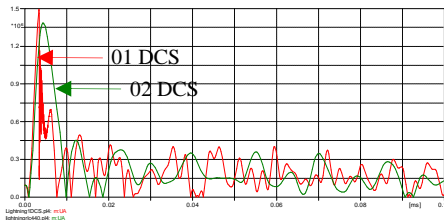
Hình 2.31: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại đỉnh cột tương ứng với các giá trị dòng sét khác nhau

2.8.5. Treo dây chống sét

Theo kết quả mô phỏng ở các hình 2.33, 2.34, 2.35, trong trường hợp đường dây treo một dây chống sét thì điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ cao hơn so với khi đường dây treo hai dây chống sét.

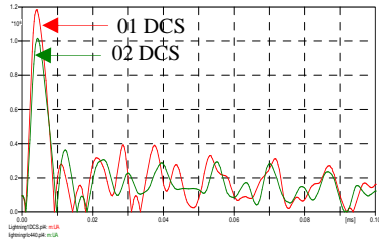


Hình 2.33: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại chuỗi sứ pha A với biên độ dòng điện sét là 10kA



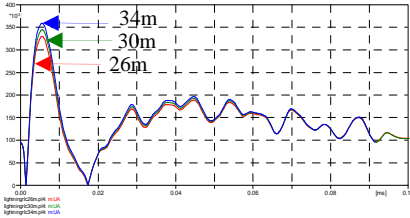
2.8.6. Chiều cao cột

Mô phỏng các cú sét đánh vào các đỉnh cột có chiều cao lần lượt là 26m, 30m, 34m với các biên độ dòng sét lần lượt là 10kA, 15kA, 20kA. Theo kết quả mô phỏng ở các hình 2.36, 2.37, 2.38, cột càng cao thì điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ càng tăng.

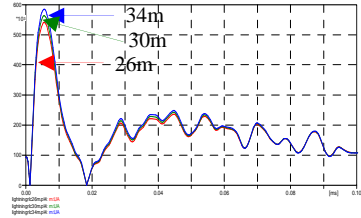


Hình 2.34: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại chuỗi sứ pha A với biên độ dòng điện sét là 15kA

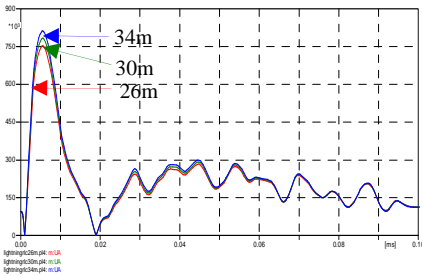
Hình 2.35: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại chuỗi sứ pha A với biên độ dòng điện sét là 20kA



Hình 2.36: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại chuỗi sứ pha A với biên độ dòng điện sét là 10kA



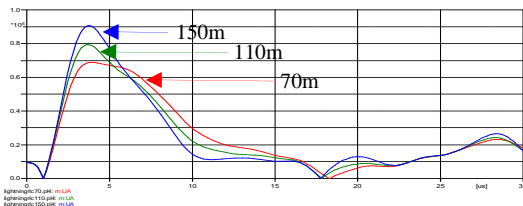
Hình 2.37: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại chuỗi sứ pha A với biên độ dòng điện sét là 15kA



Hình 2.38: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại chuỗi sứ pha A với biên độ dòng điện sét là 20kA

2.8.7. Ảnh hưởng của chiều dài điện cực nối đất đến quá trình phóng điện của đường dây

Từ kết quả ở hình 2.39 ta thấy rằng: Điện cực nối đất càng dài thì điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ càng cao, điều này là do ảnh hưởng của thành phần điện cảm, mặc dù giá trị điện trở nối đất là nhỏ.



Hình 2.39: Dạng sóng điện áp cảm ứng tại chuỗi sứ pha A với chiều dài của điện cực nối đất là 70m, 110m, 150m

Mặc khác, theo kết quả tóm tắt ở bảng 2.1, trong trường hợp dòng sét có biên độ nhỏ hơn 20kA sẽ không có hiện tượng phóng điện khi chiều dài của điện cực nổi đất thay đổi từ 30m đến 130m. Khi dòng sét có biên độ lớn hơn 120kA thì hiện tượng phóng điện xảy ra ở tất cả các pha.

Bảng 2.1: Bảng tổng hợp phóng điện qua chuỗi sứ ở các pha trong trường hợp dòng sét có dạng $8/20\mu s$

Chiều dài điện cực nổi đất (m)	Biên độ dòng sét								
	20kA			50kA			120kA		
	Pha A	Pha B	Pha C	Pha A	Pha B	Pha C	Pha A	Pha B	Pha C
30	X	X	X	√	X	X	√	√	√
40	X	X	X	√	X	X	√	√	√
50	X	X	X	√	X	X	√	√	√
60	X	X	X	X	X	X	√	√	√
70	X	X	X	X	X	X	√	√	√
80	X	X	X	X	X	X	√	√	√
90	X	X	X	X	X	X	√	√	√
100	X	X	X	X	X	X	√	√	√
110	X	X	X	X	X	X	√	√	√
120	X	X	X	X	X	X	√	√	√
130	X	X	X	X	X	X	√	√	√

Ghi chú: X: không xảy ra phóng điện; √: có xảy ra phóng điện

2.8.8. Chống sét van đường dây

Thực hiện mô phỏng sét đánh tại đỉnh cột có lắp CSV trên đường dây dạng sóng sét $8/20\mu s$, biên độ 50kA với các phương án lắp đặt CSV khác nhau.

Đặc tính V-A của CSV được cho dưới bảng 2.2

Bảng 2.2: Đặc tính V-A của chống sét van 110kV

Điện áp dư (kV)					
Xung 8/20 μ s					
1.5kA	3kA	5kA	10kA	20kA	40kA
212	224	234	253	280	315

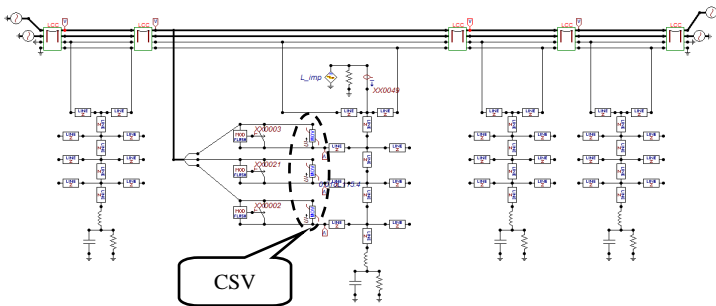
Bảng 2.3: Điện áp trên các chuỗi sứ khi chỉ lắp CSV trên 2 pha

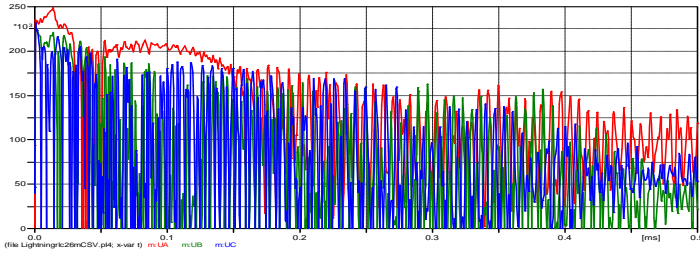
Giá trị điện áp đỉnh trên chuỗi sứ các pha (kV)	Pha được lắp đặt CSV		
	A, B	A, C	B, C
A	249.94	233.75	1619.5
B	210.4	1414.2	212.73
C	1500.6	240.17	216.54

Bảng 2.4: Điện áp trên các chuỗi sứ khi chỉ lắp CSV trên 1 pha

Giá trị điện áp đỉnh trên chuỗi sứ các pha (kV)	Pha được lắp đặt CSV		
	A	B	C
A	251.61	1620.7	1625.8
B	1090.5	223.84	1268.9
C	1567.5	1532.1	217.72

Với kết quả mô phỏng nêu trên chúng ta thấy rằng, để giảm suất cắt đường dây một cách hiệu quả thì phải lắp CSV trên cả 3 pha của ĐD.

**Hình 2.41: Sơ đồ mô phỏng đường dây trong ATP khi tất cả các pha được lắp đặt CSV**



Hình 2.42. Dạng sóng điện áp dư của CSV pha A, B, C

Từ hình 2.42 chúng ta thấy rằng tại các pha có lắp CSV thì dòng điện do điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ các pha gây ra được xả xuống đất do CSV làm việc. Khi đó, điện áp trên chuỗi sứ các pha được giữ ở điện áp dư của CSV nên không bị phóng điện.

KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Mô hình mô phỏng tuyến đường dây dựa trên các phần tử đường dây được thay thế trong phần mềm ATP như cột thép đường dây truyền tải, mô hình hệ thống nối đất, nguồn sóng sét, chuỗi cách điện, ... Kết quả mô phỏng bằng phần mềm ATP chỉ ra rằng dòng điện sét, độ dốc đầu sóng, độ dài sóng càng lớn sẽ làm gia tăng độ lớn của điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ. Trong tất cả các tham số đường dây thì chiều dài của điện cực nối đất có ảnh hưởng chính, chiều dài của điện cực nối đất càng lớn sẽ làm tăng điện áp cảm ứng trên chuỗi sứ; do đó khả năng gây phóng điện chuỗi sứ đường dây cao hơn.

Trong trường hợp dòng sét có biên độ nhỏ hơn 20kA thì sẽ không có hiện tượng phóng điện, lớn hơn 120kA thì hiện tượng phóng điện xảy ra ở tất cả các pha của chiều dài điện cực nối đất chân cột. Để không bị phóng điện thì phải lắp CSV trên cả 3 pha đường dây.

CHƯƠNG 3

NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN CÁC GIẢI PHÁP GIẢM SUẤT CẮT ĐƯỜNG DÂY 110kV AYUNPA-EA H'LEO

3.1. MÔ TẢ TUYẾN ĐƯỜNG DÂY

3.2. SUẤT CẮT ĐƯỜNG DÂY 110kV AYUN PA – EA H'LEO

3.2.1. Tính toán suất cắt đường dây (theo số liệu thực tế)

Chọn kết cấu đường dây 110kV Ayun Pa – Ea H'leo, với các thông số cơ bản sau:

- Số mạch: 02 mạch, chiều dài đường dây 38km.
- Chiều dài các khoảng cột trung bình: 300m.
- Dây dẫn: Sử dụng dây dẫn ACSR185/29 có tiết diện $1 \times 185 = 185(\text{mm}^2)$, đường kính mỗi dây dẫn $d = 18,8\text{mm}$.
- Dây chống sét: Treo 01 dây chống sét mã hiệu OPGW-50 có đường kính $d = 11\text{mm}$.
- Cách điện: Sử dụng cách điện loại bằng thủy tinh. Chuỗi đỡ dây dẫn dùng loại U70BS gồm 09 bát cách điện cao 127mm, chiều dài chuỗi cách điện và phụ kiện $L_{cs} = 1643\text{mm}$.
- Cột: Sử dụng cột thép mạ kẽm nhúng nóng kết cấu 110kV loại 2 mạch, liên kết bằng bu lông. Loại cột sử dụng nhiều nhất trên tuyến Đ122-26A (Đ: cột đỡ, 1: cấp điện áp 110kV, 2: 2 mạch, 2: 2 dây chống sét, 26: cao 26m, A: cấp chịu lực của cột); chiều dài xà dây dẫn $l_{xdd} = 2,6\text{m}$; chiều dài xà chống sét $l_{xcs} = 1,6\text{m}$.
- Khoảng cách trung bình giữa dây dẫn và dây chống sét là $s = 5\text{m}$.
- Điện trở nối đất cột điện đường dây $R_c = 20\Omega$.
- Độ võng dây dẫn $f_{dd} = 5,32\text{m}$ tại nhiệt độ 30°C .

- Độ võng dây chống sét $f_{cs} = 4,37\text{m}$ tại nhiệt độ 30°C .
- Điện áp $U_{50\%} = 660\text{kV}$.

**Bảng 3.1: Xác suất phóng điện do sét đánh vòng
khi đường dây treo 01 DCS**

t	$U_{cd}(t)$	a_i	I_i	$e^{-\frac{I_i}{26,1}}$	$e^{-\frac{a_i}{26,1}}$	$e^{-\frac{a_{i-1}}{26,1}}$	$\Delta V_{pd}(i)$
1	1823,73	18,58	18,580	0,4907	0,1819	0,5357	0,17366
2	1350,82	6,803	13,606	0,5937	0,5357	0,6994	0,09716
3	1168,95	3,898	11,693	0,6389	0,6994	0,7833	0,05363
4	1069,63	2,662	10,649	0,665	0,7833	0,8327	0,03283
5	1006,07	1,996	9,9801	0,6822	0,8327	0,8647	0,02182
6	961,486	1,585	9,5111	0,6946	0,8647	0,8869	0,01542
7	928,264	1,309	9,1617	0,704	0,8869	0,9031	0,01142
8	902,433	1,111	8,8900	0,7113	0,9031	0,9154	0,00876
9	881,699	0,964	8,6719	0,7173	0,9154	0,9250	0,00692
10	864,642	0,849	8,4925	0,7223	0,9250		
Xác suất phóng điện $V_{pd}(t_i)$							0,42162

Suất cắt đường dây do sét đánh vòng:

$$n_{dv} = r_{pd} \cdot N_{dv} = 0,0214 \text{ (lần/100km/năm)}$$

**Bảng 3.2: Xác suất phóng điện khi sét đánh vào khoảng vượt khi
đường dây treo 01 DCS**

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
t_i	a_i (kA/ μs)	I_i (kA)	$e^{-\frac{I_i}{26,1}}$	$e^{-\frac{a_i}{10,9}}$	$e^{-\frac{a_{i-1}}{10,9}}$	$\Delta V_{pd}(i)$
1	92,6552	92,655	0,0287	0,0002	0,0109	0,0003
2	49,1921	98,384	0,0231	0,011	0,0502	0,0009
3	32,6023	97,807	0,0236	0,0502	0,1089	0,0014
4	24,1728	96,691	0,0246	0,1089	0,1732	0,0016

5	19,1109	95,555	0,0257	0,1732	0,2363	0,0016
6	15,7259	94,356	0,0269	0,2363	0,2943	0,0016
7	13,3318	93,322	0,028	0,2943	0,3462	0,0015
8	11,5619	92,495	0,0289	0,3462	0,3924	0,0013
9	10,1957	91,762	0,0297	0,3924	0,4324	0,0012
10	9,13837	91,384	0,0302	0,4324		
Xác suất phóng điện $V_{pd}(t_i)$						0,0113

Suất cắt đường dây do sét đánh vào khoảng vượt:

$$n_{kv} = r \cdot V_{pd} \cdot N_{kv} = 0,58911 \text{ (lần/100km/năm)}$$

Suất cắt đường dây do phóng điện qua không khí:

$$n_{kk} = r \cdot V_{pd} \cdot N_{kv} = 0,34839 \text{ (lần/100km/năm)}$$

**Bảng 3.3: Xác suất phóng điện khi sét đánh vào đỉnh cột khi
đường dây treo 01 DCS**

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1	1823,7	1766,5	57,8	30,6	30,6	0,3	0,1	0,2	0,056
2	1350,8	1293,6	83,2	15,5	31,1	0,3	0,2	0,3	0,022
3	1168,9	1111,7	87,3	12,7	38,2	0,2	0,3	0,4	0,021
4	1069,6	1012,4	101,6	10,0	39,8	0,2	0,4	0,5	0,014
5	1006,1	948,9	114,4	8,3	41,5	0,2	0,5	0,5	0,010
6	961,5	904,3	126,0	7,2	43,1	0,2	0,5	0,6	0,008
7	928,3	871,1	136,5	6,4	44,7	0,2	0,6	0,6	0,006
8	902,4	845,2	146,3	5,8	46,2	0,2	0,6	0,6	0,004
9	881,7	824,5	155,2	5,3	47,8	0,2	0,6	0,6	0,003
10	864,6	807,4	163,6	4,9	49,4	0,2	0,6		
Xác suất phóng điện $V_{pd}(t_i)$									0,14378

Suất cắt do sét đánh vào đỉnh cột:

$$n_{dc} = N_{dc} \cdot V_{pd} \cdot r = 7,46859 \text{ (lần/100km/năm)}$$

Suất cắt đường dây 110kV Ayun Pa - EaH'leo hiện hữu:

$$n = n_{dc} + n_{kk} + n_{kv} + n_{dv} = 8,4275 \text{ (lần/100km/năm)}$$

3.2.2. Các giải pháp giảm suất cắt đường dây 110kV

Ayun Pa - Ea H'leo

a. Giảm điện trở nối đất

Nếu nối đất có trị số điện trở tản bé sẽ hạn chế được khả năng phóng điện ngược đến đường dây, đảm bảo vận hành an toàn.

b. Tăng cường cách điện đường dây

Bổ sung thêm một số bát cách điện thủy tinh hoặc thay thế bằng chuỗi cách điện polymer có chiều dài dòng rò và khoảng cách phóng điện lớn nhằm tăng điện áp phóng điện xung kích chuỗi sứ.

c. Treo dây chống sét

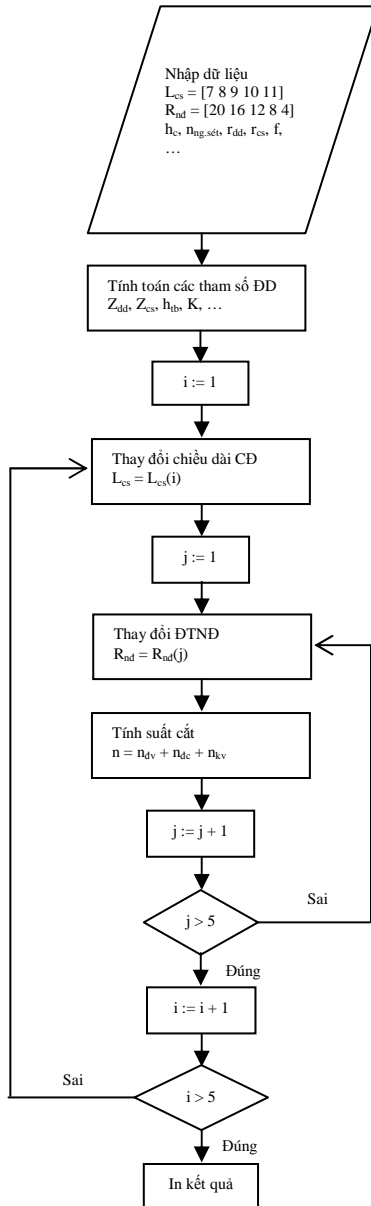
Việc treo thêm dây chống sét sẽ làm giảm tổng trở sóng của dây chống sét và tăng hệ số ngẫu hợp giữa dây chống sét và dây dẫn, do đó sẽ làm giảm điện áp đặt lên cách điện, hạn chế hiện tượng phóng điện đường dây.

d. Lắp đặt chống sét van đường dây

Nếu chống sét van được lắp trên đường dây thì pha được lắp chống sét van sẽ được giữ ở điện áp dư của chống sét van nên sẽ không bị phóng điện, do đó loại trừ các sự cố do quá điện áp khí quyển.

Kết quả tính toán suất cắt đường dây 110kV Ayun Pa - Ea H'leo trong các trường hợp nêu trên khi ta thay đổi điện trở nối đất chân cột từ 20 Ω đến 4 Ω , chiều dài chuỗi sứ từ 7 bát đến 11 bát, bổ sung thêm dây chống sét, lắp đặt chống sét van ba pha, cụ thể như sau:

SƠ ĐỒ KHÓI TÍNH SUẤT CẮT ĐD 110kV KHI THAY ĐỔI CHIỀU DÀI CĐ VÀ ĐTND



Bảng 3.4: Suất cắt ĐD trong trường hợp tăng cường cách điện

Số bát sứ ĐTNĐ (Ω)	7	8	9	10	11
	20	11,2764	9,7599	8,4275	7,2627

Bảng 3.5: Suất cắt ĐD trong trường hợp giảm ĐTNĐ

Số bát sứ ĐTNĐ (Ω)	20	16	12	8	4
	9	8,4275	7,0671	5,7470	4,4535

Bảng 3.6: Suất cắt ĐD trong trường hợp lắp đặt CSV

ĐTNĐ (Ω)	CSV	3CSV
	20	0,3484

Bảng 3.7: Suất cắt ĐD trong trường hợp giảm ĐTNĐ, tăng cường CĐ

Số bát sứ ĐTNĐ (Ω)	7	8	9	10	11	
	16	9,6251	8,2598	7,0671	6,0316	5,1328
	12	8,0139	6,8003	5,7470	4,8413	4,0693
	8	6,4328	5,3659	4,4535	3,6835	3,0413
	4	4,8309	3,9301	3,1840	2,5754	2,0856

Bảng 3.8: Suất cắt ĐD trong trường hợp giảm ĐTNĐ, tăng cường CĐ, và treo thêm DCS

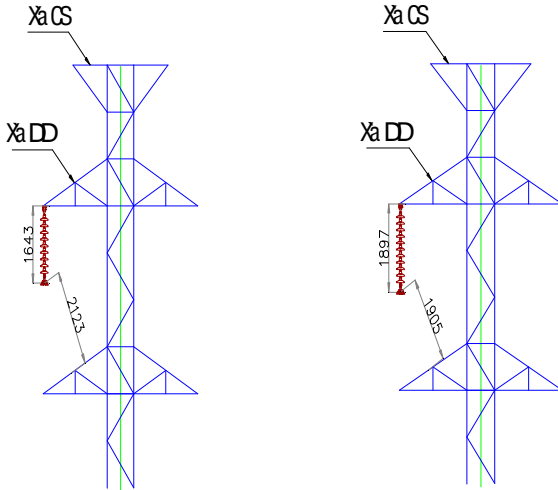
Số bát sứ ĐTNĐ (Ω)	7	8	9	10	11
	20	8,0721	6,6757	5,5010	4,5183
16	6,8037	5,5723	4,5434	3,6895	2,9852
12	5,6025	4,5299	3,6409	2,9108	2,3164
8	4,4448	3,5229	2,7710	2,1655	1,6831
4	3,2796	2,5433	1,9256	1,4598	1,1011

Theo kết quả tính toán trên, đối với đường dây 110kV Ayun Pa - Ea H'leo có giá trị điện trở nổi đất trung bình là 20Ω , điện trở suất $\rho = 500\Omega\text{m}$, nên để suất cắt đường dây đạt giá trị mong muốn theo quy định là 2,455 (lần/100km/năm) (phụ lục 3), có các giải pháp sau:

TT	Giải pháp	Suất cắt	Khối lượng tính cho 01 vị trí cột			Chi phí vật liệu
			CĐ	Cọc L63x63	CSV	
1	Tăng cường CĐ 02 bát và giảm ĐTNĐ xuống 4Ω	2,0856	02	51	0	24,387,500
2	Treo thêm DCS, tăng cường CĐ 01 bát và	2,1655	01	22	0	13,625,000

TT	Giải pháp	Suất cắt	Khối lượng tính cho 01 vị trí cột			Chi phí vật liệu
			CĐ	Cọc L63x63	CSV	
	giảm ĐTND xuống 8 Ω					
3	Treo thêm DCS, tăng cường CĐ 02 bát và giảm ĐTND xuống 12 Ω	2,3164	02	10	0	9,255,000
4	Treo thêm DCS và giảm ĐTND xuống 4 Ω	1,9256	0	51	0	18,487,500
5	Bổ sung thêm 03 CSV	0,3484	0	0	03	72,000,000

Qua bảng số liệu trên, ta nhận thấy rằng để đạt được suất cắt theo quy định là 2,455 (lần/100km/năm) thì giải pháp kết hợp giữa việc treo thêm dây chống sét, bổ sung thêm 02 bát cách điện thủy tinh và giảm ĐTND chân cột xuống 12 Ω với chi phí đầu tư 9,255,000 VNĐ thì có hiệu quả kinh tế hơn so với các phương án khác. Đặc biệt, việc bổ sung thêm 02 bát CĐ thủy tinh và treo thêm DCS sẽ hạn chế được thời gian thi công và lắp đặt, đảm bảo được khoảng cách an toàn pha đất cho phép >1m.



Hình 3.2: Trước khi bổ sung CĐ Hình 3.3: Sau khi bổ sung CĐ

KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Phương pháp tính suất cắt đường dây giúp chúng ta lựa chọn được phương án bảo vệ đường dây một cách hiệu quả và kinh tế; trong số các giải pháp giảm suất cắt đường dây bằng các biện pháp: giảm điện trở nối đất chân cột, lắp đặt chống sét van, tăng cường cách điện và treo thêm dây chống sét thì giải pháp mang lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật cụ thể đối với đường dây 110kV Ayun Pa - Ea H'leo đã được thiết kế treo 02 DCS là kết hợp các giải pháp tăng cường cách điện, giảm ĐTNĐ và treo thêm dây chống sét sẽ đảm bảo được suất cắt mong muốn.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận:

- Các kết quả mô phỏng, tính toán bằng phần mềm ATP và Excel là phù hợp với một số công trình đã được công bố.
- Phương pháp mô phỏng bằng phần mềm ATP giúp chúng ta xác định được các tham số ảnh hưởng đến quá trình phóng điện của chuỗi sứ đường dây: chiều cao cột thép đường dây truyền tải, độ lớn dòng điện sét, thời gian đầu sóng và độ dài sóng, chiều dài điện cực nối đất chân cột.
- Đối với đường dây truyền tải, có nhiều giải pháp để giảm suất cắt đường dây, bổ sung điện trở nối đất chân cột, tăng cường cách điện, lắp đặt chống sét van, treo thêm dây chống sét, ... Tuy nhiên cần xem xét kết hợp đồng bộ các giải pháp bảo vệ để đạt được hiệu quả mong muốn.
- Những ĐD đi qua khu vực đồi núi, để giảm suất cắt thì việc bổ sung điện trở nối đất là rất khó khăn và tốn kém, do đó cần tăng cường cách điện hoặc xem xét lắp đặt chống sét van trên cả ba pha để hạn chế hiện tượng phóng điện ĐD.

2. Kiến nghị:

- Để hạn chế ảnh hưởng của việc cắt điện thi công và chi phí lắp đặt bổ sung sau này, trong giai đoạn thiết kế bản vẽ thi công cần tính toán lựa chọn phương án bảo vệ tối ưu.
- Lắp đặt các thiết bị để thu thập thông tin như: mật độ dòng sét, biên độ, độ dốc dòng sét,... để có kết quả tính toán được chính xác.
- Thay thế các chuỗi cách điện thủy tinh bằng chuỗi cách điện polymer có chiều dài dòng rò và khoảng cách phóng điện phù hợp là rất hiệu quả như đã lắp đặt tại các ĐD 110kV Đông Hà-Lao Bảo, Bù Đăng-Đăk Nông làm giảm suất cắt đường dây một cách rõ rệt.