

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

LÊ NGỌC HÀ

**NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CHỐNG SÉT VAN
TRÊN ĐƯỜNG DÂY CAO ÁP ĐỂ GIẢM SUẤT
CẮT 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 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: TS. Lê Kỳ

Phản biện 1: PGS.TS. Lê Kim Hùng

Phản biện 2: PGS. TS. Nguyễn Hồng Anh

Luận văn này sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ Ngành Mạng và Hệ thống Điện hợ tại Học viện Hải Quân – Thành phố Nha Trang – tỉnh Khánh Hòa vào ngày 06 tháng 8 năm 2011.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

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

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Nước ta nằm trong vùng có mật độ sét cao kết hợp với việc môi trường khí hậu ngày càng ô nhiễm... nên số lần sét đánh vào ĐDK tăng lên.

Để bảo vệ ĐDK, ngoài giải pháp bảo vệ bằng DCS, cần nghiên cứu các giải pháp khác để đảm bảo chất lượng điện của HTĐ được tốt, nhằm đáp ứng nhu cầu cung cấp điện liên tục, tin cậy ngày càng cao của phụ tải. Trong khi đó, CSV là thiết bị bảo vệ hiệu quả nhưng việc nghiên cứu lắp đặt CSV trên ĐDK cao áp còn hạn chế, chưa có tính toán cụ thể mà chỉ dựa vào kinh nghiệm, đánh giá chủ quan.

Ngoài ra, để hạn chế ảnh hưởng của ĐDK cao áp đến quy hoạch phát triển cơ sở hạ tầng, nhà cửa, công trình kiến trúc, giảm thiểu đền bù ... các ĐDK hiện nay đa số được thiết kế, xây dựng trên những địa hình có cao độ lớn (đồi núi, khu vực đất đai canh tác kém hiệu quả...). Khi tuyến ĐDK đi qua khu vực này, thường là khu vực khô hạn ít nước, khu vực đất cằn cỗi, điện trở suất ρ của đất lớn... dẫn đến hệ thống nối đất ĐDK lớn và tổn kém.

Xuất phát từ các vấn đề trên, đề tài “Nghiên cứu sử dụng chống sét van trên đường dây cao áp để giảm suất cắt do quá điện áp khí quyển” là cần thiết nhằm đánh giá hiệu quả của sử dụng CSV trên lưới điện cao áp để nâng cao hiệu quả BVCS cho ĐDK.

2. Mục đích nghiên cứu

Nghiên cứu hiệu quả của việc lắp đặt CSV trên đường dây truyền tải. Kết quả nghiên cứu dựa trên chỉ tiêu chống sét là suất cắt của đường dây do QĐAKQ.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là việc ảnh hưởng của hiện tượng QĐAKQ trên ĐDK cao áp đến suất cắt. Nghiên cứu các giải pháp để giảm suất cắt ĐDK nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế.

3.2. Phạm vi nghiên cứu của đề tài

Nghiên cứu ảnh hưởng của việc lắp đặt CSV trên ĐDK cao áp do hiện tượng QĐAKQ thông qua tham số suất cắt ĐDK.

4. Phương pháp nghiên cứu

Trên cơ sở lý thuyết MHĐHH, lý thuyết truyền sóng trong hệ nhiều dây, lý thuyết xác suất, phương trình Maxwell và số liệu thực tế để tính toán, phân tích hiệu quả của các giải pháp được nêu ra dựa trên các phần mềm phổ biến.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Trên cơ sở nghiên cứu, tính toán, so sánh các giải pháp BVCS để giảm suất cắt ĐDK nhất là với các ĐDK đi qua vùng có ĐTS của đất cao, từ đó đề xuất giải pháp BVCS tốt nhất để đảm bảo yêu cầu kinh tế - kỹ thuật nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế.

bảo vệ của CSV có tính cục bộ.

3. Hướng phát triển của đề tài

Phương pháp nghiên cứu mà tác giả đưa ra trong luận văn này là dựa trên khái niệm về điện áp $U_{50\%}$, có xem xét đến đặc tính đường cong nguy hiểm. Do đó, cần thiết có chương trình, phần mềm tính toán cụ thể cho từng trường hợp ĐDK với các số liệu được thu thập đầy đủ như: mật độ sét, ĐTS của đất, độ cao địa hình và kết cấu của ĐDK; xem xét khả năng phóng điện của các cột lân cận khi cột kề nó đã được trang bị CSV.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận:

- Luận văn đã đưa ra luận chứng, phương pháp tính toán để đánh giá hiệu quả của việc lắp đặt CSV trên ĐDK do QĐAKQ.
- Các kết quả tính toán là phù hợp với một số công trình đã được công bố. Kết quả tính toán cho thấy lắp đặt CSV cho ĐDK là hiệu quả, giảm suất cắt do QĐAKQ, góp phần đảm bảo vận hành tin cậy, liên tục cho ĐDK cao áp.
- Đối với ĐDK đi qua vùng đất có ĐTS nhỏ, giải pháp giảm ĐTNĐ bằng cách bổ sung HTNĐ cột điện là giải pháp hiệu quả để giảm suất cắt ĐDK. Tuy nhiên, đối với vùng tuyến ĐDK đi qua có ĐTS của đất cao, việc treo DCS trở nên không hiệu quả thì việc lắp CSV để bảo vệ ĐDK là hiệu quả về kinh tế - kỹ thuật.

2. Kiến nghị

- Lắp đặt CSV bổ sung hoặc thay thế hoàn toàn cho DCS tại những vùng có ĐTS của đất lớn để bảo vệ QĐAKQ cho ĐDK.
- Bổ sung CSV có chọn lọc cho ĐDK có treo DCS tại các vị trí có địa mạo, địa hình địa chất đặc biệt như: địa hình cao, vùng có mật độ sét lớn, khu vực có ĐTS đất lớn để bảo vệ cách điện cho ĐDK nhằm giảm suất cắt.
- Lắp đặt CSV cho đoạn ĐDK cần bảo vệ phải liên tục trong từng đoạn tuyến để nâng cao hiệu quả bảo vệ do khả năng

6. Cấu trúc của luận văn:

Ngoài phần mở đầu và kết luận, luận văn có 4 chương.

☞ Chương 1: Tổng quan.

Nội dung chính của chương gồm các nội dung: tình hình thực tế sự cố sét đánh trên ĐDK, các tham số phóng điện sét, số lần sét đánh vào ĐDK, xác suất phóng điện, xác suất hình thành hồ quang, suất cắt đường dây, các giải pháp BVCS trên ĐDK cao áp, ưu và nhược điểm của các giải pháp chống sét ĐDK.

☞ Chương 2: Chống sét van và cách lựa chọn.

Nội dung chính của chương gồm: tổng quan về CSV trên ĐDK, các đặc điểm cơ bản của CSV sử dụng cho ĐDK, phương pháp lựa chọn CSV.

☞ Chương 3: Nghiên cứu lắp đặt CSV trên ĐDK cao áp để giảm suất cắt do QĐAKQ.

Nghiên cứu ảnh hưởng của việc lắp đặt CSV trên ĐDK có và không treo DCS thông qua tham số suất cắt ĐDK. Đánh giá hiệu quả của các giải pháp giảm suất cắt ĐDK.

☞ Chương 4: Tính toán hiệu quả lắp đặt CSV trên ĐDK 220kV Buôn Kuốp – Đắk Nông

Tính toán suất cắt của ĐDK khi lắp đặt CSV, so sánh chi phí đầu tư với phương án giảm ĐTNĐ bằng cách tăng cường HTNĐ.

Chương 1: TỔNG QUAN

1.1. Số lần sét đánh thẳng vào ĐDK trong một năm

Tổng số lần có sét đánh thẳng lên ĐDK hàng năm là:

$$N = (0,1 \div 0,15) \cdot 6h_{tb}^{cs} \cdot L \cdot 10^{-3} \cdot n_{ngs} \quad (1.4)$$

Trong đó

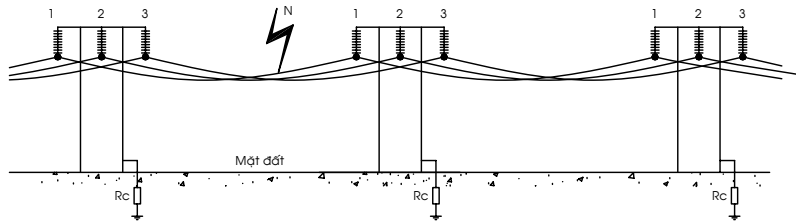
m_s : mật độ sét vùng có ĐDK đi qua.

n_{ngs} : số ngày sét trong một năm.

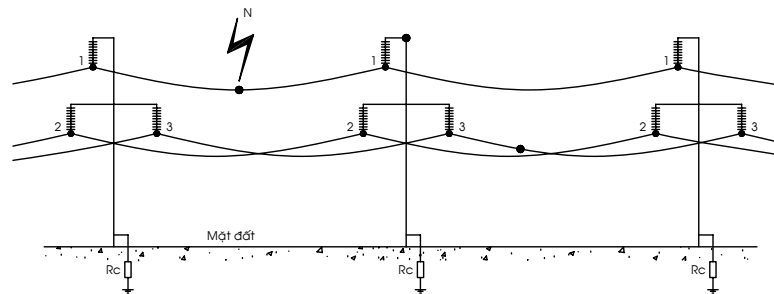
h_{tb}^{cs} : chiều cao trung bình của dây trên cùng [m].

Số lần sét đánh trực tiếp vào ĐDK có các trường hợp sau:

- ĐDK không treo DCS:



(a) Ba pha bố trí nằm ngang



(b) Ba pha bố trí Δ

Hình 1.2: Các trường hợp sét đánh vào ĐDK không treo DCS

ĐTS của đất ρ ($\Omega.m$)	HTNĐ yêu cầu (loại NĐ)	Khối lượng thép (kg)	Chi phí đầu tư HTNĐ (triệu VNĐ)
3.500	NĐ420-360	40.827	939,0
4.000	NĐ520-400	45.740	1.052,0
4.500	NĐ640-440	50.794	1.168,3
5.000	NĐ680-500	57.381	1.319,8

Từ bảng 4.7 ta nhận thấy, bằng phương pháp nội suy, khi điện trở suất của đất là $\rho = 1.400$ ($\Omega.m$) thì giá trị đầu tư HTNĐ bằng giá trị đầu tư lắp đặt CSV trên 01 pha của toàn tuyến.

Như vậy, đối với vùng có điện trở suất $\rho \geq 1.400$ ($\Omega.m$) thì việc đầu tư bổ sung CSV, lắp đặt trên 01 pha toàn tuyến ĐDK, sẽ có lợi ích hơn về kinh tế - kỹ thuật so với phương án tăng cường nối đất để giảm điện trở của HTNĐ.

Ví dụ để suất cắt ĐDK đạt được ≤ 1 lần/năm, có 02 giải pháp:

- Lắp đặt bổ sung loại nổi đất có ký hiệu là NĐ120-80 cho công trình để đạt điện trở HTNĐ là 3Ω , giá thành đầu tư 32 triệu VNĐ;
- Treo CSV trên 01 pha của ĐDK, bổ sung bảo vệ cùng với hệ thống chống sét hiện có, giá thành 01 bộ CSV: 90 triệu VNĐ.

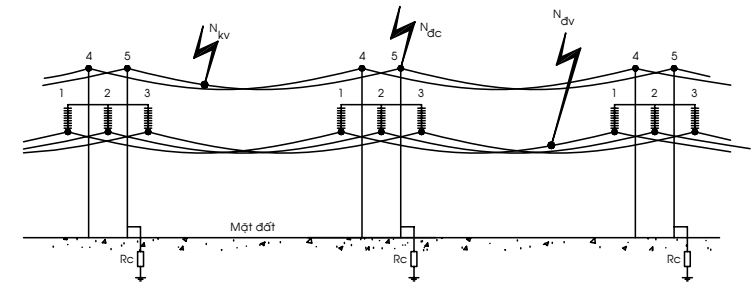
Ta nhận thấy rằng, để đạt suất cắt ≤ 1 lần/năm thì việc treo CSV trên 01 pha của ĐDK 220kV Buôn Kuốp – Đắk Nông tốn kém hơn trường hợp bổ sung nổi đất.

Để đạt được suất cắt ĐDK là $n_c \leq 1$ (lần/100km/năm), chi phí đầu tư HTNĐ bổ sung để đạt được ĐTNĐ là 3Ω thì chi phí đầu tư như sau:

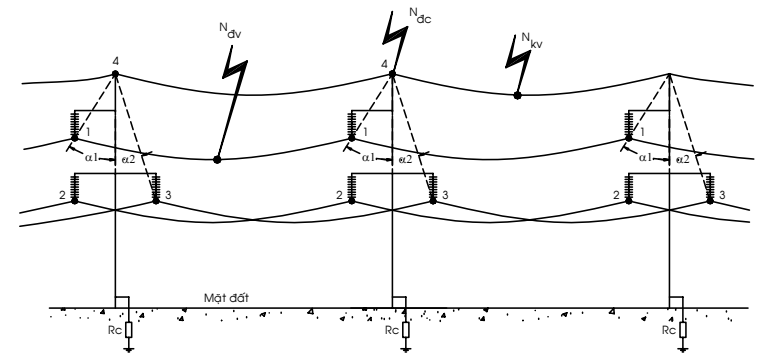
Bảng 4.7: Chi phí đầu tư HTNĐ để đạt ĐTNĐ 3Ω

ĐTS của đất ρ ($\Omega.m$)	HTNĐ yêu cầu (loại NĐ)	Khối lượng thép (kg)	Chi phí đầu tư HTNĐ (triệu VNĐ)
500	NĐ 60-48	978	22,5
1.000	NĐ 120-100	1.990	45,8
1.500	NĐ 200-140	5.365	123,4
2.000	NĐ 240-200	11.747	270,2
2.500	NĐ 320-240	20.406	469,3
3.000	NĐ 380-300	34.240	787,5

○ ĐDK có treo DCS:



(a) Ba pha bố trí nằm ngang



(b) Ba pha bố trí Δ

Hình 1.3: Các trường hợp sét đánh vào ĐDK có treo DCS

1.2. Suất cắt đường dây

Suất cắt đường dây là số lần cắt điện của đường dây có chiều dài 100km trong 01 năm, ký hiệu là n và được tính như sau:

$$n = N \cdot v \cdot \eta \quad (1.8)$$

Trong đó:

N : số lần sét đánh vào ĐDK.

v : xác suất phóng điện.

η : xác suất hình thành hồ quang.

1.3. Ưu và nhược điểm của các giải pháp chống sét ĐDK

1.3.1. Treo DCS

Treo DCS trên ĐDK là giải pháp bảo vệ hiệu quả khi có QĐAKQ.

Tuy nhiên, tại những vùng tuyến ĐDK đi qua có ĐTS của đất cao, việc thực hiện HTNĐ để giảm ĐTNĐ cho cột là vô cùng khó khăn và tốn kém. Do ĐTNĐ lớn nên điện áp do dòng điện sét đi trong cột lớn gây phóng điện trên cách điện của ĐDK. Như vậy, việc thực hiện treo DCS cũng không mang lại hiệu quả.

Ngoài ra, khi treo DCS suốt chiều dài tuyến có nhược điểm là làm tăng vốn đầu tư do cần phải đầu tư khối lượng kim loại màu đáng kể, hệ thống cột - xà - móng nặng nề để đảm bảo lực đầu cột do lực căng dây. Giá thành xây dựng công trình lớn.

Ngoài ra, việc treo DCS vẫn không thể bảo vệ được ĐDK trong trường hợp sét đánh vòng qua DCS vào DD ở phía dưới hoặc phóng điện ngược do sét đánh gần ĐDK.

1.3.2. Giảm điện trở nối đất

Giải pháp giảm ĐTNĐ kết hợp bảo vệ ĐDK bằng DCS chỉ nên thực hiện tại những vùng tuyến đi qua có ĐTS của đất thấp. Khi đó, ĐTNĐ giảm nhanh và HTNĐ tốt, có lợi cho việc BVCS.

1.3.3. Lắp đặt CSV

Tại những vùng tuyến ĐDK đi qua có ĐTS của đất lớn, nếu đầu tư HTNĐ tốt thì rất tốn kém, nếu không đầu tư HTNĐ thì treo DCS cũng không mang lại hiệu quả nên việc treo CSV cho ĐDK cần được quan tâm để giảm suất cắt ĐDK.

4.3. Suất cắt đường dây

Suất cắt ĐDK 220kV Buôn Kuốp – Đắk Nông trong các trường hợp được tính toán và tổng hợp dưới đây.

Bảng 4.6: Tổng hợp suất cắt ĐDK trong các trường hợp:

Tr.hợp R _{nd} (Ω)	Suất cắt ĐDK			
	0 DCS 0 CSV	2 DCS 0 CSV	0 DCS 1 CSV	2 DCS 1 CSV
30	78,23	8,76	19,38	0,12055
25	78,23	7,04	19,38	0,04324
20	78,23	5,42	19,38	0,01527
15	78,23	3,90	19,38	0,00937
10	78,23	2,51	19,38	0,00891
3	78,23	0,98	19,38	0,00891

ĐTS của đất khu vực tuyến ĐDK đi qua rất lớn $1200 \div 1400\Omega\text{m}$ nên ĐTNĐ yêu cầu theo Quy phạm Trang bị điện $R_{nd} \leq 30\Omega$ tương đương với loại nối đất cần sử dụng có ký hiệu là NĐ20-12. Khi đó suất cắt của ĐDK lớn (8,76 lần/năm) nên vận hành không tin cậy.

Trường hợp bỏ hoàn toàn DCS và lắp đặt CSV trên 01 pha cho toàn tuyến cũng không hiệu quả, suất cắt ĐDK lớn (19,38 lần/năm).

Do NMTĐ Buôn Kuốp có vai trò lớn trong HTĐ, cung cấp nguồn điện năng để phát triển các tỉnh miền Đông Nam Bộ nên việc tách nhà máy ra khỏi HTĐ sẽ gây thiệt hại rất lớn cho nền kinh tế. Do vậy, suất cắt yêu cầu càng nhỏ càng tốt.

Chương 4:
TÍNH TOÁN HIỆU QUẢ LẮP ĐẶT CSV
TRÊN ĐDK 220kV BUÔN KUỐP – ĐẮK NÔNG

4.1. Quy mô ĐDK 220kV Buôn Kuốp – Đắk Nông

4.1.1. Tổng quan

Công trình "ĐDK 220kV Buôn Kuốp - Đắk Nông" dự kiến được xây dựng trên địa bàn các huyện Krông Ana, thành phố Buôn Ma Thuột - tỉnh Đắk Lắk và các huyện Cư Jút, Đắk Mil, Krông Nô, Đắk Song, Đắk R'Lấp, thị xã Gia Nghĩa - tỉnh Đắk Nông

Qua quá trình khoan thăm dò và thí nghiệm trong phòng cho thấy giá trị điện trở suất của đất dọc tuyến ĐDK tương đối cao ($1.200 \div 1.400 \Omega m$).

4.1.2. Thông số chính của ĐDK

Cấp điện áp : 220kV.
Số mạch : 01 mạch (phân pha 2 dây).
Chiều dài tuyến : 85,1km.
Dây dẫn : 2xACSR-330.
Dây chống sét : GSW-70.
Tiếp đất : Thép mạ kẽm loại hỗn hợp cọc – tia.

4.2. Giải thiết các trường hợp để tính toán suất cắt

- ĐDK không treo DCS., không lắp CSV.
- ĐDK treo 02 DCS, không lắp CSV.
- ĐDK không treo DCS, lắp CSV 01 pha toàn tuyến.
- ĐDK treo 02 DCS, lắp CSV 01 pha toàn tuyến.

Chương 2:
CHỐNG SÉT VAN – THÔNG SỐ
VÀ CÁCH LỰA CHỌN

2.1. Cấu tạo và phân loại

Phần chính của CSV gồm một chuỗi nhiều khe hở nhỏ nối tiếp nhau và ghép nối tiếp với một chông nhiều đĩa điện trở không đường thẳng, còn gọi là điện trở làm việc. Tất cả đặt kín trong một ống có vỏ sứ bảo vệ.

CSV phổ biến hiện nay có 2 loại: có khe hở (Gap) và không có khe hở (Gapless).

Tuy nhiên, xu hướng hiện nay là sử dụng loại không khe hở do việc lắp đặt đơn giản.



(a) CSV kiểu không có khe hở ngoài

(b) CSV kiểu có khe hở ngoài

Hình 2.1: Các loại CSV sử dụng trên ĐDK

2.2. Phương pháp lựa chọn CSV không khe hở để bảo vệ ĐDK cao áp

Các thông số đặc trưng cho các chống sét van loại MO không khe hở (Gap less) như sau:

U_R : điện áp định mức của chống sét.

U_C : điện áp vận hành liên tục của chống sét.

I_N : dòng điện xả danh định.

E : khả năng hấp thụ năng lượng.

Trong đó:

- Điện áp định mức (U_R) là tham số để xác định các chế độ vận hành.
- Điện áp vận hành liên tục (U_C) được tính chọn theo 2 chế độ:

Chế độ làm việc bình thường:

$$U_C \geq \frac{U_m}{\sqrt{3}} \quad (2.3)$$

Chế độ quá điện áp do chạm đất 1 pha

$$U_C \geq \frac{C_E \cdot U_m}{T \cdot \sqrt{3}} \quad (2.4)$$

$U_{cd1}(t)$ gây ra được xả xuống đất do CSV làm việc.

Khi đó, điện áp trên các pha còn lại cũng được ghim ở điện áp U_{dir_CSV} nên các pha còn lại nói trên cũng không bị phóng điện

$$V_{pd}(t_i) = 0$$

- c. Suất cắt ĐDK khi sét đánh vào đỉnh cột

$$n_{dc} = V_{pd} \cdot \eta \cdot N_{dc} = 0$$

3.3.1.4. Suất cắt do sét đánh vòng qua DCS vào DD

Suất cắt ĐDK do sét đánh vòng là:

$$n_{dv} = N_{fa-1} \cdot V_{pd\ fa-1} \cdot \eta = \frac{N_{dv}}{2} \cdot V_{pd\ fa-1} \cdot \eta$$

3.3.1.5. Suất cắt ĐDK

$$n_{dv} = n_{dv}$$

Các trường hợp lắp đặt CSV trên 02 pha và 03 pha được phân tích tương tự.

3.4. Lắp đặt CSV có chọn lọc

- Mỗi CSV sẽ bảo vệ cho chính cách điện mà nó mắc song song (tính chất cục bộ). Do đó, để giảm chi phí đầu tư CSV, ta cần xem xét đến việc đầu tư và lắp đặt CSV có chọn lọc.
- Do tính bảo vệ cục nên khi muốn bảo vệ đoạn tuyến thường bị sự cố do QĐAKQ, ta cần treo CSV tại các vị trí cột liên tiếp của đoạn tuyến đó thì đoạn tuyến này được bảo vệ an toàn.

3.3.1.2. Sét đánh vào khoảng vượt của DCS

- a. Số lần sét đánh vào khoảng vượt

$$N_{kv} = N - N_{dc} \approx \frac{N}{2} \quad (3.27)$$

- b. Xác suất phóng điện trên cách điện của ĐDK khi sét đánh vào khoảng vượt DCS

Điện áp giáng lên cách điện của các pha:

$$U_{cd1}(t) = \frac{a}{2} \cdot (R_c \cdot t + L_c^{cs}) (1 - K_1) + U_{iv} = U_{dir_CSV} \quad (3.32)$$

$$U_{cd2}(t) = \frac{a}{2} \cdot (R_c \cdot t + L_c^{cs}) (1 - K_2) + U_{iv} \quad (3.33)$$

$$U_{cd3}(t) = \frac{a}{2} \cdot (R_c \cdot t + L_c^{cs}) (1 - K_3) + U_{iv} \quad (3.34)$$

Tại pha có lắp CSV (pha 1) thì dòng điện do điện áp $U_{cd1}(t)$ gây ra được xả xuống đất do CSV làm việc.

Khi đó, điện áp trên các pha còn lại cũng được ghim ở điện áp U_{dir_CSV} nên các pha còn lại nói trên cũng không bị phóng điện.

- c. Suất cắt của ĐDK khi sét đánh vào khoảng vượt DCS:

$$n_{kv} = 0 \quad (3.35)$$

3.3.1.3. Suất cắt do sét đánh vào đỉnh cột

- a. Số lần sét đánh vào đỉnh cột

$$N_{dc} = N_{kv} = \frac{N}{2} \quad (3.36)$$

- b. Xác suất phóng điện

Tại pha có lắp CSV (pha 1) thì dòng điện do điện áp

Chương 3: NGHIÊN CỨU LẮP ĐẶT CSV TRÊN ĐDK CAO ÁP ĐỂ GIẢM SUẤT CẮT DO QĐAKQ

3.1. Tổng quan

Để giảm suất cắt ĐDK cao áp, ta cần tìm cách giảm số lần sét đánh trực tiếp vào ĐDK (treo DCS), giảm xác suất hình thành hồ quang trên cách điện ĐDK (treo CSV).

Việc nghiên cứu lắp đặt CSV trên ĐDK cao áp nhằm mục đích xem xét nên (hay không) treo CSV bổ sung, thay thế một phần hoặc thay thế hoàn toàn DCS để giảm suất cắt trên ĐDK cao áp. Do đó, cần xem xét các trường hợp:

- Suất cắt ĐDK cao áp khi lắp đặt CSV và không treo DCS.
- Suất cắt ĐDK cao áp khi lắp đặt CSV và có treo DCS.

3.2. Suất cắt trên ĐDK không treo DCS

3.2.1. Suất cắt ĐDK không treo DCS và không lắp đặt CSV

- a. Số lần sét đánh vào đường dây:

$$N = N - N_{dc} (-N_{dv}) \approx N_{kv} \quad (3.1)$$

- b. Xác suất phóng điện qua cách điện:

$$V_{pd}(t_i) = \sum \Delta V_{pd}(i) \quad (3.10)$$

$$\text{Với } \Delta V_{pd}(i) = e^{\frac{I_i}{26,1}} \left(e^{-\frac{a_i}{10,9}} - e^{-\frac{a_{i-1}}{10,9}} \right) \quad (3.11)$$

- c. Suất cắt do sét đánh vào khoảng vượt của ĐDK:

$$n_{kv} = N_{kv} \cdot V_{pd} \cdot \eta \quad (3.12)$$

Trong đó: η được tra theo bảng 1.2 hoặc theo [1].

⇒ Suất cắt ĐDK không treo DCS: $n = n_{kv}$.

3.2.2. Suất cắt ĐDK không treo DCS và có lắp CSV trên 01 pha

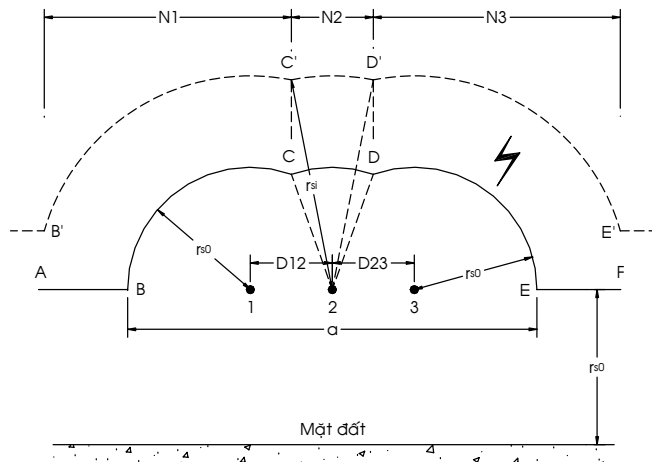
Trong trường hợp này, 01 pha đã được lắp CSV trên suốt chiều dài tuyến nên không bị phóng điện trên cách điện. Ta cần tính toán điện áp trên 02 pha không được lắp CSV để xem xét khả năng phóng điện trên cách điện của 02 pha còn lại, ảnh hưởng đến suất cắt của cả đường dây.

Pha được chọn để lắp CSV là pha có khả năng nguy hiểm nhất khi bị sét đánh.

3.2.2.1. Ba pha bố trí ngang

a. Xác định pha bị sét đánh nhiều nhất:

Theo MHDHH ta xác định được phạm vi sét đánh thẳng vào từng pha của ĐDK theo bề rộng lần lượt là N_1, N_2 và N_3 .



Hình 3.2: MHDHH – 3 pha bố trí nằm ngang

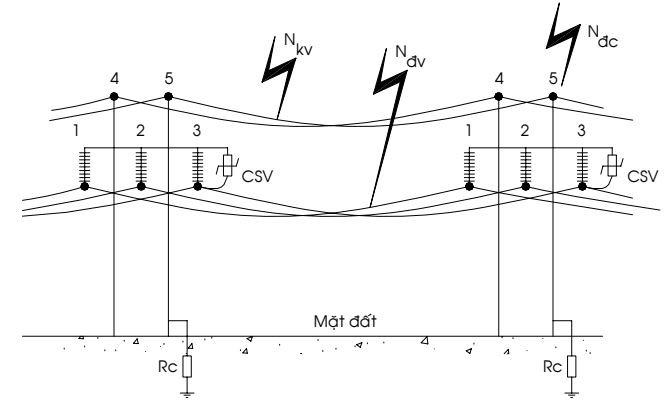
b. Số lần sét đánh vào ĐDK:

Số lần sét đánh vào ĐDK chính là số lần sét đánh vào

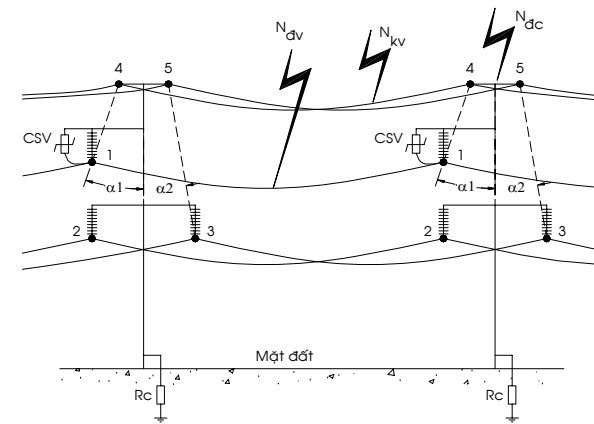
3.3. Suất cắt trên ĐDK có treo DCS

3.3.1. Suất cắt ĐDK có treo DCS và lắp CSV trên 01 pha

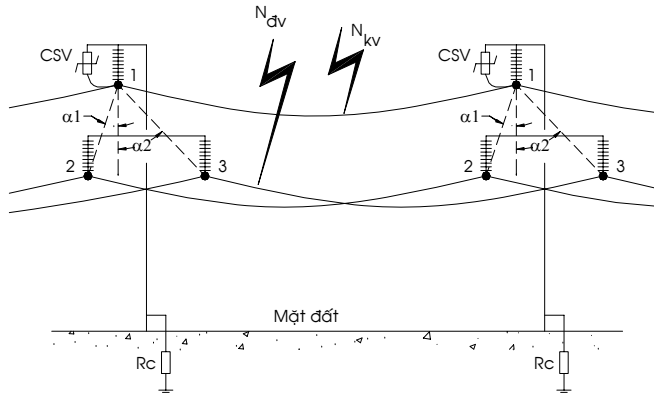
3.3.1.1. Các trường hợp sét đánh vào ĐDK có treo DCS



Hình 3.14: Lắp đặt CSV trên 01 pha ĐDK có treo DCS – 3 pha ngang



Hình 3.15: Lắp đặt CSV trên 01 pha ĐDK có treo DCS – 3 pha Δ



Hình 3.6: Lắp đặt 01 CSV trên 01 pha ĐDK – 3 pha Δ

c. Ảnh hưởng của việc lắp đặt CSV đến suất cắt ĐDK:

❖ Sét đánh vào khoảng vượt (pha 1):

Do pha 1 có lắp CSV nên khi sét đánh khoảng vượt thì CSV sẽ hoạt động và xả dòng sét xuống đất, không gây cắt điện. Điện áp trên các pha còn lại được ghim bởi U_1 nên:

$$V_{pd1} = 0. \tag{3.24}$$

❖ Sét đánh vòng vào pha 3:

Gọi V_{pd3} là xác suất phóng điện của ĐDK khi sét đánh vào pha 3 không treo CSV, ta có:

$$V_{pd3}(t_i) = \sum \Delta V_{pd3}(i) \text{ với } \Delta V_{pd3}(i) = e^{\frac{1}{26,1}} \cdot \left(e^{\frac{a_i}{10,9}} - e^{\frac{a_{i-1}}{10,9}} \right)$$

d. Suất cắt ĐDK

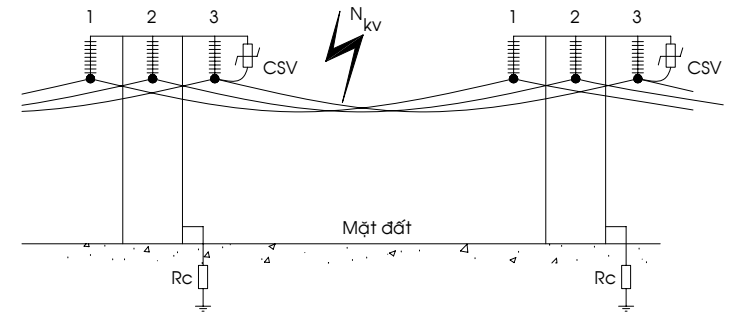
$$n_{c(\Delta)-lcsv} = N_{kv} \cdot V_{pd1} \cdot \eta + N_{dv} \cdot V_{pd3} \cdot \eta = N_{dv} \cdot V_{pd3} \cdot \eta \tag{3.25}$$

khoảng vượt:

$$N = N_{kv} \tag{3.15}$$

Ta nhận thấy rằng, số lần sét đánh vào pha có lắp CSV (N_3) và số lần sét đánh vào pha không được lắp CSV (N_1) là như nhau, do đó:

$$N_1 = N_3 = \frac{N}{2} = \frac{N_{kv}}{2} \tag{3.16}$$



Hình 3.3: Lắp đặt 01 CSV trên 01 pha ĐDK – 3 pha ngang

c. Ảnh hưởng của việc lắp đặt CSV đến suất cắt ĐDK:

Xác suất sét đánh vào hai pha bìa lớn hơn pha giữa nên ta lắp đặt 01 CSV ở pha bìa, có 2 trường hợp xảy ra:

- Sét đánh vào khoảng vượt của pha có lắp CSV .
- Sét đánh vào khoảng vượt của pha không lắp CSV .

Cụ thể như sau:

❖ Khi sét đánh vào khoảng vượt của pha có lắp CSV (pha 3):

CSV sẽ hoạt động và xả dòng sét xuống đất, không gây cắt điện. Ta cần tính khả năng phóng điện ở 2 pha còn lại thông qua điện áp trên từng

pha.

- Điện áp đặt lên cách điện của pha bị sét đánh (pha 3) là:

$$u_3(t) = \frac{i_s(t)}{4} Z_{dd} + U_{lv} = \frac{a \cdot t}{4} Z_{dd} + U_{lv}$$

- Điện áp đặt trên cách điện của các pha không bị sét đánh:

$$u_1(t) = u_3(t) \cdot (1 - K_{vq1}) = \left(\frac{a \cdot t}{4} Z_{dd} + U_{lv} \right) \cdot (1 - K_{vq1}).$$

$$u_2(t) = u_3(t) \cdot (1 - K_{vq2}) = \left(\frac{a \cdot t}{4} Z_{dd} + U_{lv} \right) \cdot (1 - K_{vq2}).$$

- Tại thời điểm CSV trên pha 3 làm việc, điện áp trên các pha như sau:

$$U_3 = U_{durCSV} \leq U_{50\%}$$

$$U_1 = U_3 \cdot (1 - K_{vq1}) \quad (3.17)$$

$$U_2 = U_3 \cdot (1 - K_{vq2})$$

- Gọi V_{pd3} là xác suất phóng điện của ĐDK khi sét đánh vào pha 3 có treo CSV, ta có:

$$V_{pd3} = 0. \quad (3.18)$$

- ❖ Khi sét đánh vào khoảng vượt của pha không lắp CSV (pha 1):

Trong trường hợp này, xác suất phóng điện được tính như trường hợp “sét đánh vào ĐDK không treo DCS và không lắp CSV – 3 pha bố trí ngang” tại mục 3.2.1.1.b và xác định theo công thức:

$$V_{pd1}(t_i) = \sum \Delta V_{pd1}(i) \text{ với } \Delta V_{pd1}(i) = e^{\frac{t_i}{26,1}} \cdot \left(e^{\frac{a_i}{10,9}} - e^{\frac{a_{i-1}}{10,9}} \right)$$

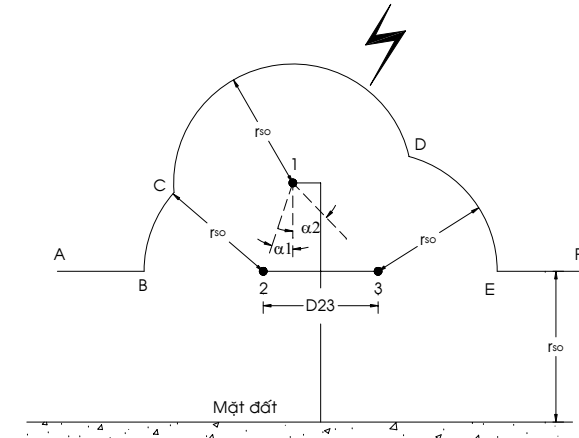
d. Suất cắt ĐDK

$$n_{c(\text{ngang})-l_{csv}} = n_1 + n_3 = N_1 \cdot V_{pd1} \cdot \eta + N_3 \cdot V_{pd3} \cdot \eta = \frac{N}{2} \cdot V_{pd1} \cdot \eta \quad (3.19)$$

3.2.2.2. Ba pha bố trí Δ

a. Xác định pha bị sét đánh nhiều nhất:

- Khi 03 pha được bố trí Δ , nếu sét đánh vào ĐDK thì theo MHĐHH, dây pha trên cùng (pha 1) bị xác suất sét đánh nhiều nhất. Do đó, ta lắp đặt 01 CSV ở pha trên cùng (pha) để thực hiện tính toán.
- Các pha 2 và 3 do nằm dưới pha 1 nên xác suất sét đánh vào các pha này coi như sét đánh vòng.



Hình 3.5: MHĐHH – 3 pha bố trí Δ

b. Số lần sét đánh trên chiều dài L [km] ĐDK:

$$N = N_{kv} + N_{dv} \quad (3.21)$$