

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2008

**TÌM HIỂU TRẠM BIẾN ÁP 110KV TRÀNG DUỆ VÀ
THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHỐNG SÉT TRẠM 110KV**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN CÔNG NGHIỆP**

HẢI PHÒNG - 2016

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2008

**TÌM HIỂU TRẠM BIẾN ÁP 110KV TRÀNG DUỆ VÀ
THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHỐNG SÉT TRẠM 110KV**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN CÔNG NGHIỆP**

Sinh viên: Đoàn Văn Đông

Người hướng dẫn: Th.S Nguyễn Đoàn Phong

HẢI PHÒNG - 2016

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam
Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc
-----o0o-----
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Đoàn Văn Đông – MSV : 1512102002
Lớp : ĐCL 901- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp
Tên đề tài : Tìm hiểu trạm biến áp 110KV Trảng Duệ và Thiết
kế hệ thống chống sét cho trạm biến áp 110KV

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.....:

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Nguyễn Đoàn Phong
Học hàm, học vị : Thạc Sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2016.
Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2016

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Đoàn Văn Đông

Th.S Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2016

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGƯT TRẦN HỮU NGHỊ

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Cho điểm của cán bộ chấm phản biện
(*Điểm ghi bằng số và chữ*)

Ngày.....tháng.....năm 2016
Người chấm phản biện
(*Ký và ghi rõ họ tên*)

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU CHUNG TRẠM BIẾN ÁP 110KV	
1.1 Tên trạm	2
CHƯƠNG 2 CÁC THIẾT BỊ CHÍNH TRONG TRẠM BIẾN ÁP 110KV	
2.1 Máy biến áp	
2.1.1 Các thông số máy biến áp 110KV.....	3
2.1.2 Các thông số kỹ thuật của bộ biến áp.....	5
2.1.3 Chế độ làm việc cho phép của máy biến áp	7
2.1.4 Chế độ làm việc quá tải của máy biến áp.....	7
2.1.5 Kiểm tra khi vận hành.....	8
2.2 Tụ dùng	
2.2.1 Tụ dùng 1 (TD35/0.4KV).....	10
2.2.2 Tụ dùng 2 (TD23/0.4KV).....	11
2.3 Máy cắt.....	11
2.3.1 Các thông số cơ bản của bộ truyền động.....	12
2.3.2 Cấu tạo cơ bản của máy cắt	13
2.4 Dao cách ly và dao nối đất 110KV	
2.4.1 Dao cách ly	13
2.4.2 Dao nối đất	14
2.5 Máy biến dòng và máy biến áp 110KV	
2.5.1 Máy biến dòng (TI)	14
2.5.2 Máy biến điện áp (TU)	14
2.6 Hệ thống chống sét	15
2.7 Thiết bị phân phối trong nhà	16
CHƯƠNG 3 HIỆN TƯỢNG DÔNG SÉT VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA DÔNG SÉT ĐẾN HỆ THỐNG ĐIỆN VIỆT NAM	
3.1 Tìm hiểu hiện tượng dông sét.....	18

3.2 Ảnh hưởng của dòng sét đến hệ thống điện Việt Nam.....	19
--	----

CHƯƠNG 4 BẢO VỆ CHỐNG SÉT ĐÁNH TRỰC TIẾP VÀO TRẠM BIẾN ÁP

4.1 Khái niệm chung	20
4.2 Các yêu cầu của kỹ thuật khi tính toán bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm	21
4.3 Các phương pháp sử dụng để tính toán chiều cao cột và phạm vi bảo vệ	
4.3.1 Công thức tính chiều cao của cột thu lôi	22
4.3.2 Phạm vi bảo vệ của một cột thu lôi độc lập.....	22
4.3.3 Phạm vi bảo vệ của hai hay nhiều cột thu lôi	23
4.4 Các số liệu dùng để tính toán thiết kế cột thu lôi bảo vệ trạm biến áp 110KV	25
4.5 Các phương án bố trí cột thu lôi bảo vệ	
4.5.1 Phương án 1	25
4.5.2 Phương án 2.....	40
4.6 So sánh và tổng kết các phương án.....	42

CHƯƠNG 5 TÍNH TOÁN NỔ ĐẤT CHO TRẠM BIẾN ÁP 110/35KV

5.1 Khái niệm chung.....	43
5.2 Tính toán nổ đất	
5.2.1 Phía 110KV	46
5.2.2 Phía 35KV.....	61

CHƯƠNG 6 TÍNH TOÁN BẢO VỆ CHỐNG SÉT TRUYỀN VÀO TRẠM BIẾN ÁP TỪ ĐƯỜNG DÂY 110KV

6.1 Mở đầu.....	65
6.2 Các phương pháp tính toán điện áp trên cách điện cho thiết bị có sóng truyền vào trạm.....	66
6.2.1 Tính toán điện áp trên cách điện của thiết bị khi có sóng truyền vào trạm bằng phương pháp lập bảng	67

6.2.2 Tính toán điện áp trên cách điện của thiết bị khi có sóng truyền vào trạm bằng phương pháp đồ thị	70
6.2.3 Tính toán điện áp cách điện của thiết bị khi có sóng truyền vào trạm bằng phương pháp tiếp tuyến	72
6.3 Trình tự tính toán.....	73
6.3.1 Lập sơ đồ thay thế rút gọn trạng thái nguy hiểm nhất của trạm	74
6.3.2 Thiết lập phương pháp tính điện áp các nút trên sơ đồ rút gọn.....	79
6.3.3 Các đặc tính cách điện tại các nút cần bảo vệ	84
KẾT LUẬN ĐỒ ÁN.....	87
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	88

LỜI MỞ ĐẦU

Là một sinh viên đang học tập và rèn luyện tại trường đại học Dân lập Hải Phòng, em cảm thấy một niềm tự hào và động lực to lớn cho sự phát triển của bản thân trong tương lai. Sau năm năm học đại học, dưới sự chỉ bảo, quan tâm của các thầy cô, sự nỗ lực của bản thân, em đã thu được những bài học rất bổ ích, được tiếp cận các kiến thức khoa học kỹ thuật tiên tiến phục vụ cho lĩnh vực chuyên môn mình theo đuổi. Có thể nói, những đồ án môn học, bài tập lớn hay những nghiên cứu khoa học mà một sinh viên thực hiện chính là một cách thể hiện mức độ tiếp thu kiến thức và vận dụng sự dạy bảo quan tâm của thầy cô.

Chính vì vậy em đã dành thời gian và công sức để hoàn thành đồ án tốt nghiệp “ *Tìm hiểu trạm biến áp 110kV Tràng Duệ và thiết kế bảo vệ chống sét cho trạm biến áp 110kV và đường dây 110kV* ” do thầy giáo Th.S Nguyễn Đoàn Phong hướng dẫn

Nội dung bao gồm các chương

Chương 1: Giới thiệu chung trạm biến áp 110KV

Chương 2: Các thiết bị chính trong trạm biến áp 110KV

Chương 3: Hiện tượng dông sét và ảnh hưởng của dông sét đến hệ thống điện Việt Nam

Chương 4: Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm biến áp 110KV

Chương 5: Tính toán nối đất cho trạm biến áp 110KV

Chương 6: Tính toán bảo vệ chống sét truyền vào trạm biến áp từ đường dây 110KV

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU CHUNG TRẠM BIẾN ÁP 110KV

1.1 Giới thiệu chung về trạm

Tên trạm :Trạm biến áp 110 KV Tràng Duệ (E2.21)

Được xây dựng tại thôn Trạm Bạc xã Tràng Duệ, huyện An Dương TP Hải Phòng . Cấp điện cho huyện An Lão ,An Dương ,khu Công nghiệp Tràng Duệ thuộc Thành phố Hải Phòng. Trạm được chính thức đưa vào vận hành và khai thác ngày 30/11/2014. Thiết bị trạm chủ yếu là của hãng ALSTOM, SIMEMS cung cấp đồng bộ các thiết bị đóng cắt, rơ le bảo vệ
Máy biến áp chính do nhà máy chế tạo thiết bị điện Đông Anh sản xuất.

*/ Trạm được lắp đặt hiện tại có 2 MBA là: T1 và T2 115/38.5/23 - 63.000 KVA - 115/38,5/23

*/ Nguồn cấp điện gồm 2 nguồn:

+ Đường dây 220 KV từ trạm 220 KV Đồng Hòa (187E 2.1)

*/ Phụ tải của trạm E2.21 có 2 cấp điện áp 23 KV và 38.5 KV gồm:

+ ĐDK - Đi Huyện An Dương và Huyện An Lão

+ ĐDK - Đi khu công nghiệp Tràng Duệ và Công ty

LGElectronics Hải Phòng

Trạm biến áp E2.21 thuộc sự điều hành và quản lý của Công ty TNHH MTV điện lực Hải Phòng .

Nhân sự của trạm gồm 8 người trong đó gồm:

Trạm trưởng : 01 người

Trực vận hành : 7 người

Bảo vệ : 2 người

Trong 8 người thì có 01 người là an toàn viên

Chế độ làm việc 3 ca 4 kíp (trực 24/24h , 8 tiếng một ca trực) trong ca trực có 02 nhân viên vận hành , trạm trưởng làm hành chính .

CHƯƠNG 2

CÁC THIẾT BỊ CHÍNH TRONG TRẠM 110 KV E2.21

2.1. Máy biến áp

2.1.1. Các thông số máy biến áp 110KV

Nhà sản xuất: Nhà máy chế tạo thiết bị điện Đông Anh

Kiểu loại: 63000kVA- 115/35/22 -EEMC - MEE

Số hiệu: 164735 280

Kiểu làm mát: tự nhiên / cưỡng bức

Trọng lượng : 106000 kg.

Trọng lượng dầu : 28000kg loại dầu chính hyvolt (ergon- mỹ) làm việc bên ngoài

Bảng 2.1 Các số liệu và đặc tính kỹ thuật cơ bản

Tham số	Tri số
Công suất định mức của các cuộn dây (KVA) - làm mát ONPF	
Cao thế	63.000
Hạ thế	63.000
Trung thế	63.000
Công suất định mức của các cuộn dây (KVA) - làm mát ONAN (Khi cắt mạch quạt mát)	
Cao thế	50400
Hạ thế	50400
Trung thế	50400
Điện áp danh định / điện áp làm việc cho phép Max (KV) ở các vận hành định mức	
Cao thế	115
Hạ thế	23
Trung thế	38.5
Dòng điện danh định (A)	
Cao thế :	316.288
Hạ thế	944.755
Trung thế	1581.438
Tần số danh định	50
Tổ đầu dây	3

Kiểu điều chỉnh điện áp	Cao thế Trung thế Hạ thế	Có điện Không điện Không điều chỉnh
-------------------------	--------------------------------	---

Bảng 2.2 Điện áp và dòng điện ở các nấc phân áp:

Cuộn dây	Nấc	U(KV)	I(A)	Cuộn dây	nấc	U(KV)	I(A)
Cao thế	1	133,423	272.6	Cao thế	15	104,765	347.2
	2	131,376	276.9		16	102,718	354.1
	3	128,329	281.2		17	100,671	361.3
	4	127,282	285.8		18	98,624	368.8
	5	125,235	290.4		19	96,577	376.6
	6	123,188	295.5	Trung thế	1	40,425	899.7
	7	121,141	300.3		2	39,462	921.7
	8	119,094	305.3		3	38,5	944.7
	9	117,047	310.8		4	37,537	969
	10	115,000	316.3		5	36,575	994.5
	11	112,953	322	Hạ thế			
	12	110,906	327.9			23	1581.4
	13	108,859	334.1				
	14	106,812	340.5				

Khả năng chịu ngắn mạch:

- Phía 110 kv: 31 KA/3giây
- Phía 35kv và 22kv: 31,5/1giây

Các thông số thí nghiệm:

- Tổn hao không tải: $P_0 = 31,9KW$
- Dòng điện không tải : $I_0 = 0,090\%$
- Tổn hao ngắn mạch : khi nhiệt độ cuộn dây ở $75^{\circ}C$

$$PN_{110-35} = 228,685 KW$$

$$PN_{110-22} = 229,241 KW$$

$$PN_{35-22} = 191,676 KW$$

- Điện áp ngắn mạch : khi nhiệt độ cuộn dây ở $75^{\circ}C$

$$UN_{110-35} = 10,46 \%$$

$$UN_{110-22} = 17,72 \%$$

$$UN_{35-22} = 6,34 \%$$

2.1.2. Các thông số kỹ thuật của bộ điện áp :

Thông số kỹ thuật của bộ điện áp tải

Kiểu loại – mã hiệu VV III 600Y-76-10191W

Nhà chế tạo :ĐỨC

Số chế tạo :1686580

Năm sản xuất :2016

Năm đưa vận hành :2016

Dòng định mức của OLTC : 600A

Điện áp định mức :76kV

Số nấc :19

Phạm vi điều chỉnh $\pm 9 \times 1.78\%$

Trọng lượng dầu 21.8 tấn

Loại dầu đang sử dụng Hyvolt (Ergon-mỹ)

Kiểu lại Role tự động điều chỉnh điệp áp REG-DA(REG SYS)

Thông số kỹ thuật của bộ truyền động

Kiểu loại- mã hiệu: ED 100 S

Nhà chế tạo : ĐỨC

Năm đưa vận hành :2016

Công suất cơ động 0.75kW

Kiểu điều khiển : bằng tay + bằng điện

Thông số kỹ thuật của chuyển mạch không điện

Nhà chế tạo :Công ty TBD Đông Anh

Năm sản xuất và vận hành : 2016

Dòng điện định mức chuyển mạch :1200

Điện áp định mức $38.5 \pm 2 \times 2.5\%$

Số nấc điều chỉnh :5

Các số liệu khác:

* *Sứ xuyên cách điện :*

- Sứ cao áp 115 KV : Loại 123 KV -800 do hãng Passoni - Vi na sản xuất
- Sứ trung tính cao áp : Loại 72,5 KV - 800 do hãng Passoni - Vi na sản xuất
- Sứ trung , hạ áp : Loại sứ do công ty Kỹ thuật Hoàng Liên Sơn sản xuất.

* *Hệ thống làm mát:*

- Giàn cánh tản nhiệt
- Hệ thống quạt: 16x0,4 KW -220/380VAC điều chỉnh bằng tay hoặc tự động theo nhiệt độ dầu

Khởi động quạt khi: $t_d = 60^0$ C

Dừng quạt khi : $t_d = 50^0$ C

* *Hệ thống điều chỉnh điện áp:*

- + Bộ điều áp dưới tải (OLTC) phía cao áp
- Kiểu UBBRN -300/400 -ABB
- Bộ truyền động motor kiểu BUL
- Điều khiển: Từ xa bằng bộ đ/c điện áp dưới tải kiểu SPAU341; điều khiển bằng tay

OLTCđược bảo vệ: Chống quá tải chống ngắn mạch động cơ và nguồn điều khiển . Mát hoặc kém điện áp

OLTCđược điều khiển và kiểm soát nhờ trang bị tự động điều khiển kiểu SPAU 341 C1 được đặt tại tủ điều khiển trong phòng điều khiển trung tâm.

- + Bộ điều chỉnh điện áp không tải :

Đặt phía 35 KV do nhà chế tạo Đông Anh sản xuất

* *Máy biến dòng chân sứ MBA*

- +Chân sứ cao áp:

Số lượng chân sứ 03

Tỷ số biến : 100-200-400/1A

Số cuộn thứ cấp : 03/ chân sứ

Độ chính xác và công suất

02 cái để bảo vệ : CL 5P 20-30VA

01 Cái để đo lường : CL 05- 30 VA

Pha B có thêm 1 cái để đo nhiệt độ cuộn dây : CL 5P 20-30 VA

+Chân sứ trung tính cao áp

Số lượng chân sứ 01

Tỷ số biến : 100-200-400/1A

Số cuộn thứ cấp : 02 để bảo vệ

Độ chính xác và công suất: CL 5P 20-30 VA

+Chân sứ 23 KV

Số lượng chân sứ 03

Tỷ số biến : 800-1000 - 1200/1 A

Số cuộn thứ cấp : 02/ chân sứ

Độ chính xác và công suất: CL 5P 20-30 VA

2.1.3. Chế độ làm việc cho phép của máy biến áp

- Trong điều kiện làm mát quy định, MBA có thể vận hành với những tham số ghi trên nhãn hiệu của máy

- Cho phép MBA được vận hành với điện áp cao hơn điện áp định mức của các biến áp đang vận hành trong các điều kiện sau:

+Vận hành lâu dài khi điện áp cao hơn điện áp định mức 5% nếu phụ tải không quá phụ tải định mức và khi điện áp cao hơn điện áp định mức 10% nếu phụ tải không quá 0,25% phụ tải định mức.

+ Vận hành ngắn hạn (dưới 6 giờ/ ngày) khi điện áp cao hơn điện áp định mức 10% nếu phụ tải không quá phụ tải định mức.

- Nhiệt độ lớp dầu trên, trong MBA và trong bộ chuyển nấc không quá 90°C hệ thống quạt gió phải được tự động đóng khi nhiệt độ dầu ở 55°C hoặc khi phụ tải đạt định mức không phụ thuộc nhiệt độ dầu.

2.1.4. Chế độ làm việc quá tải của máy biến áp

- Khi tất cả các quạt gió bị ngừng hoạt động vì sự cố, MBA được phép làm việc với phụ tải định mức tùy theo nhiệt độ không khí xung quanh trong thời gian như sau:

Nhiệt độ không khí xung quanh ($^{\circ}\text{C}$)	0	10	20	30
Thời gian cho phép (giờ)	16	10	6	4

- Đối với các MBA có hệ thống làm mát kiểu ONAF, mức độ quá tải và thời gian quá tải cho phép phụ thuộc vào mức tăng nhiệt độ của lớp dầu trên cùng so với nhiệt độ trước khi quá tải. tham khảo theo bảng sau:

bội số quá tải theo định mức	mức tăng nhiệt độ của lớp dầu trên cùng so với nhiệt độ dầu ngay trước khi quá tải					
	18°C	24°C	30°C	36°C	42°C	48°C
1,05	5 ^h 30	5 ^h 25	4 ^h 50	4 ^h 00	3 ^h 00	1 ^h 30
1,1	3 ^h 30	3 ^h 25	2 ^h 50	2 ^h 10	1 ^h 25	0 ^h 10
1,15	2 ^h 50	2 ^h 25	1 ^h 50	0 ^h 45	0 ^h 35	
1,2	2 ^h 25	1 ^h 40	1 ^h 15	0 ^h 25		
1,25	1 ^h 35	1 ^h 15	0 ^h 50			
1,3	1 ^h 10	0 ^h 50	0 ^h 30			
1,35	0 ^h 55	0 ^h 35	0 ^h 15			
1,4	0 ^h 40	0 ^h 25				
1,45	0 ^h 25	0 ^h 10				
1,5	0 ^h 15					

+ MBA được phép quá tải ngắn hạn cao hơn dòng điện định mức mà không phụ thuộc thời gian, trị số của phụ tải trước khi sự cố và không phụ thuộc nhiệt độ môi trường làm mát theo các giá trị nêu trong bảng sau:

Quá tải theo dòng điện (%)	30	45	60	75	100
Thời gian quá tải (phút)	120	80	45	20	10

+ MBA được phép quá tải ngắn hạn cao hơn dòng điện định mức 40% với tổng thời gian không quá 6 giờ trong một ngày đêm và không quá 5 ngày liên tục với điều kiện hệ số phụ tải ban đầu không quá 0,93. khi đó phải tận dụng hết khả năng của mọi phwng tiện làm mát .

2.1.5 Kiểm tra khi vận hành

- Phải thường xuyên theo dõi kiểm tra trong quá trình vận hành. Phải ghi chép rõ ràng về các số liệu : nhiệt độ, phụ tải, điện áp, các hiện tượng khác thường về tiếng ồn, màu sắc dầu, khí trong rơ le hơi.

-Kiểm tra xem xét bên ngoài MBA gồm có:

+Xem xét toàn bộ MBA xem có điểm nào rỉ dầu không.

+ Quan sát mức dầu theo nhiệt độ.

+Theo dõi trị số các nhiệt kế, đồng hồ đo lường.

+Theo dõi tiếng kêu của MBA.

+Kiểm tra bề mặt, mức dầu trong các sứ đầu vào, ra của MBA phải nằm trong phạm vi cho phép.

+Kiểm tra hệ thống quạt gió làm mát.

+Kiểm tra rơ le hơi, rơ le dòng dầu, van an toàn . kiểm tra vị trí tay van giữa rơ le hơi với bình dầu phụ , giữa rơ le dòng dầu với bình dầu của bộ điều chỉnh điện áp dưới tải, vị trí van cánh bướm của các giàn cánh tản nhiệt.

+Kiểm tra tình trạng các thanh dẫn, đầu cáp , các điểm nối xem tiếp xúc có bị phát nóng hay không.

+Kiểm tra hệ thống nối đất

+Kiểm tra màu sắc của các hạt hút ẩm trong bình thờ

Tất cả các hiện tượng không bình thường đều ghi vào sổ nhật ký, những việc khẩn cấp cần có biện pháp giải quyết ngay hoặc báo về C7 tìm biện pháp giải quyết .

- Mỗi giờ phải ghi thông số vận hành MBA một lần. Nếu MBA vận hành quá tải thì 30 phút ghi thông số một lần .

- Mỗi lần chuyển nấc phân áp phải ghi vào sổ nhật ký vận hành.

- Khi mức dầu trong MBA lên cao quá mức qui định phải tìm ra nguyên nhân khi chưa tách rời “mạch cắt “ của rơ le hơi, thì không được mở

các van tháo dầu và van xả khí, không được làm các thao tác khác để tránh rò rỉ hơi bị tác động nhằm

- Khi thao tác đóng và cắt MBA cần phải theo qui định sau đây:

+ Đóng điện vào MBA phải tiến hành từ phía cung cấp đến có bảo vệ rơ le sẵn sàng làm việc cắt MBA khi sự cố.

+ Phải dùng máy cắt để đóng hoặc cắt.

+ Phải tuân thủ các trình tự thao tác.

2.2. Tự dùng

2.2.1. Tự Dùng 1 (TD35/0.4 kV):

Kiểu loại : BAD 180 KVA - 35/0,4KV

Nhà máy chế tạo: nhà máy chế tạo TĐĐ đông anh -Hà Nội

Kiểu làm mát: tự nhiên

Bảng 2.2.1. Các số liệu kỹ thuật cơ bản:

Tham số	Trị số
Công suất danh định (KVA)	180
Điện áp danh định (KV)	35/0,4
Tần số danh định (HZ)	50
Số pha	3
Tổ đấu dây	Y/Y ₀ -12
Kiểu điều chỉnh điện áp (phía cao áp)	không điện
Số nấc điều chỉnh	5
Dòng định mức	2.97(nấc 5)/600A

2.2.2 Tự dùng 2 (TD23/0.4kV)

Kiểu loại: BAD 180KVA - 23/0,4 KV

Nhà chế tạo : Nhà máy chế tạo TĐĐ Đông Anh- Hà Nội

Kiểu làm mát: tự nhiên

Bảng 2.2.2. Các số liệu kỹ thuật cơ bản:

Tham số	Trị số
Công suất danh định (KVA)	180
Điện áp danh định (KV)	23/0,4
Tần số danh định (HZ)	50
Số pha	3

Tổ đấu dây	Y/Y ₀ -12
Kiểu điều chỉnh điện áp (phía cao áp)	không điện
Số nấc điều chỉnh	5
Dòng định mức	2.51 (nấc 5)/144A

2.3. Máy cắt

Phía cao áp 110KV: là máy cắt dùng khí SF6 để dập tắt hồ quang (gọi là máy cắt SF6) do đức sản xuất.

*** Các thông số cơ bản của máy cắt:**

- Kiểu: GL312- F1 N⁰ 3008648/2

- Điện áp danh định: 123KV

- Dòng điện danh định : 40KA

- Tần số danh định: 50/60HZ

- Điện áp thí nghiệm danh định ở tần số công nghiệp: 275KV/1phút

- Điện áp chịu xung sét danh định : 650KV

- Dòng điện cắt danh định : 40KA

-Thời gian cắt nhỏ nhất : 35ms

- Khoảng thời gian tồn tại ngắn mạch danh định : 3s

- Chu kỳ đóng cắt : 0-0,3s-CO-3min-CO hoặc CO-1,5s- CO

- Khối lượng khí SF6: 12kg

- áp xuất khí SF6 ở 208

+áp xuất nạp : 0,74MP

+áp xuất thấp- báo tín hiệu : 0,65MPA

+áp xuất thấp - khoá thao tác: 0,61MPA

-Trọng lượng 1440kg

-Bảo động mức 1

Phía 35KV

VD4N4016 – 25M ở các lộ 332,372,374,312 máy cắt chân không

U đm 40,5kV

I đm 1250 A(1600 A máy tổng)

Ic đm 25kA

Thời gian duy trì 25kA/3s

Trọng lượng 290kg

Nạp cốt 220 VDC

ZN85 ở các lộ 331,371,373 máy cắt chân không

U đm 40,5 kV

I đm 630A (1250A máy tổng)

Thời gian duy trì 25kA/4s

Nạp cốt 220VDC

Phía hạ áp 22kV

VD4ABB 471,472,473,474,475,476,477 máy cắt chân không

U đm 24kV

I đm 630A(1250 tổng máy)

I đm 25kA

Thời gian chịu đựng 25kA/3s

Nạp cốt 220VDC

VD4 ABB 431,432,414 máy cắt chân không

U đm 24kV

I đm 2500A

I đm 25kA

Thời gian chịu đựng 25kA/3s

Nạp cốt 220VDC

2.3.1. Các thông số cơ bản của bộ truyền động:

- Kiểu : FK3

- Động cơ căng cốt:

+Điện áp danh định: 220VDC

+Thời gian căng cốt: <1,5s

+Độ lệch điện áp cho phép : 85 -110% Vn

- Cuộn đóng:

- + Điện áp danh định: 220Vdc
- + Công suất tiêu thụ: 340W
- + Độ lệch điện áp cho phép: 85-110% Vn

- Cuộn cắt:

- + Điện áp danh định: 220Vdc
- + Công suất tiêu thụ: 340W
- + Độ lệch điện áp cho phép: 70-110% Vn

2.3.2. Cấu tạo cơ bản của máy cắt:

Máy cắt SF6 gồm một tủ truyền động và cơ cấu truyền động nằm trong giá đỡ 3 pha của MC. Mỗi pha của MC gồm có sứ đỡ và buồng dập hồ quang. Trong tủ truyền động có các cơ cấu thao tác MC bằng khoá điều khiển tại chỗ, thao tác bằng cơ khí, rơ le giám sát áp lực khí, bộ phận chỉ trạng thái MC....

Đồng hồ chỉ thị áp lực khí trong điều kiện bình thường, nhiệt độ 30°C chỉ 0,74Mpa.

2.4. Dao cách ly vào dao nối đất 110KV:

Dao cách ly là một khí cụ điện dùng để đóng cắt không tải, tạo khoảng cách nhìn thấy được bằng mắt thường giữa phần mang điện và phần thiết bị sửa chữa. tuyệt đối không dùng dao cách ly cắt dòng phụ tải hay ngắn mạch nên trước khi thao tác dao cách ly cần phải đảm bảo MC liên quan đã cắt tốt ba pha. Tại trạm E2.21 dùng DCL 110KV lưỡi dao có hành trình chuyển động theo mặt phẳng ngang được điều khiển bằng động cơ điện hoặc bằng tay quay đi kèm dao nối đất điều khiển bằng tay do Tây Ban Nha sản xuất:

Thông số cơ bản:	Dao cách ly	Dao nối đất
Thông số cơ bản:		
Kiểu	ABB	SGCPT-123
Điện áp danh định(Un)	123KV	123KV
Dòng điện danh định(In)	16000A	1250A
Điện áp chịu xung(U1)	55KV	550KV

*Các thông số cơ bản của cơ cấu thao tác của dao cách ly:

-Điện áp cuộn đóng ,cắt:	220VDC
-Công suất cuộn đóng, cắt :	6W
- U_{dm} mô tơ :	220VDC
- I_{dm} mô tơ :	4A

*** Các thông số cơ bản của cơ cấu thao tác của dao nối đất:**

-Kiểu :	SGF111
-Điện áp cuộn chốt điện từ (U_a) :	220Vdc
-Dòng điện cuộn chốt điện từ (I_a) :	0,02A

2.5. Máy biến dòng và máy biến điện áp110KV:

2.5.1 Máy biến áp dòng (TI) :

Dùng để biến đổi dòng điện từ trị số lớn xuống trị số quy chuẩn (thường là 5A, trường hợp đặc biệt là 1A) cung cấp cho các dụng cụ đo lường và bảo vệ

ro le: -Nước sản xuất :	Pháp
-Kiểu :	QDR - 123/2
-Điện áp định mức :	123KV
- U_{tn} (xung) :	550KV
- U_{tn} (f=50HZ) :	230KV
-Tần số :	50HZ
-Hệ số quá tải theo nhiệt độ cho phép:	120%
-Dòng điện ổn định nhiệt :	25KA
-Dòng điện ổn định động :	25KA

2.5.2 Máy biến điện áp (TU):

Biến điện áp dùng để biến đổi điện áp từ trị số lớn xuống trị số thích hợp (100 hay 100/3) để cung cấp cho các dụng cụ đo lường và bảo vệ tại trạm E28.5 TU phía 110KV là TU kiểu tụ , điện áp cao áp được giáng trên các tụ mắc nối tiếp làm giảm chi phí giá thành cho cách điện của cuộn dây TU

-Nhà sản xuất : ALSTOM

-Kiểu : TU 3 pha

- Số pha :3
- Điện áp danh định : 115000/3KV
- Điện áp hệ thống cực đại : 123KV
- Mức chịu điện áp xung sét: 550KV
- Tần số : 50HZ
- Dung lượng danh định của tụ (Cn) : 12000pH-5+10%
- Hệ số quá điện áp : 1,5 Un-30s
- Hệ số tgo : (0,5%)

2.6. Hệ thống chống sét:

Trạm E2.21 cột thu sét ,chống sét đánh thẳng và hệ thống chống sét van, chống sét lan tràn từ đường dây vào trạm.

Đoạn DZ gần trạm từ 142 km được bảo vệ bằng dây chống sét để ngăn ngừa sét đánh trực tiếp vào DZ và sự xuất hiện sóng quá điện áp có biên độ dốc rất lớn ngay gần trạm.

Chống sét van được đặt ở ba phía của MBA.

Thông số cơ bản	Trung tính MBA	phía 110KV	phía 35KV
Nước sản xuất:	Pháp	Pháp	Pháp
Kiểu	PSC75Y96L	PSC75Y96L	PCS54YL
Điện áp danh định (Ur)	75KV	102KV	54KV
Điện áp vận hành liên tục(Uc)	59KV	80KV	42KV
Dòng tháo sét danh định (In)	10KA	10KA	10KA
Tần số	50HZ	50HZ	50HZ

Để đảm bảo tản nhanh dòng điện sét trong trạm có một hệ thống nối đất chống sét bao gồm các cọc sắt được nối với nhau chôn ngầm sâu 1,5m trong lòng đất và các dây dẫn nối các bộ phận được nối đất với hệ thống nối đất.

Ngoài ra đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong trạm còn một hệ thống nối đất làm việc. Hai hệ thống nối đất này có điểm ngoài cùng cách nhau 6m.

2.7. Thiết bị phân phối trong nhà

Trạm E 2.21 dùng các tủ MC hợp bộ của hãng ALSTOM cho các lộ tổng và đường dây phía 35KV và 22KV. Gọi tắt là các tủ thiết bị hợp bộ 35 KV và 22 KV.

Ưu điểm là gọn , nhẹ và thao tác dễ dàng

Hệ thống thiết bị tủ hợp bộ 35KV dùng khí SF6 để dập hồ quang do SI MEN sản xuất, các tủ được lắp ghép liền khối có cấu tạo tương tự nhau gồm: +1: Khoang thanh cái

+2: Khoang đầu cáp

+3: Khoang điều khiển bảo vệ

+4: Máy cắt

Trong đó MC được đặt trên một hệ thống bánh xe MC di chuyển trên 2 thanh ray, ta cố định được MC ở hai vị trí:

+Vị trí công tác (VTCT)

+ Vị trí thí nghiệm (VTTN) - là vị trí khoá MC tại cửa tủ.

Khi cần đưa MC ra khỏi vị trí sửa chữa ta cần phải lấy ray đón MC (gọi là ray di động)vào vị trí cửa tủ, kéo MC ra ta dùng bánh xe phụ hãm MC cố định tại một vị trí nào đó.

Khoang đầu cáp được chế tạo bao gồm một số chi tiết chính như : Dao tiếp địa, TI, vị trí bắt đầu cáp.

Khoang điều khiển bảo vệ bao gồm các hàng kẹp , công tơ , rơ le bảo vệ , các đèn tín hiệu, điều khiển

Hàng thanh cái một chiều được đặt trên nóc, chạy dọc theo hàng tủ

Hệ thống tủ MC 22 KV là thiết bị của hãng ALSOM do INDONXIA sản xuất , các tủ được thiết kế liền khối gồm có 1 tủ MC đường dây , 1 tủ TU và 1 tủ cầu dao phụ tải phục vụ cho tự dùng của trạm

Tủ MC gồm có

+ 1: Khoang thanh cái

- + 2: Khoang đầu cáp
- + 3: Khoang điều khiển bảo vệ
- + 4: Máy cắt

Trong đó MC là MC chân không (Đóng cắt trong môi trường chân không hồ quang phát sinh như không duy trì , phát triển và nhanh chóng tắt đi) được đặt trên một hệ thống bánh xe MC di chuyển trên hai thanh ray nhờ tay quay , cố định được MC trong tủ ở hai vị trí :

- + Vị trí công tác (VTCT)
- + Vị trí thí nghiệm (VTTN) là vị trí khoá MC tại cửa tủ .

Khi cần đưa MC ra vị trí sửa chữa ta cần phải lắp giá đỡ MC vào vị trí cửa tủ , kéo MC ra và có thể di chuyển MC đến vị trí tùy thích .

Khoang điều khiển bảo vệ bao gồm các hàng kẹp , công tơ , rô le bảo vệ , các đèn tín hiệu , nút điều khiển

Hàng thanh cái được đặt phía sau tủ , chạy dọc theo hàng tủ .

CHƯƠNG 3

HIỆN TƯỢNG DÔNG SÉT VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA DÔNG SÉT ĐẾN HỆ THỐNG ĐIỆN VIỆT NAM

3.1 Tìm hiểu hiện tượng dông sét

Dông sét là một hiện tượng của thiên nhiên, đó là sự phóng tia lửa điện khi khoảng cách giữa các điện cực khá lớn (khoảng 5km).

Trong phạm vi đề án này ta chỉ nghiên cứu phóng điện giữa các đám mây tích điện với mặt đất (phóng điện mây - đất). Với hiện tượng phóng điện này gây nhiều trở ngại cho đời sống con người.

Các đám mây được tích điện với mật độ điện tích lớn, có thể tạo ra cường độ điện trường lớn sẽ hình thành dòng phát triển về phía mặt đất. Giai đoạn này là giai đoạn phóng điện tiên đạo. Tốc độ di chuyển trung bình của tia tiên đạo của lần phóng điện đầu tiên khoảng $1,5 \cdot 10^7$ cm/s, các lần phóng điện sau thì tốc độ tăng lên khoảng $2 \cdot 10^8$ cm/s (trong một đợt sét đánh có thể có nhiều lần phóng điện kế tiếp nhau bởi vì trong cùng một đám mây thì có thể hình thành nhiều trung tâm điện tích, chúng sẽ lần lượt phóng điện xuống đất).

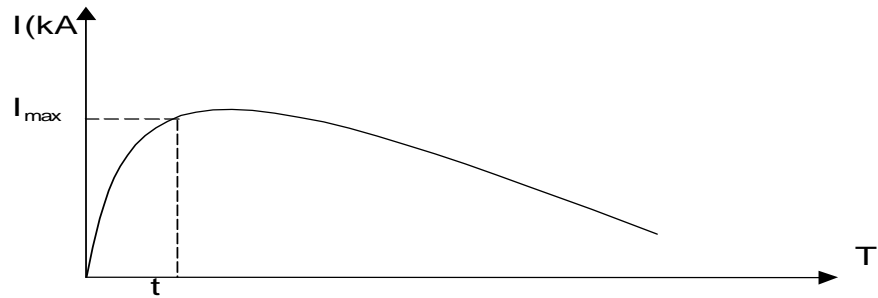
Quá trình phóng điện sẽ phát triển dọc theo đường sức nối liền giữa đầu tia tiên đạo với nơi tập trung điện tích trên mặt đất và như vậy địa điểm sét đánh trên mặt đất đã được định sẵn.

Nếu tốc độ phát triển của phóng điện ngược là v và mật độ điện trường của điện tích trong tia tiên đạo là δ thì trong một đơn vị thời gian thì điện tích đi và trong đất sẽ là: $i_s = v \cdot \delta$

Công thức này tính toán cho trường hợp sét đánh vào nơi có nối đất tốt (có trị số điện trở nhỏ không đáng kể).

Tham số chủ yếu của phóng điện sét là dòng điện sét, dòng điện này có biên độ và độ dốc phân bố theo hàng biến thiên trong phạm vi rộng (từ vài kA đến vài trăm kA) dạng sóng của dòng điện sét là dạng sóng xung kích, chỗ tăng vọt của sét ứng với giai đoạn phóng điện ngược (hình M-1)

Khi sét đánh thẳng vào thiết bị phân phối trong trạm sẽ gây quá điện áp khí quyển và gây hậu quả nghiêm trọng như đã trình bày ở trên.



Hình M-1 Sự biến thiên của dòng điện sét theo thời gian

Việt Nam là một trong những nước khí hậu nhiệt đới, có cường độ dông sét khá mạnh. Nước phải chịu nhiều ảnh hưởng của dông sét, đây là điều bất lợi cho H.T.Đ Việt nam, đòi hỏi ngành điện phải đầu tư nhiều vào các thiết bị chống sét. Đặc biệt hơn nữa nó đòi hỏi các nhà thiết kế phải chú trọng khi tính toán thiết kế các công trình điện sao cho HTĐ vận hành kinh tế, hiệu quả, đảm bảo cung cấp điện liên tục và tin cậy.

3.2 Ảnh hưởng của dông sét đến hệ thống điện Việt nam:

Khi sét đánh thẳng vào đường dây hoặc xuống mặt đất gần đường dây sẽ sinh ra sóng điện từ truyền theo dọc đường dây, gây nên quá điện áp tác dụng lên cách điện của đường dây. Khi cách điện của đường dây bị phá hỏng sẽ gây nên ngắn mạch pha - đất hoặc ngắn mạch pha – pha buộc các thiết bị bảo vệ đầu đường dây phải làm việc. Với những đường dây truyền tải công suất lớn, khi máy cắt nhảy có thể gây mất ổn định cho hệ thống, nếu hệ thống tự động ở các nhà máy điện làm việc không nhanh có thể dẫn đến rã lưới. Sóng sét còn có thể truyền từ đường dây vào trạm biến áp hoặc sét đánh thẳng vào trạm biến áp đều gây nên phóng điện trên cách điện của trạm biến áp, điều này rất nguy hiểm vì nó tương đương với việc ngắn mạch trên thanh góp và dẫn đến sự cố trầm trọng. Mặt khác, khi có phóng điện sét vào trạm biến áp, nếu chống sét van ở đầu cực máy biến áp làm việc không hiệu quả thì cách điện của máy biến áp bị chọc thủng gây thiệt hại vô cùng lớn.

CHƯƠNG 4

BẢO VỆ CHỐNG SÉT ĐÁNH TRỰC TIẾP VÀO TRẠM

4.1 Khái niệm chung:

Trong hệ thống điện trạm biến áp là một phần tử hết sức quan trọng thực hiện nhiệm vụ truyền tải và phân phối điện năng. Do đó khi các thiết bị của trạm bị sét đánh trực tiếp thì sẽ dẫn đến những hậu quả rất nghiêm trọng không những chỉ làm hỏng đến các thiết bị trong trạm mà còn có thể dẫn đến việc ngừng cung cấp điện toàn bộ trong một thời gian dài làm ảnh hưởng đến việc sản xuất điện năng và các ngành kinh tế quốc dân khác. Do đó việc tính toán bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm biến áp đặt ngoài trời là rất quan trọng. Ta có thể đưa ra những phương án bảo vệ trạm một cách an toàn và kinh tế, nhằm đảm bảo toàn bộ thiết bị trong trạm được bảo vệ an toàn không bị sét đánh trực tiếp.

Để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm biến áp, người ta dùng hệ thống cột thu lôi, dây thu lôi. Các cột thu lôi có thể đặt độc lập hoặc trong những điều kiện cho phép có thể đặt trên các kết cấu của trạm và nhà máy, các cột đèn chiếu sáng .. Để bảo vệ cho đoạn đường dây nối từ xa cuối cùng của trạm đến cột đầu tiên của đường dây ta dùng dây chống sét. Chiều cao của cột và cách bố trí các cột thu lôi tùy thuộc vào từng mặt bằng trạm, cách bố trí các thiết bị trong trạm, độ cao bảo vệ theo yêu cầu .

Hệ thống thu sét phải gồm các dây tiếp địa để dẫn dòng sét từ kim thu sét vào hệ nối đất. Để nâng cao tác dụng của hệ thống này thì trị số điện trở nối đất của bộ phận thu sét phải nhỏ để tản dòng điện một cách nhanh nhất, đảm bảo sao cho khi có dòng điện sét đi qua thì điện áp trên bộ phận thu sét sẽ không đủ lớn để gây phóng điện ngược đến các thiết bị khác gần đó.

Điện trở nối đất của hệ thống thu sét của các trạm biến áp có cấp điện áp khác nhau là không giống nhau. Với trạm biến áp có cấp điện áp từ 110KV

trở nên thì hệ thống nối đất chống sét và hệ thống nối đất an toàn có thể ghép chung.

Ngoài ra khi thiết kế hệ thống bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm bên cạnh những vấn đề đảm bảo về yêu cầu về kỹ thuật ta cần phải quan tâm đến các chỉ tiêu kinh tế và mỹ thuật của hệ thống nối đất.

4.2 Các yêu cầu kỹ thuật khi tính toán bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm biến áp.

* Hệ thống chống sét phải đảm bảo tất cả các thiết bị cần bảo vệ phải được nằm trọn trong phạm vi bảo vệ an toàn của hệ thống bảo vệ.

* Đối với trạm phân phối ngoài trời có điện áp từ 110KV trở lên do có mức cách điện khá cao nên có thể đặt các cột thu lôi trên các kết cấu của trạm. Tuy nhiên các trụ của kết cấu trên đó có đặt cột thu lôi thì phải nối vào hệ thống nối đất của trạm theo đường ngắn nhất sao cho dòng điện sét i_s khuếch tán vào đất theo 3 ÷ 4 thanh nối đất. Ngoài ra ở mỗi trụ của kết cấu đó phải có nối đất bổ xung để cải thiện trị số điện trở nối đất .

* Khâu yếu nhất của trạm phân phối ngoài trời điện áp từ 110KV trở lên là cuộn dây máy biến áp . Vì vậy khi dùng chống sét van để bảo vệ máy biến áp thì yêu cầu khoảng cách giữa hai điểm nối vào hệ thống nối đất của cột thu lôi và điểm nối vào hệ thống nối đất của vỏ máy biến áp là phải lớn hơn 15m theo đường điện. Tuy nhiên nếu ta sử dụng hệ thống nối đất chung thì ta có thể bỏ qua yêu cầu này.

* Khoảng cách trong không khí giữa kết cấu của trạm có đặt cột thu lôi và bộ phận mang điện không được bé hơn độ dài của chuỗi sứ .

* Khi đặt hệ thống thu sét trên bản thân công trình sẽ tận dụng được độ cao của phạm vi bảo vệ và sẽ giảm được độ cao của cột. Nhưng mức cách điện của trạm phải đảm bảo an toàn trong điều kiện phóng điện ngược từ hệ thống thu sét sang thiết bị. Do đó điều kiện để đặt cột thu lôi trên hệ thống các

thanh xà của trạm là mức cách điện cao và trị số điện trở tản của bộ phận nối đất nhỏ.

* Khi bố trí cột thu lôi trên xà của trạm phân phối ngoài trời 110 kV trở lên thì phải thực hiện yêu cầu :

Ở chỗ nối các kết cấu trên có đặt cột thu lôi vào hệ thống nối đất cần phải có nối đất bổ xung (dùng nối đất tập trung) nhằm đảm bảo điện trở nối đất không được quá 4Ω (ứng với dòng điện tần số công nghiệp).

* Khi dùng cột thu lôi độc lập thì phải chú ý đến khoảng cách giữa cột thu lôi đến các bộ phận của trạm để tránh khả năng phóng điện từ cột thu lôi đến thiết bị được bảo vệ .

* Tiết diện các dây dẫn dòng điện sét phải đủ lớn để đảm bảo tính ổn định nhiệt khi có dòng điện sét chạy qua.

* Khi sử dụng cột đèn chiếu sáng làm giá đỡ cho cột thu lôi thì các dây dẫn điện phải được cho vào ống chì và được chôn trong đất.

4.3. Các phương pháp sử để tính toán chiều cao cột và phạm vi bảo vệ .

4.3.1. Công thức tính chiều cao của cột thu lôi . $h = h_x + h_a$

Trong đó : h - là chiều cao cột thu lôi .

h_x - là độ cao cần được bảo vệ .

h_a - là độ cao tác dụng của cột thu lôi .

h_a - xác định theo nhóm cột với điều kiện là $h_a \geq D/8$.

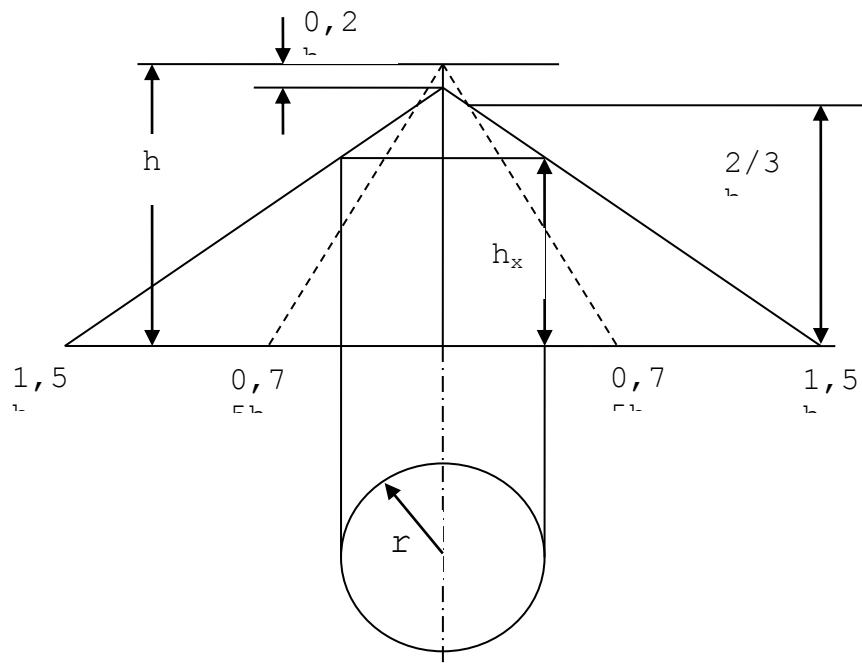
D -là đường kính đường tròn ngoại tiếp đa giác tạo bởi các cột .

4.3.2. Phạm vi bảo vệ của một cột thu lôi độc lập

Phạm vi bảo vệ của một cột thu lôi độc lập là miền giới hạn bởi mặt ngoài của hình chóp tròn xoay có đường sinh xác định bởi phương trình :

$$r_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}(h - h_x)$$

Trong đó : r_x -Là phạm vi bảo vệ ở mức cao h_x của cột thu lôi .



Hình 4.1 Phạm vi bảo vệ của một cột thu lôi

Để dễ dàng thuận tiện trong việc tính toán thiết kế thường dùng phạm vi bảo vệ dạng đơn giản hoá. Được tính toán theo công thức :

- Nếu $h_x \leq \frac{2}{3}h$ thì $r_x = 1,5.h.(1 - \frac{h_x}{0,8.h})$

- Nếu $h_x > \frac{2}{3}.h$ thì $r_x = 0,75.h.(1 - \frac{h_x}{h})$

* Các công thức trên chỉ đúng với những cột thu lôi cao dưới 30 m. Hiệu quả của cột thu lôi hơn 30 m sẽ giảm do độ cao định hướng của sét là hằng số. Khi cột có chiều cao trên 30m thì ta vẫn dùng công thức trên nhưng phải nhân thêm với hệ số hiệu chỉnh $p = \frac{5,5}{\sqrt{h}}$

Và trên hình vẽ ta sử dụng các hoành độ 0,75.h.p 1,5.h.p

4.3.3. Phạm vi bảo vệ cột thu lôi

Phạm vi bảo vệ của hai hay nhiều cột thu lôi thì lớn hơn nhiều so với tổng số phạm vi bảo vệ của hai hay nhiều cột đơn .Nhưng để hai cột thu lôi có thể

phối hợp bảo vệ được khoảng giữa chúng thì khoảng cách a giữa hai cột phải thoả mãn điều kiện $a \leq 7.h$

a) Phạm vi bảo vệ của hai cột thu lôi có cùng độ cao .

Khi hai cột thu lôi có cùng độ cao h đặt cách nhau một khoảng cách là a ($a \leq 7.h$) thì độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là h_0 được

$$\text{xác định : } h_0 = h - \frac{a}{7}$$

Bán kính phạm vi bảo vệ tại khoảng giữa hai cột được tính như sau :

$$\text{- Nếu } h_x \leq \frac{2}{3}h_0 \text{ thì } r_{0x} = 1,5.h_0.(1 - \frac{h_x}{0,8.h_0})$$

$$\text{- Nếu } h_x > \frac{2}{3}h_0 \text{ thì } r_{0x} = 0,75.h_0.(1 - \frac{h_x}{h_0})$$

Trong đó :

. h_0 -là độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi

. r_{0x} -là bán kính phạm vi bảo vệ tại khoảng giữa hai cột thu lôi

Khi độ cao của cột thu lôi lớn hơn 30 m thì ta cũng phải thêm hệ số hiệu chỉnh p như mục 1.3.2 và tính h_0 theo

b) Phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét

Khi công trình cần được bảo vệ chiếm một khu vực rộng lớn nếu chỉ dùng một vài cột thì cột phải rất cao gây nhiều khó khăn cho việc thi công và lắp ráp. Trong trường hợp này ta dùng phối hợp nhiều cột với nhau để bảo vệ. Phần ngoài của phạm vi bảo vệ sẽ được xác định cho từng đôi cột một (với yêu cầu khoảng cách là $a \leq 7h$). Còn phần bên trong đa giác sẽ được kiểm tra theo điều kiện an toàn.

Vật có độ cao h_x nằm trong đa giác sẽ được bảo vệ nếu thoả mãn điều kiện:

$$D \leq 8.(h - h_x) = 8.h_a$$

Trong đó : D - đường kính vòng tròn ngoại tiếp đa giác hình thành bởi các cột thu sét

$h_a = h - h_x$ là độ cao hiệu dụng của cột thu sét.

Nếu độ cao cột vượt quá 30 m thì điều kiện an toàn sẽ được hiệu chỉnh là

$$D \leq 8.(h - h_x).p = 8.h_a.p \quad ; \quad p = \frac{5,5}{\sqrt{h}}$$

4.4 Các số liệu dùng để tính toán thiết kế cột thu lôi bảo vệ trạm biến áp 110KV.

Với yêu cầu của đề tài. Thiết kế bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm BA 110/35kV. Hai máy biến áp T_1 và T_2

+ Sơ đồ đầu dây của trạm là sơ đồ hai thanh góp có thanh góp đường vòng.

- Độ cao các thanh xà là 11 m và 7,5m phía 110kV và 7,5m phía 35kV

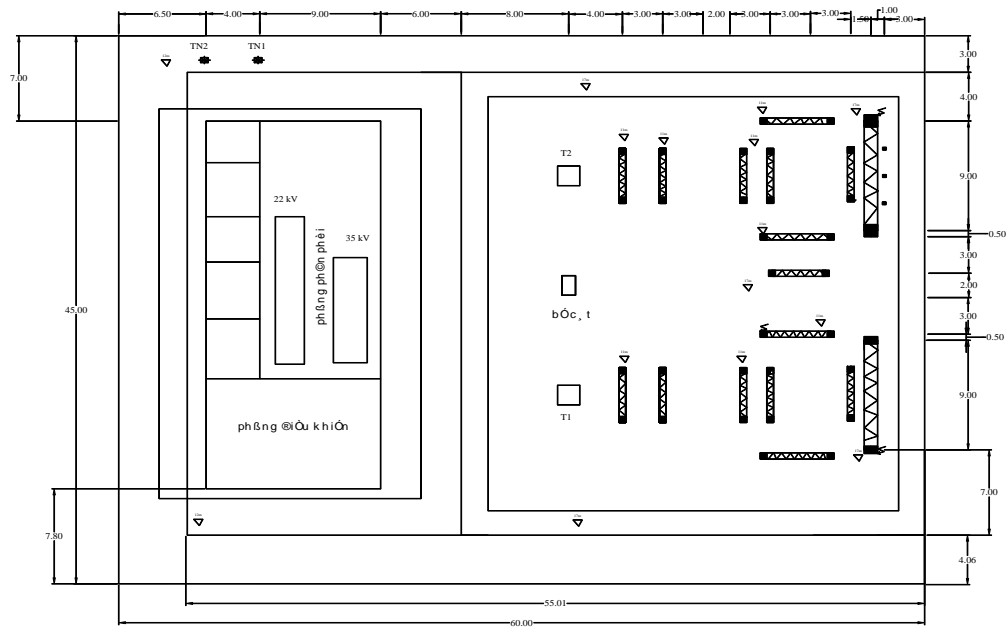
- Độ cao nhà điều khiển : 6 m

- Sơ đồ TBA được biểu diễn trên hình vẽ 1-4

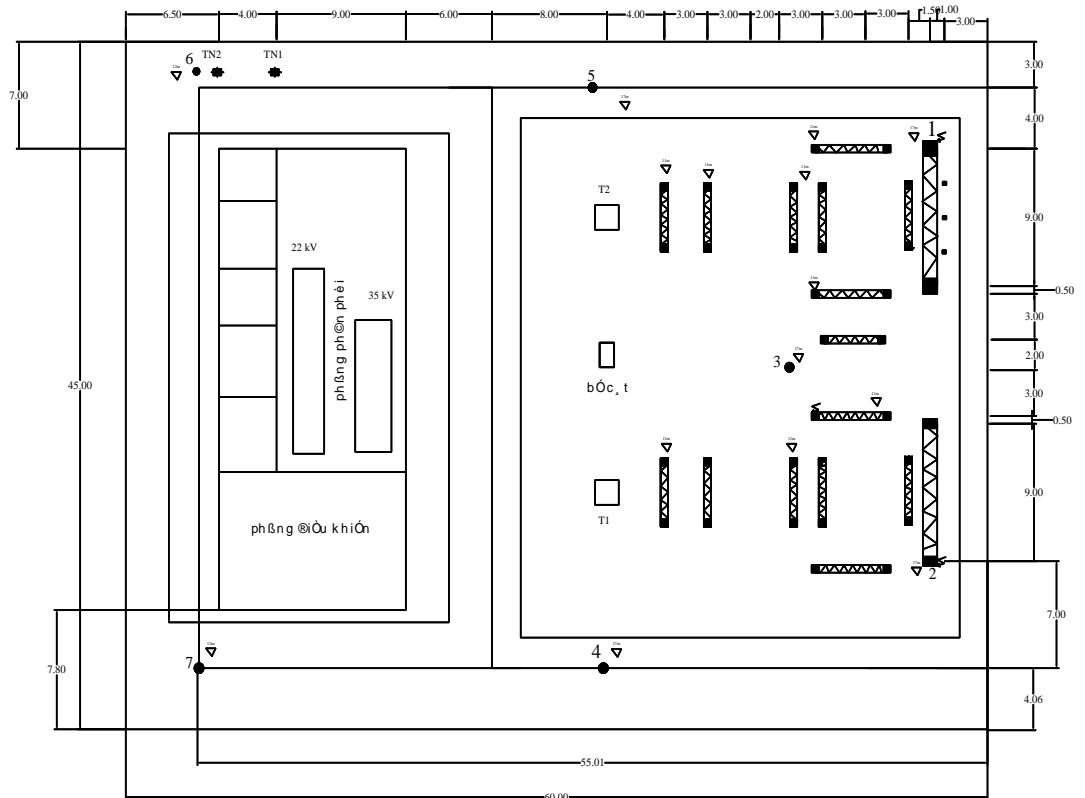
4.5. Các phương án bố trí cột thu lôi bảo vệ

4.5.1. Phương án 1.

Sơ đồ mặt bằng trạm và cách bố trí các cột thu lôi như hình vẽ (1 – 5), ở phương án này ta bố trí cột thu lôi (1) ; (2) trên xà của trạm có chiều cao 11 m và cột 3, 4, 5, 6, 7 đặt độc lập.



Hình 4.2 Sơ đồ mặt bằng trạm biến áp



Hình 4.3 Sơ đồ mặt bằng trạm và cách bố trí các cột thu lôi phương án 1

Ta tiến hành tính toán chiều cao của các cột và phạm vi bảo vệ của hệ thống.

1. Độ cao tác dụng của các cột thu lôi .

Để tính được độ cao tác dụng h_a của các cột thu lôi, trước hết ta cần xác định đường kính D của đường tròn ngoại tiếp tam giác (hoặc tứ giác) đi qua 3 (hoặc 4) đỉnh cột .

Để cho toàn bộ phần diện tích giới hạn bởi tam giác (hoặc tứ giác) đó được bảo vệ thì : $D \leq 8.h_a$ hay $h_a \geq \frac{D}{8}$

a. Xét nhóm cột (1),(2),(3):

Nhóm 3 cột này hình thành một tam giác thường có độ dài các cạnh là :
 $a_{12} = 27m$; $a_{13} = 16,25 m$; $a_{23} = 17,9 m$

Bán kính đường tròn ngoại tiếp tam giác đi qua 3 chân cột bất kì được xác định bởi công thức Hê rông:

$$r = \frac{a.b.c}{4.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}}$$

$$p = \frac{a+b+c}{2} : \text{là nửa chu vi của tam giác.}$$

- a,b,c: là độ dài các cạnh của tam giác.

$$p = \frac{a+b+c}{2} = \frac{a_{12} + a_{12} + a_{23}}{2} = \frac{17,9 + 27 + 16,25}{2} = 30,58 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Từ đó : } D &= \frac{a.b.c}{2.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} \\ &= \frac{17,9.27.16,25}{2.\sqrt{30,58.(p-17,9)(p-27)(p-16,25)}} = 27,84m \end{aligned}$$

Độ cao tác dụng để nhóm cột (1),(2),(3) bảo vệ được hoàn toàn phần diện tích giới hạn bởi 3 đỉnh cột phải thỏa mãn điều kiện :

$$h_a \geq D/8 = \frac{27,84}{8} = 3,48 \text{ m}$$

b. Xét nhóm cột (3),(4),(5)

Nhóm 3 cột này hình thành một tam giác thường có độ dài các cạnh là :

$$a_{34} = 24,62\text{m} ; a_{35} = 20,4 \text{ m} ; a_{45} = 38 \text{ m}$$

Bán kính đường tròn ngoại tiếp tam giác đi qua 3 chân cột bất kì được xác định bởi công thức Hê rông:

$$r = \frac{a.b.c}{4.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}}$$

$$p = \frac{a+b+c}{2} : \text{là nửa chu vi của tam giác.}$$

- a,b,c: là độ dài các cạnh của tam giác.

$$p = \frac{a+b+c}{2} = \frac{24,62 + 20,4 + 38}{2} = 41,51 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Từ đó : } D &= \frac{a.b.c}{2.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} \\ &= \frac{24,62.20,4.38}{2.\sqrt{41,51.(p-24,62)(p-20,4)(p-38)}} = 41,87m \end{aligned}$$

Độ cao tác dụng để nhóm cột (3),(4),(5) bảo vệ được hoàn toàn phần diện tích giới hạn bởi 3 đỉnh cột phải thỏa mãn điều kiện :

$$h_a \geq D/8 = \frac{41,87}{8} = 5,23 \text{ m}$$

c. Xét nhóm cột (1),(5),(3)

Nhóm 3 cột này hình thành một tam giác thường có độ dài các cạnh là :

$$a_{15} = 22,85 \text{ m} ; a_{13} = 16,25 \text{ m} ; a_{35} = 20,4 \text{ m}$$

Bán kính đường tròn ngoại tiếp tam giác đi qua 3 chân cột bất kì được xác định bởi công thức Hê rông:

$$r = \frac{a.b.c}{4.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}}$$

$$p = \frac{a+b+c}{2} : \text{là nửa chu vi của tam giác.}$$

- a,b,c: là độ dài các cạnh của tam giác.

$$p = \frac{a+b+c}{2} = \frac{22,85+20,4+16,925}{2} = 29,75 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Từ đó : } D &= \frac{a.b.c}{2.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} \\ &= \frac{22,85.20,4.16,25}{2.\sqrt{29,75.(p-22,85)(p-20,4)(p-16,25)}} = 23,53\text{m} \end{aligned}$$

Độ cao tác dụng để nhóm cột (1),(5),(3) bảo vệ được hoàn toàn phần diện tích giới hạn bởi 3 đỉnh cột phải thỏa mãn điều kiện :

$$h_a \geq D/8 = \frac{23,53}{8} = 2,94 \text{ m}$$

d, Xét nhóm cột (3), (2), (4)

Nhóm 3 cột này hình thành một tam giác thường có độ dài các cạnh là :

$$a_{23} = 17,9 \text{ m} ; a_{34} = 24,62 \text{ m} ; a_{42} = 23,56 \text{ m}$$

Bán kính đường tròn ngoại tiếp tam giác đi qua 3 chân cột bất kì được xác định bởi công thức Hê rông:

$$r = \frac{a.b.c}{4.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}}$$

$$p = \frac{a+b+c}{2} : \text{là nửa chu vi của tam giác.}$$

- a,b,c: là độ dài các cạnh của tam giác.

$$p = \frac{a+b+c}{2} = \frac{17,9+24,62+23,56}{2} = 33,04 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Từ đó : } D &= \frac{a.b.c}{2.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} \\ &= \frac{17,9.24,62.23,56}{2.\sqrt{33,04.(p-17,9).(p-23,56).(p-24,62)}} = 25,98m \end{aligned}$$

Độ cao tác dụng để nhóm cột (1),(2),(3) bảo vệ được hoàn toàn phần diện tích giới hạn bởi 3 đỉnh cột phải thỏa mãn điều kiện :

$$h_a \geq D/8 = \frac{25,98}{8} = 3,32 \text{ m}$$

e, Xét nhóm cột (4), (5), (6), (7). Nhóm cột này hình thành một hình chữ nhật có độ dài các cạnh

$$a_{67} = 38 \text{ m} ; a_{47} = 26,9 \text{ m}$$

Đường kính đường tròn ngoại tiếp hình chữ nhật này chính là độ dài đường chéo của hình chữ nhật :

$$D = \sqrt{a_{67}^2 + a_{47}^2} = \sqrt{38^2 + 26,9^2} = 46,56m$$

Độ cao tác dụng tối thiểu để các cột (4),(5),(7),(8) bảo vệ được hoàn toàn diện tích

$$\text{giới hạn bởi chúng là: } h_a \geq \frac{D}{8} = \frac{46,56}{8} = 5,82m$$

f) Chọn độ cao tác dụng chung cho toàn trạm

Qua tính toán độ cao tác dụng của các cột thu lôi, có thể lấy chung một giá trị độ cao tác dụng lớn nhất của cột thu lôi cho toàn trạm là. $h_{\max} = 5,82$

$$\text{Do vậy ta lấy : } h_a = 6 \text{ m.}$$

2. Tính độ cao của các cột thu lôi

Độ cao cột thu lôi dùng để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm biến áp được xác định bởi: $h = h_a + h_x$

Trong đó: + h: độ cao cột thu lôi.

+ h_x : độ cao của vật được bảo vệ.

+ h_a : độ cao tác dụng của cột thu lôi.

Đối với phía 110kV của đề tài các thanh xà cần bảo vệ có độ cao lớn nhất là 11m ($h_x = 11$ m) do đó độ cao tối thiểu của cột thu lôi là:

$$h = h_x + h_a = 11 + 6 = 17 \text{ m.}$$

Phía 35 kV ngoài trời có chiều cao xà lớn nhất là 7,5 m

Phòng phân phối và làm việc cao 6 m do đó độ cao tối thiểu cột thu lôi là:

$$h = h_x + h_a = 6 + 6 = 12 \text{ m.}$$

3. Tính phạm vi bảo vệ của các cột thu lôi:

a) Bán kính bảo vệ của từng cột thu lôi ở độ cao 11m:

$$h = 17 \text{ m} : h_x = 11 \text{ m} :$$

$$\text{Ta có : } h_x = 11 < 2/3 h = 2/3 \cdot 17 = 11,3 \text{ m.}$$

$$\text{Nên: } r_x = 1,5 \cdot h \left(1 - \frac{h_x}{0,8 \cdot h} \right) = 1,5 \cdot 17 \left(1 - \frac{11}{0,8 \cdot 17} \right) = 4,88 \text{ m}$$

b) Bán kính bảo vệ của từng cột ở độ cao 6 m:

$$h = 12 \text{ m} : h_x = 6 \text{ m} :$$

$$h_x = 6 < 2/3 h = 2/3 \cdot 12 = 8 \text{ m.}$$

$$\text{Nên } r_x = 1,5 \cdot h \left(1 - \frac{h_x}{0,8 \cdot h} \right) = 1,5 \cdot 12 \left(1 - \frac{6}{0,8 \cdot 12} \right) = 6,75 \text{ m}$$

4. Phạm vi bảo vệ của các cặp cột thu lôi

a, Xét cặp cột (1),(5).

Có độ cao bằng nhau : $h_1 = h_5 = 17 \text{ m}$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 22,85 \text{ m.}$

- Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 17 - \frac{22,85}{7} = 13,74 \text{ m}$$

- Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

$$\text{Ở độ cao } 11\text{m: } h_x = 11\text{m} > \frac{2}{3}h_o = 9,16\text{m.}$$

$$\text{Nên : } r_{xo} = 0,75.h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right) = 0,75.13,74 \cdot \left(1 - \frac{11}{13,74}\right) = 2,06\text{m.}$$

b, Xét cặp cột (1),(2).

Có độ cao bằng nhau : $h_1 = h_2 = 17\text{ m}$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 27\text{ m.}$

- Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 17 - \frac{27}{7} = 13,14\text{m}$$

- Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

$$\text{Ở độ cao } 11\text{m: } h_x = 11\text{m} > \frac{2}{3}h_o = 8,76\text{m.}$$

$$\text{Nên : } r_{xo} = 0,75.h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right) = 0,75.13,14 \cdot \left(1 - \frac{11}{13,14}\right) = 1,6\text{m.}$$

c, Xét cặp cột (2),(4) :

Độ cao các cột : $h_4 = h_2 = 17\text{ m}$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 23,56\text{ m.}$

-Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 17 - \frac{23,56}{7} = 13,63\text{m}$$

-Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

$$\text{Ở độ cao } 11\text{m: } h_x = 11\text{m} > \frac{2}{3}h_o = 9,08\text{m. Nên :}$$

$$r_{xo} = 0,75.h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right) = 0,75.13,63 \cdot \left(1 - \frac{11}{13,63}\right) = 1,97\text{m.}$$

d, Xét cặp cột (4),(7); (5),(6)

Độ cao các cột : $h_4 = 17\text{ m}$

$$h_7 = 12 \text{ m}$$

Khoảng cách giữa hai cột là : $a_{4,7} = 26,9m$

$$h_7 > 2/3h_4 = 11,33 \text{ m}$$

$$\frac{b}{0,75h_1} = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \Rightarrow b = 0,75h_1 \left(1 - \frac{h_2}{h_1} \right)$$

$$\Rightarrow b = 0,75 \cdot 17 \cdot \left(1 - \frac{12}{17} \right) = 3,75$$

Vậy $a' = a - b = 26,9 - 3,75 = 23,15 \text{ m}$

Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h_2 - \frac{a'}{7} = 12 - \frac{23,15}{7} = 8,69 \text{ m}$$

$h_x = 6m > \frac{2}{3}h_o = \frac{2}{3} \cdot 8,69 = 5,79m$. Nên :

$$r_{xo} = 0,75 \cdot h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o} \right) = 0,75 \cdot 8,69 \cdot \left(1 - \frac{11}{8,69} \right) = 2,02m.$$

e, Xét cặp cột (7),(6) :

Độ cao các cột : $h_7 = h_8 = 12m$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 38 \text{ m}$.

-Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 12 - \frac{38}{7} = 6,57m$$

-Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

Ở độ cao 11m: $h_x = 6m > \frac{2}{3}h_o = \frac{2}{3} \cdot 6,57 = 4,38m$. Nên :

$$r_{xo} = 0,75 \cdot h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o} \right) = 0,75 \cdot 6,57 \cdot \left(1 - \frac{11}{6,57} \right) = 0,43m.$$

5. Bảng kết quả tính toán của phương án I

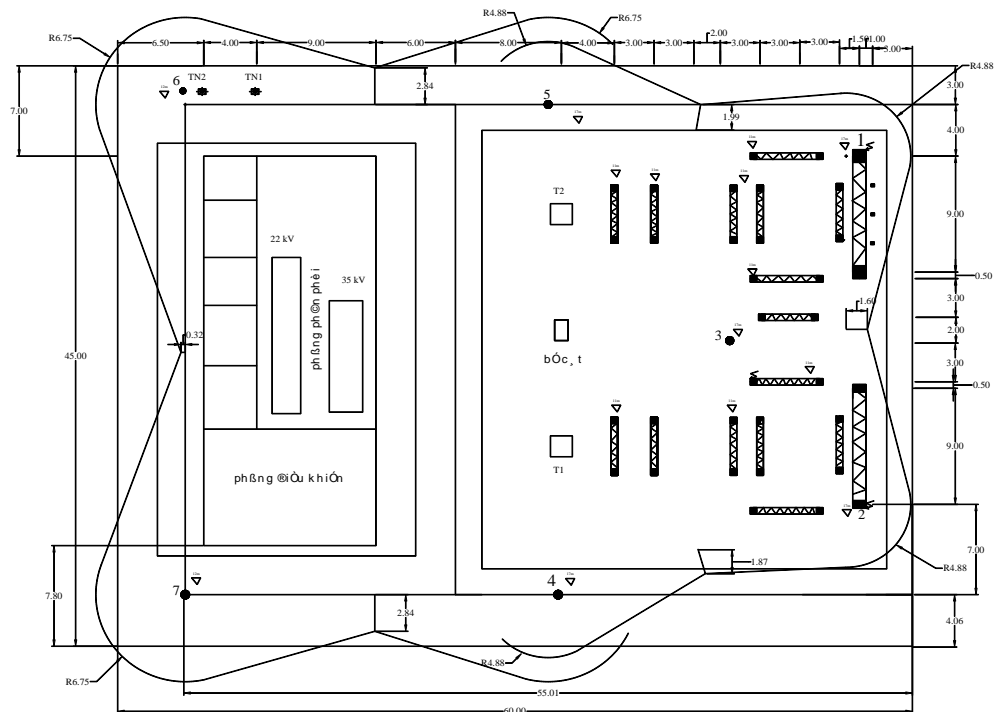
Cặp cột	a (m)	a'(m)	h(m)	h ₀ (m)	R _x (m)	R ₀ (m)
1-2	27		17	13,14	4,88	1,6
1-5	22,85		17	13,7	4,88	2,06
2-4	23,56		17	13,63	4,88	1,97
4-7	26,9	3,75	17-12	8,69	4,88-6,75	2,02
5-6	26,9	3,75	17-12	8,69	4,88-6,75	2,02
6-7	38		12	6,57	6,75	0,43

6. Kết luận

Tổng số cột: 7 cột gồm 5 cột cao 17m và 2 cột cao 12m

Tổng chiều dài: $l = (17-11).2 + 3.17 + 2.12 = 87 \text{ m}$

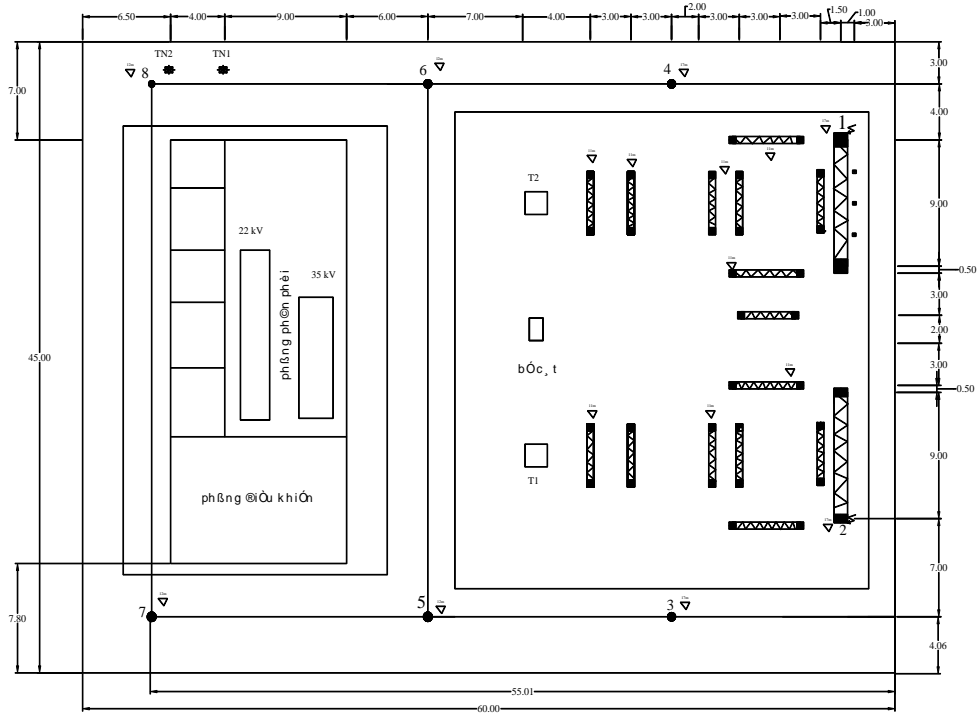
Sơ đồ phạm vi bảo vệ



Hình 4.4 Sơ đồ phạm vi bảo vệ cột thu sét phương án 1

4.5.2. Phương án 2

Sơ đồ mặt bằng trạm và cách bố trí các cột thu lôi như hình vẽ (1 – 7), ở phương án này ta bố trí cột thu lôi (1) ; (2) trên xà của trạm có chiều cao 11 m và cột 3, 4, 5, 6, 7,8 đặt độc lập.



Hình 4.5 Sơ đồ mặt bằng trạm và cách bố trí các cột thu lôi phương án

1. Tính độ cao tác dụng của cột thu lôi

a. Xét nhóm cột (1),(2),(3):

Nhóm 3 cột này hình thành một tam giác thường có độ dài các cạnh là :
 $a_{12} = 27 \text{ m}$; $a_{23} = 14,31 \text{ m}$; $a_{13} = 36,23 \text{ m}$

Bán kính đường tròn ngoại tiếp tam giác đi qua 3 chân cột bất kì được xác định bởi công thức Hê rông:

$$r = \frac{a.b.c}{4.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} ; p = \frac{a+b+c}{2} : \text{là nửa chu vi của tam giác.}$$

- a,b,c: là độ dài các cạnh của tam giác.

$$p = \frac{a+b+c}{2} = \frac{27+14,31+36,23}{2} = 38,77m$$

$$\begin{aligned} \text{Từ đó : } D &= \frac{a.b.c}{2.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} \\ &= \frac{27.14,31.36,23}{2.\sqrt{38,77.(38,77-27).(38,77-14,31).(38,77-36,23)}} = 41,57m \end{aligned}$$

Độ cao tác dụng để nhóm cột (4),(2),(3) bảo vệ được hoàn toàn phần diện tích giới hạn bởi 3 đỉnh cột phải thỏa mãn điều kiện :

$$h_a \geq D/8 = \frac{41,57}{8} = 5,20 \text{ m}$$

b, Xét nhóm cột (1),(2),(4):

Nhóm 3 cột này hình thành một tam giác thường có độ dài các cạnh là :
 $a_{12} = 27\text{m}$; $a_{14} = 13,14 \text{ m}$; $a_{24} = 33,42 \text{ m}$

Bán kính đường tròn ngoại tiếp tam giác đi qua 3 chân cột bất kì được xác định bởi công thức Hê rông:

$$r = \frac{a.b.c}{4.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} ; p = \frac{a+b+c}{2} : \text{là nửa chu vi của tam giác.}$$

- a,b,c : là độ dài các cạnh của tam giác.

$$p = \frac{a+b+c}{2} = \frac{27+13,14+33,42}{2} = 36,78\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Từ đó : } D &= \frac{a.b.c}{2.\sqrt{p.(p-a)(p-b)(p-c)}} \\ &= \frac{27.13,14.33,42}{2.\sqrt{36,78.(36,78-27).(36,78-13,14).(36,78-33,42)}} = 35,07\text{m} \end{aligned}$$

Độ cao tác dụng để nhóm cột (1),(2),(3) bảo vệ được hoàn toàn phần diện tích giới hạn bởi 3 đỉnh cột phải thoả mãn điều kiện :

$$h_a \geq D/8 = \frac{35,07}{8} = 4,38 \text{ m}$$

c, Xét nhóm cột (4), (3), (5), (6). Nhóm cột này hình thành một hình chữ nhật có độ dài các cạnh

$$a_{34} = 38 \text{ m} ; a_{35} = 17 \text{ m}$$

Đường kính đường tròn ngoại tiếp hình chữ nhật này chính là độ dài đường chéo của hình chữ nhật :

$$D = \sqrt{a_{34}^2 + a_{35}^2} = \sqrt{38^2 + 17^2} = 41,63\text{m}$$

Độ cao tác dụng tối thiểu để các cột (4),(5),(7),(8) bảo vệ được hoàn toàn diện tích giới hạn bởi chúng là: $h_a \geq \frac{D}{8} = \frac{41,63}{8} = 5,22\text{m}.$

d, Xét nhóm cột (6), (5), (7), (8). Nhóm cột này hình thành một hình chữ nhật có độ dài các cạnh

$$a_{65} = 38 \text{ m} ; a_{78} = 20,4 \text{ m}$$

Đường kính đường tròn ngoại tiếp hình chữ nhật này chính là độ dài đường chéo của hình chữ nhật :

$$D = \sqrt{a_{34}^2 + a_{35}^2} = \sqrt{38^2 + 20,4^2} = 43,13\text{m}$$

Độ cao tác dụng tối thiểu để các cột (4),(5),(7),(8) bảo vệ được hoàn toàn diện tích giới hạn bởi chúng là:

$$h_a \geq \frac{D}{8} = \frac{43,13}{8} = 5,39\text{m} .$$

e, Chọn độ cao tác dụng chung cho toàn trạm

Qua tính toán độ cao tác dụng của các cột thu lôi, có thể lấy chung một giá trị độ cao tác dụng lớn nhất của cột thu lôi cho toàn trạm là. $h_{\max} = 5,39$.

Do vậy ta lấy : $h_a = 6 \text{ m}$.

2. Tính độ cao của các cột thu lôi

Độ cao cột thu lôi dùng để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm biến áp được xác định bởi: $h = h_a + h_x$

Trong đó: + h : độ cao cột thu lôi.

+ h_x : độ cao của vật được bảo vệ.

+ h_a : độ cao tác dụng của cột thu lôi.

Đối với phía 110kV của đề tài các thanh xà cần bảo vệ có độ cao lớn nhất là 11m ($h_x = 11\text{m}$) do đó độ cao tối thiểu của cột thu lôi là:

$$h = h_x + h_a = 11 + 6 = 17 \text{ m}.$$

Phòng phân phối và làm việc cao 6 m do đó độ cao tối thiểu cột thu lôi là:

Phía 35kV ngoài trời có chiều cao lớn nhất là 7,5m.

$$h = h_x + h_a = 6 + 6 = 12 \text{ m}.$$

3. Tính phạm vi bảo vệ của các cột thu lôi:

a) Bán kính bảo vệ của từng cột thu lôi ở độ cao 11m:

$$h = 17 \text{ m} : h_x = 11 \text{ m} :$$

Ta có : $h_x = 11 < 2/3 h = 2/3 \cdot 17 = 11,3 \text{ m}$.

$$\text{Nên: } r_x = 1,5 \cdot h \left(1 - \frac{h_x}{0,8 \cdot h} \right) = 1,5 \cdot 17 \left(1 - \frac{11}{0,8 \cdot 17} \right) = 4,88 \text{ m}$$

b) Bán kính bảo vệ của từng cột ở độ cao 6 m:

$$h = 12 \text{ m} : h_x = 6 \text{ m} :$$

$$h_x = 6 < 2/3 h = 2/3 \cdot 12 = 8 \text{ m}.$$

$$\text{Nên } r_x = 1,5 \cdot h \left(1 - \frac{h_x}{0,8 \cdot h} \right) = 1,5 \cdot 12 \left(1 - \frac{6}{0,8 \cdot 12} \right) = 6,75 \text{ m}$$

4. Phạm vi bảo vệ của các cặp cột thu lôi

a, Xét cặp cột (1),(2).

Có độ cao bằng nhau : $h_1 = h_2 = 17 \text{ m}$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 27 \text{ m}$.

- Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 17 - \frac{27}{7} = 13,14 \text{ m}$$

- Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

$$\text{Ở độ cao } 11 \text{ m: } h_x = 11 \text{ m} > \frac{2}{3} h_o = 8,76 \text{ m}.$$

$$\text{Nên : } r_{xo} = 0,75 \cdot h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o} \right) = 0,75 \cdot 13,14 \cdot \left(1 - \frac{11}{13,14} \right) = 1,61 \text{ m}.$$

b, Xét cặp cột (2),(3)

Độ cao các cột : $h_3 = h_2 = 17 \text{ m}$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 14,31 \text{ m}$.

-Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 17 - \frac{14,31}{7} = 14,96 \text{ m}$$

-Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

$$\text{Ở độ cao } 11 \text{ m: } h_x = 11 \text{ m} > \frac{2}{3} h_o = 9,97 \text{ m. Nên :}$$

$$r_{xo} = 0,75.h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right) = 0,75.14,96 \cdot \left(1 - \frac{11}{14,96}\right) = 2,97m.$$

c, Xét cặp cột (1),(4)

Độ cao các cột : $h_1 = h_4 = 17 \text{ m}$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 13,14 \text{ m}$.

-Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 17 - \frac{13,14}{7} = 15,12m$$

-Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

Ở độ cao 11m: $h_x = 11m > \frac{2}{3} h_o = 10,08m$. Nên :

$$r_{xo} = 0,75.h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right) = 0,75.15,12 \cdot \left(1 - \frac{11}{15,12}\right) = 3,09m.$$

d, Xét cặp cột (6),(4) và (3), (5)

Độ cao các cột : $h_3 = h_4 = 17 \text{ m}$; $h_6 = h_5 = 12 \text{ m}$

Khoảng cách giữa hai cột là : $a = 17m$

$$h_7 > 2/3h_4 = 11,33 \text{ m}$$

$$\frac{b}{0,75h_1} = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \Rightarrow b = 0,75h_1 \left(1 - \frac{h_2}{h_1}\right)$$

$$\Rightarrow b = 0,75.17 \cdot \left(1 - \frac{12}{17}\right) = 3,75$$

Vậy $a' = a - b = 17 - 3,75 = 13,25 \text{ m}$

Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h_2 - \frac{a'}{7} = 12 - \frac{13,25}{7} = 10,11m$$

$h_x = 6m > \frac{2}{3} h_o = \frac{2}{3} \cdot 10,11 = 6,74m$. Nên :

$$r_{xo} = 0,75.h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right) = 0,75.10,11 \cdot \left(1 - \frac{6}{10,11}\right) = 3,08m.$$

e, Xét cặp cột (7),(8) :

Độ cao các cột : $h_5 = h_6 = 12m$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 38 m$.

-Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 12 - \frac{38}{7} = 6,57m$$

-Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

$$\text{Ở độ cao: } h_x = 6m > \frac{2}{3} h_o = \frac{2}{3} 6,57 = 4,38m. \text{ Nên :}$$

$$r_{xo} = 0,75.h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o} \right) = 0,75.6,57 \cdot \left(1 - \frac{11}{6,57} \right) = 0,43m.$$

f, Xét cặp cột (6),(8) và (5),(7) :

Độ cao các cột : $h_5 = h_6 = h_7 = h_8 = 12m$

Khoảng cách giữa hai cột là: $a = 20,4 m$.

-Độ cao lớn nhất của khu vực bảo vệ giữa hai cột thu lôi là:

$$h_o = h - \frac{a}{7} = 12 - \frac{20,4}{7} = 9,09m$$

-Bán kính của khu vực bảo vệ ở giữa hai cột thu lôi là:

$$\text{Ở độ cao: } h_x = 6m < \frac{2}{3} h_o = \frac{2}{3} 9,09 = 6,06m. \text{ Nên :}$$

$$r_{xo} = 1,5.h_o \left(1 - \frac{h_x}{0,8.h_o} \right) = 1,5.9,09 \cdot \left(1 - \frac{11}{0,8.9,09} \right) = 2,38m.$$

5. Bảng tổng kết phương án 2

Cặp cột	a (m)	a'(m)	h(m)	h ₀ (m)	R _x (m)	r _{0x} (m)
1-2	27	-	17	13,14	4,88	1,61
1-4	13,14	-	17	15,12	4,88	3,09
2-3	14,31	-	17	14,96	4,88	2,97
3-5,4-6	17	13,25	17-12	10,11	4,88-6,75	3,08
6-8,5-7	10,4	-	12	9,09	6,75	2,38
7-8	38	-	12	6,57	6,75	0,43

6. Kết luận

Tổng số cột: 4 cột cao 17m và 4 cột cao 12m

Tổng chiều dài: $l = (17-11).2 + 2.17 + 12.4 = 94 \text{ m}$

Sơ đồ phạm vi bảo vệ của phương án 2

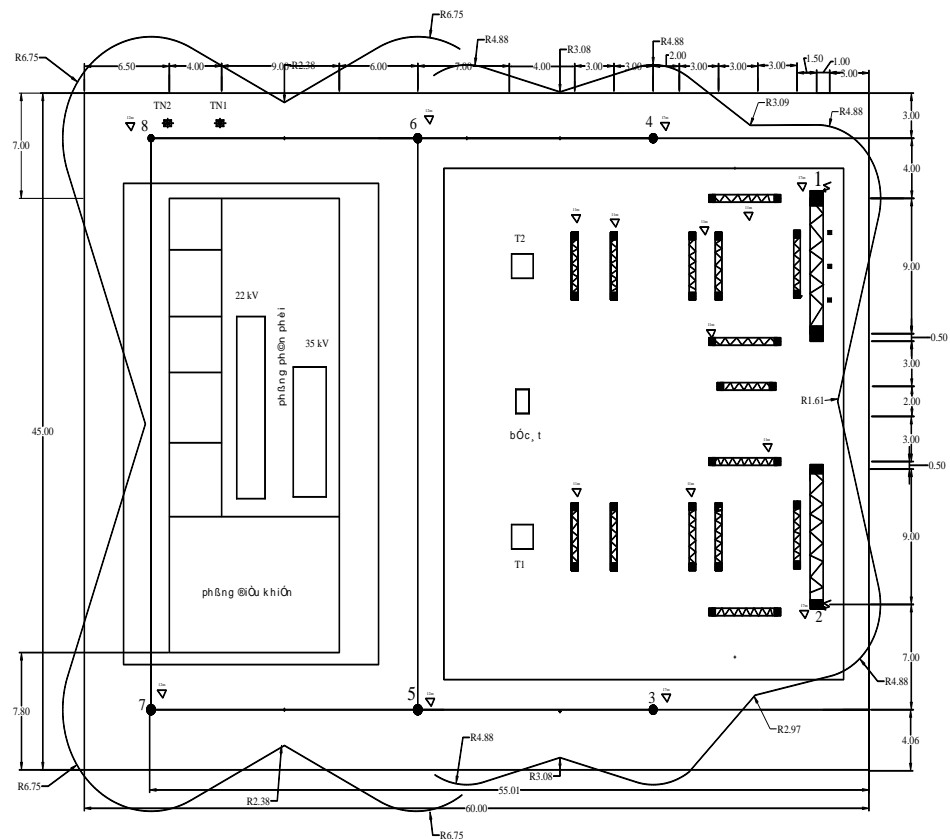
4.6. So sánh và tổng kết các phương án

Cả hai phương án đều được chấp nhận về mặt kỹ thuật

Phương án 1: sử dụng 7 cột thu sét với tổng chiều dài là 87m

Phương án 2: Sử dụng 8 cột thu sét với tổng chiều dài là 94m

So sánh cả hai phương án ta chọn phương án 1 làm phương án tính toán cho các phần sau.



Hình 4.6 Sơ đồ phạm vi bảo vệ cột thu sét phương án

CHƯƠNG 5

TÍNH TOÁN NỐI ĐẤT CHO TRẠM BIẾN ÁP 110/35KV

5.1 Khái niệm chung :

Nhiệm vụ của nối đất là tản dòng điện xuống đất để đảm bảo cho điện thế trên vật nối đất có trị số bé. Trong hệ thống điện có 3 loại nối đất khác nhau :

Nối đất làm việc: Nối đất làm việc là loại nối đất có nhiệm vụ đảm bảo sự làm việc bình thường của thiết bị, hoặc một số bộ phận của thiết bị theo chế độ làm việc đã được quy định sẵn. Loại nối đất này bao gồm :

Nối đất điểm trung tính máy biến áp trong hệ thống có điểm trung tính nối đất

Nối đất của máy biến áp đo lường và của kháng điện ba ngang trên đường dây tải điện .

Nối đất an toàn: Nối đất an toàn có nhiệm vụ bảo đảm an toàn cho người khi cách điện của thiết bị điện bị hỏng. Thực hiện nối đất an toàn bằng cách đem nối đất mọi bộ phận kim loại bình thường không mang điện (vỏ máy, thang máy biến áp, máy cắt điện ,các giá đỡ kim loại ,chân sứ ...) khi cách điện bị hư hỏng trên các bộ phận này xuất hiện điện thế nhưng do đã được nối đất nên giữ được mức điện thế thấp do đó đảm bảo được an toàn cho người khi tiếp xúc với chúng.

Nối đất chống sét: Nối đất chống sét nhằm tản dòng điện sét trong đất (khi có sét đánh vào cột thu sét , hoặc trên đường dây) để giữ cho điện thế tại mọi điểm trên thân cột không quá lớn, hạn chế được các phóng điện ngược tới các công trình cần bảo vệ .

* Nhìn chung ở các nhà máy điện và trạm biến áp về nguyên tắc là phải tách rời các hệ thống nối đất nói trên để đề phòng khi có dòng điện ngắn mạch lớn hay dòng điện sét đi vào hệ thống nối đất làm việc sẽ không gây điện thế cao trên hệ thống nối đất an toàn. Tuy nhiên trong thực tế điều đó khó thực hiện vì nhiều lí do, cho nên ta chỉ dùng một hệ thống nối đất chung cho các nhiệm vụ. Song hệ thống nối đất chung phải đảm bảo yêu cầu của các thiết bị khi có dòng

ngắn mạch chạm đất lớn do vậy yêu cầu điện trở nối đất phải nhỏ. Điện trở nối đất của hệ thống này yêu cầu không được vượt quá 0,5 Ω

Khi điện trở nối đất càng nhỏ thì có thể tản dòng điện với mật độ lớn, tác dụng của nối đất tốt hơn an toàn hơn. Nhưng để đạt được trị số điện trở nối đất nhỏ thì rất tốn kém do vậy trong tính toán ta phải thiết kế sao cho kết hợp được cả hai yếu tố là đảm bảo về kỹ thuật và hợp lý về kinh tế.

Các số liệu dùng để tính toán nối đất.

Theo đề tài điện trở suất đo được của đất:

$$\rho_d = 0,6.10^4 \Omega.cm = 0,6.10^2 \Omega.m.$$

Điện trở nối đất cột đường dây: $R_c = 10 \Omega$.

Trong thực tế đất là một môi trường phức tạp không đồng nhất về kết cấu cũng như về thành phần, do đó điện trở suất của đất sẽ phụ thuộc vào nhiều yếu tố, thành phần, độ ẩm, nhiệt độ... Do khí hậu các mùa thay đổi nên độ ẩm, nhiệt độ của đất luôn thay đổi. Do đó trong quá trình tính toán nối đất, giá trị điện trở suất của đất cần phải được hiệu chỉnh theo hệ số mùa.

Công thức hiệu chỉnh như sau:

$$\rho_{tt} = \rho_d \cdot K_m$$

K_m - Hệ số mùa.

(Được xác định theo bảng tương ứng với các dạng nối đất và các loại cọc.)

Bảng 5.1: Hệ số $K_{mùa}$

Loại nối đất	Dạng cọc	Hệ số $K_{mùa}$
An toàn và làm việc	Thanh ngang, chôn sâu 0,8 m	2
	Cọc dài 2÷3 m, chôn sâu 0,8 m	1,4
Chống sét	Thanh ngang chôn sâu 0,8 m	1,25
	Cọc dài 2÷3 m, chôn sâu 0,8 m	1,15

Dây chống sét sử dụng loại C- 70 có điện trở đơn vị là: $R_o = 2,38 \Omega/km$.

Chiều dài khoảng vượt đường dây là: Đối với 110kV: $l = 195 m$.

Một số yêu cầu về kỹ thuật của điện trở nối đất :

Trị số điện trở nối đất càng bé thì tác dụng của nối đất càng cao. Nhưng việc giảm trị số điện trở nối đất sẽ làm tăng giá thành xây dựng vì số lượng kim loại tăng do đó phải qui định trị số cho phép của điện trở nối đất.

Đối với hệ thống nối đất làm việc thì trị số của nó phải thoả mãn các yêu cầu của tình trạng ,làm việc theo quy trình thì:

- Đối với các thiết bị điện nối đất trực tiếp, yêu cầu điện trở nối đất phải thoả mãn: $R \leq 0,5\Omega$.
- Đối với các thiết bị có điểm trung tính không trực tiếp nối đất thì:

$$R \leq \frac{250}{I} \Omega$$

- Đối với hệ thống có điểm trung tính cách điện với đất và chỉ có một hệ thống nối đất dùng chung cho cả thiết bị cao áp và hạ áp thì:

$$R \leq \frac{125}{I} \Omega$$

nhưng không được vượt quá 10Ω .

Khi lưới điện không đặt cuộn dập hồ quang thì dòng điện I sẽ là dòng điện điện dung của toàn lưới:

$$I = 3U_{ph} \cdot \omega \cdot C$$

U_{ph} : điện áp pha

C : điện dung của pha với đất.

Nếu trong hệ thống có thiết bị thì dòng điện tính toán I là phần dòng điện ngắn mạch chạm đất trong mạng khi đã có công suất lớn nhất nhưng chú ý là phần dòng điện đó không được vượt quá 50A.

Dòng điện tính toán trong hệ thống nối đất mà trong đó có nối thiết bị b được lấy bằng 125% dòng điện định mức của thiết bị ấy.

Ngoài việc đảm bảo trị số điện trở nối đất đã quy định và giảm nhỏ trị số điện trở nối đất của trạm và của nhà máy điện còn phải chú ý đến việc cải thiện sự phân bố thế trên toàn bộ diện tích trạm.

Đối với trạm biến áp ta thiết kế bảo vệ có cấp điện áp 110kV và có các cột thu lôi độc lập do đó ta sử dụng hình thức nối đất tập trung để có hiệu quả tản dòng điện tốt nhất.

Mặt khác do đặt các cột thu lôi trên xà nên phần nối đất chống sét ta nối chung với mạch vòng nối đất của trạm.

5.2 Tính toán nối đất

5.2.1. Phía 110kV

Nối đất an toàn :

Trị số điện trở nối đất cho phép của nối đất an toàn được chọn sao cho các trị số điện áp bước và tiếp xúc trong mọi trường hợp không vượt quá giá trị cho phép .Với trạm biến áp cân bảo vệ có cấp điện áp 110 KV thì nối đất an toàn phải thoả mãn điều kiện :

Điện trở nối đất của hệ thống phải có giá trị : $R \leq 0,5 \Omega$.

Điều kiện này xuất phát từ việc cấp điện áp 110 KV có dòng ngắn mạch lớn, khi chạm vỏ hoặc rò điện thì dòng điện rò sẽ rất lớn gây nguy hiểm cho người khi làm việc với thiết bị .

Ở cấp điện áp 110 KV do có độ dự trữ cách điện cao nên ta sử dụng chung nối đất an toàn ,nối đất làm việc ,nối đất chống sét thành một hệ thống .

Điện trở nối đất của hệ thống phải thoả mãn các điều kiện sau :

$$R_{HT} = R_{TN} // R_{NT} = \frac{R_{TN} \cdot R_{NT}}{R_{TN} + R_{NT}} \leq 0,5 \Omega$$

$$R_{NT} \leq 1 \Omega$$

Trong đó : R_{TN} - Là điện trở nối đất tự nhiên .

R_{NT} - Là điện trở nối đất nhân tạo .

a. Nối đất tự nhiên :

Để đảm bảo yêu cầu về nối đất cũng như để giảm khối lượng kim loại trong việc xây dựng hệ thống nối đất nên tận dụng các loại nối đất tự nhiên như :

- Các hệ thống vỏ cáp ngầm ,ống nước chôn dưới đất hay các ống kim loại khác (không chứa các chất dễ cháy nổ).
- Hệ thống chống sét cột và dây của đường dây tải điện.
- Kết cấu kim loại các công trình như móng nhà tường trạm chôn dưới đất.

Khi dùng nối đất tự nhiên phải tuân theo những điều kiện quy định của quy phạm. Nếu điện trở nối đất tự nhiên đã thoả mãn các yêu cầu của thiết bị có dòng điện chạm đất bé thì không cần làm thêm nối đất nhân tạo nữa. Nhưng với

các các thiết bị có dòng ngắn mạch lớn thì cần phải có nối đất nhân tạo và yêu cầu trị số điện trở nối đất nhân tạo vẫn phải nhỏ hơn 1Ω .

Trong phạm vi của đề tài này ta chỉ xét nối đất tự nhiên của trạm là hệ thống chống sét cột và đường dây của đường dây tải điện 110 KV tới trạm .

Công thức tính toán điện trở của hệ thống chống sét cột đường dây :

$$R_{CSC} = R_{TN} = \frac{R_C}{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{R_C}{R_{CS}} + \frac{1}{4}}} \cdot \frac{1}{n}$$

Trong đó :

R_{CS} -Là điện trở tác dụng của dây chống sét trong một khoảng vượt

R_C -Là điện trở nối đất của cột .

n -Là số lượng đường dây đi ra .

a1) Tính điện trở tác dụng của dây chống sét R_{CS}

Với đường dây 110kV ta sử dụng dây chống sét loại C-70 có $r_0 = 2,38 \Omega/\text{km}$ và khoảng vượt của đường dây là $l_{kv} = 195 \text{ km}$.

Ta giả thiết rằng các khoảng vượt có độ dài như nhau .

Từ đó ta tính được :

$$R_{CS} = r_0 \cdot l = 2,38 \cdot 195 \cdot 10^{-3} = 0,464 \Omega.$$

a2) Điện trở nối đất của cột R_C

$$\text{với } \rho_d = 0,6 \cdot 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$$

Ta tra trong bảng 19-6 Trang 191 sách Kỹ Thuật Điện Cao áp được $R_c = 10 \Omega$

Do trạm thiết kế bảo vệ có 2 lộ đường dây 110 KV nên điện trở nối đất tự nhiên của trạm sẽ là :

$$R_{TN} = \frac{R_C}{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{R_C}{R_{CS}} + \frac{1}{4}}} \cdot \frac{1}{n} = \frac{10}{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{10}{0,464} + \frac{1}{4}}} \cdot \frac{1}{2} = 0,967\Omega$$

b. Nối đất nhân tạo :

Để đảm bảo điện trở nối đất của hệ thống đảm bảo :

$$R_{HT} = R_{TN} // R_{NT} = \frac{R_{TN} \cdot R_{NT}}{R_{TN} + R_{NT}} \leq 0,5\Omega$$

Ta tiến hành nối đất nhân tạo cho hệ thống với yêu cầu :

$$R_{NT} \leq 1\Omega$$

Đối với nối đất nhân tạo cho trạm biến áp thì có nhiều cách thức khác nhau để thực hiện như nối đất kiểu lưới ,kiểu mạch vòngĐối với trạm thiết kế bảo vệ ta sẽ sử dụng nối đất dạng mạch vòng xung quanh trạm bằng các thanh thép dẹt .

Với trạm bảo vệ có kích thước hình chữ nhật có các chiều là :

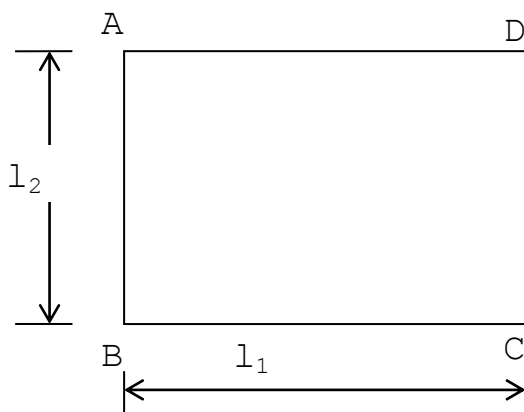
$$L_1 = 58 \text{ m} ; l_2 = 43 \text{ m}$$

Do đó ta sử dụng mạch vòng bao quanh trạm là hình chữ nhật ABCD có kích thước như sau:

Chiều dài $l_1 = 58 \text{ m}$; Chiều rộng $l_2 = 43\text{m}$.

Ta lấy lùi lại mỗi đầu 1 m để cách xa móng tường trạm .

Sơ đồ nối đất mạch vòng thanh dẹt của trạm



Hình 5. 1 Sơ đồ nối đất mạch vòng của trạm.

Tính toán điện trở mạch vòng :

$$\text{Theo công thức : } R_{MV} = \frac{\rho_{tt}}{2.\pi.L} . \ln \frac{K.L^2}{t.d}$$

Trong đó :

+ L -Là chu vi của mạch vòng ,xác định theo công thức:

$$L = 2.(l_1 + l_2) = 2.(58 + 43) = 202\text{m}$$

+ t -Là độ chôn sâu của thanh làm mạch vòng .Ta lấy $t = 0,8 \text{ m}$

$$+ \rho_{tt} = \rho_{\text{đo}} . K_{m\grave{a}i}$$

- ρ_{do} theo đề tài cho $\rho_{do} = 0,6 \cdot 10^4 \Omega \text{cm}$

- $K_{m\grave{u}a}$ Đối với thanh ngang chôn sâu 0,8 m chọn $K_{m\grave{u}a} = 2$

$$\Rightarrow \rho_{do} = 0,6 \cdot 10^4 \cdot 2 = 1,2 \cdot 10^4 \Omega \text{cm} = 120 \Omega \text{m}$$

+ d- Đường kính của thanh làm mạch vòng, với thanh dẹt có bề rộng $b = 4 \text{ cm}$

Do đó $d = b / 2 = 4 / 2 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ (m)}$

+ k - hệ số phụ thuộc vào tỉ số l_1 / l_2 .

Với bảng giá trị của $K = f(l_1 / l_2)$ ta có bảng sau :

Bảng 5. 2: Hệ số K phụ thuộc vào (l_1/l_2)

l_1 / l_2	1	1,5	2	3	4
K	5,53	5,81	6,42	8,17	10,40

Với mạch vòng ta sử dụng :

$$l_1 / l_2 = 58 / 43 = 1,35$$

Từ đồ thị bằng phương pháp nội suy ta xác định được $K = 5,7$

Thay các giá trị vừa xác định vào công thức tính R_{MV} ta có :

$$R_{MV} = \frac{\rho_{\pi}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{K \cdot L^2}{t \cdot d} = \frac{120}{2 \cdot 3,14 \cdot 202} \ln \left(\frac{5,7 \cdot 202^2}{0,8 \cdot 0,02} \right) = 1,56 \Omega$$

$R_{MV} = 1,56 \Omega > 1 \Omega$. Do vậy để đảm bảo $R_{NT} \leq 1 \Omega$ ta phải tiến hành đóng thêm cọc thành hệ thống nối đất "mạch vòng - cọc ".

Gọi n là số cọc cần đóng thêm : với η_c , η_{MV} là hệ số sử dụng cọc và mạch vòng

Sau khi đóng thêm cọc thì điện trở nhân tạo được xác định theo công thức :

$$R_{NT} = \frac{R_C \cdot R_{MV}}{R_C \cdot \eta_{MV} + n \cdot \eta_c \cdot R_{MV}}$$

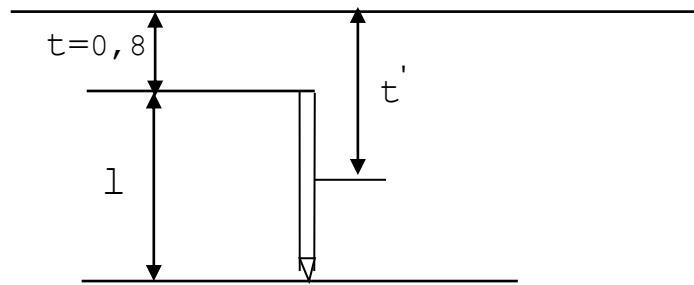
Các thông số của cọc đóng như sau :

- Ta chọn cọc trong chôn sâu dưới mặt đất có :
 - Chiều dài cọc $l = 2,5 \text{ m}$.
 - Đường kính cọc $d = 0,04 \text{ m}$.

Do đó :

- Điện trở của cọc $R_{cọc}$ được xác định bằng công thức sau :

$$R_{coc} = \left[\frac{\rho_{ttc}}{2 \cdot \pi \cdot l} \right] \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t' + l}{4 \cdot t' - l} \right)$$



Hình 5. 2 Các kích thước nổi đất cọc

Trong đó:

Cọc có kích thước: $l = 2,5\text{m}$.

ρ là điện trở suất của đất đối với cọc: $\rho = \rho_{đo} \cdot K_{mùa (cọc)}$.

$\rho_{đo} = 0,6 \cdot 10^2 (\Omega \cdot \text{m})$.

Tra bảng (2-1) sách “hướng dẫn thiết kế tốt nghiệp KTĐCA” ta được:

$K_{mùa (cọc)} = 1,4$.

$\rho = 0,6 \cdot 10^2 \cdot 1,4 = 0,84 \cdot 10^2 (\Omega \cdot \text{m})$.

t là độ chôn sâu: $t = 0,8\text{m}$. Giá trị t' được tính:

$$t' = \frac{l}{2} + 0,8 = \frac{3}{2} + 0,8 = 2,3(\text{m})$$

Thay số liệu vào (4 - 5) ta có:

$$R_{coc} = \left[\frac{0,84 \cdot 10^2}{2,3 \cdot 14,3} \right] \cdot \left(\ln \frac{2,3}{0,04} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 22,34 (\Omega)$$

Xác định các hệ số n , η_{MV} , η_{coc} :

Với chu vi của mạch vòng : $L = 202(\text{m})$

Gọi khoảng cách giữa hai cọc là a .

Từ bảng 4(phụ lục sách hướng dẫn thiết kế tốt nghiệp Kỹ thuật điện cao áp), ta xác định được quan hệ $\eta_{coc} = f(n)$, quan hệ $\eta_{MV} = f(n)$

Từ các đồ thị biểu diễn quan hệ ta vừa xây dựng ta tiếp tục tính :

Ta xét từng trường hợp theo tỷ số $\frac{a}{l}$ với các thông số là:

L (chu vi mạch vòng) = 202 (m).

l (chiều dài cọc) = 2,5 (m).

* Khi $a_1/l = 1$ \Rightarrow khoảng cách giữa các cọc $a_1 = l = 2,5$ (m).

Ta có số cọc chôn theo chu vi mạch vòng là:

$$n_1 = \frac{L}{a_1} = \frac{202}{2.5} = 81 \text{ cọc.}$$

Bằng phương pháp nội suy từ hai đồ thị $\eta_c = f(n)$ và $\eta_{MV} = f(n)$ ta xác định được :

$$\eta_c = 0,36 \quad ; \quad \eta_{MV} = 0,20$$

Điện trở nhân tạo trong trường hợp này là:

$$R_{NT} = \frac{R_C \cdot R_{MV}}{R_C \cdot \eta_{MV} + n \cdot \eta_c \cdot R_{MV}} = \frac{1,25 \cdot 25,89}{0,20 \cdot 202 + 81 \cdot 0,36 \cdot 1,25} = 0,65(\Omega)$$

Khi $a_2/l = 2$ \Rightarrow khoảng cách giữa hai cọc $a_2 = 2 \cdot l = 2 \cdot 2,5 = 5$ (m)

Ta có số cọc chôn theo chu vi là: $n_2 = \frac{L}{a_2} = \frac{202}{5} = 40$ cọc

Tương tự như trên ta tra được :

$$\eta_c = 0,55 \quad ; \quad \eta_{MV} = 0,29$$

Điện trở nhân tạo trong trường hợp này là:

$$R_{NT} = \frac{R_C \cdot R_{MV}}{R_C \cdot \eta_{MV} + n \cdot \eta_c \cdot R_{MV}} = \frac{0,84 \cdot 22,34}{22,34 \cdot 0,29 + 40 \cdot 0,55 \cdot 0,84} = 0,75(\Omega)$$

*Như vậy trong các trường hợp :

$a_1/l = 1$; $n_1 = 81$ cọc ; $R_{NT} = 0,65(\Omega)$

$a_2/l = 2$; $n_1 = 40$ cọc ; $R_{NT} = 0,75(\Omega)$

Ta thấy các trường hợp trên đều thỏa mãn yêu cầu về kỹ thuật $R_{NT} \leq 1\Omega$. Tuy nhiên để giảm thiểu chi phí về kinh tế cho công trình chống sét ta chọn trường hợp

$a_2/l = 2$; $n_1 = 40$ cọc ; $R_{NT} = 0,75(\Omega)$

Trường hợp trên có số cọc chôn là ít nhất .

* Vậy ta có : Hệ thống nối đất nhân tạo được sử dụng trong đề tài là hệ thống Do đó điện trở nối đất an toàn là :

$$R_{an\ toan} = \frac{R_{NT} \cdot R_{TN}}{R_{NT} + R_{TN}} = \frac{0,967 \cdot 0,75}{0,967 + 0,75} = 0,42(\Omega) \text{ Trong đó :}$$

R_{NT} - điện trở của hệ thống nối đất nhân tạo ($R_{NT} = 0,75\Omega$)

R_{TN} - điện trở của hệ thống nối đất tự nhiên ($R_{TN} = 0,967\Omega$)

Vậy hệ thống nối đất sử dụng thoả mãn điều kiện về kỹ thuật $R_{HT} \leq 0,5 \Omega$

Nối đất chống sét

a. Tính toán điện trở nối đất xung kích:

Khi cường độ điện trường trong đất đạt đến một trị số nào đó thì trong đất phát sinh các quá trình lý hoá làm cho điện trở suất của đất thay đổi, và nếu cường độ trường đạt đến trị số tới hạn thì trong đất sẽ có hiện tượng phóng điện. Kết quả là xung quanh cực hình thành khu vực có hồ quang, có tia lửa điện do đó có thể xem là kích thước cực tăng lên và điện trở nối đất sẽ giảm. Điều này xảy ra khi dòng điện đi vào hệ thống nối đất lớn cụ thể là khi có dòng sét đi vào đất.

Điện trở nối đất ứng với trường hợp ấy gọi là điện trở nối đất xung kích và quan hệ của nó với điện trở tần số công nghiệp như sau:

$$R_{xk} = \alpha \cdot R$$

Trong đó: R - điện trở nối đất ổn định (tần số công nghiệp)

α - Hệ số xung kích phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại cực nối đất, điện trở suất, cường độ dòng điện sét, cách bố trí các điện cực...

Việc tính toán điện trở nối đất xung kích sẽ dựa vào điện trở nối đất ổn định.

Khi có dòng điện sét đi vào bộ phận nối đất, nếu tốc độ biến thiên của dòng điện theo thời gian rất lớn thì trong thời gian đầu điện cảm sẽ ngăn cản không cho dòng điện đi tới các phần cuối của điện cực khiến cho điện áp phân bố không đều, sau một thời gian, ảnh hưởng của điện cảm mất dần và điện áp phân bố sẽ đều hơn.

Thời gian của quá trình quá độ nói trên phụ thuộc vào hằng số thời gian.

$$T = L \cdot g \cdot I^2 \quad (*)$$

Từ (*) ta thấy: T tỷ lệ với trị số điện cảm tổng $L \cdot I$ và điện dẫn tổng $g \cdot I = \frac{1}{R}$ của điện cực.

Từ biểu thức (*) ta thấy khi dòng điện tản trong đất là dòng điện một chiều hoặc xoay chiều tần số công nghiệp thì ảnh hưởng của L không đáng kể và bất kỳ hình thức nối đất nào (thẳng đứng hoặc nằm ngang) cũng đều biểu thị bởi trị số điện trở tản.

Khi dòng điện tản trong đất là dòng điện sét, tham số biểu thị của nối đất tùy thuộc vào tương quan giữa hằng số thời gian T và thời gian đầu sóng của dòng điện. Khi $T \ll \tau_{d.s}$ (khi dòng điện đạt trị số cực đại) thì cần xét quá trình quá độ đã kết thúc và nối đất thể hiện như một điện trở tản. Trường hợp này ứng với các hình thức nối đất dùng cọc hoặc thanh có chiều dài không lớn lắm và gọi là nối đất tập trung.

Nếu điện cực dài, hằng số thời gian có thể đạt tới mức $\tau_{d.s}$ và tại thời điểm dòng điện đạt trị số cực đại, quá trình quá độ chưa kết thúc và như đã phân tích tác dụng của điện cảm, nối đất sẽ thể hiện như một tổng trở Z có giá trị rất lớn so với điện trở tản. Trường hợp này gọi là nối đất phân bố dài.

Trong tính toán thiết kế trạm biến áp 110kV, thường thì phần nối đất nối chung với mạch vòng nối đất an toàn của trạm. Như vậy sẽ gặp trường hợp nối đất phân bố dài, tổng trở xung kích $Z_{x.k}$ có thể lớn gấp nhiều lần so với điện trở tản xoay chiều làm tăng điện áp giáng trên bộ phận nối đất và có thể gây phóng điện ngược đến các phần mang điện của trạm. Do đó ta phải tính toán, kiểm tra theo yêu cầu của nối đất chống sét trong trường hợp có dòng điện sét đi vào hệ thống nối đất.

b. Dạng sóng tính toán của dòng điện sét.

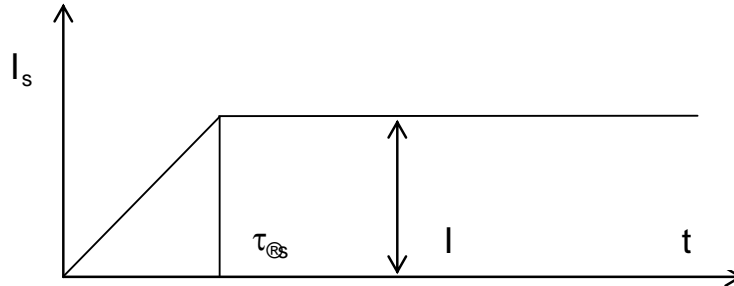
Trong tính toán thiết kế ta chọn sóng tính toán của dòng điện sét là dạng sóng xiên góc có biên độ không đổi (xem hình vẽ) .

$$\text{Dạng sóng tính toán của dòng điện sét: } \begin{cases} I_s = a \cdot t \text{ khi } t < \tau_{ds} \\ I_s = I \text{ khi } t \geq \tau_{ds} \end{cases}$$

Trong đó: + a: độ dốc dòng điện sét $a = 30\text{kA}/\mu\text{s}$

+ I: biên độ dòng điện sét $I = 150\text{kA}$

+ τ_{ds} : thời gian đầu sóng lấy bằng $5\mu\text{s}$; $\left(\tau_{ds} = \frac{I_s}{a} = \frac{150}{30} = 5\mu\text{s}\right)$



Hình 5.4: Dòng sóng của dòng sét.

c. Yêu cầu kiểm tra.

Ta kiểm tra theo điều kiện nhằm đảm bảo an toàn cho cách điện của máy biến áp: $I \cdot Z(0, \tau_{d.s}) \leq U_{0,5}$.

Trong đó:

I : là trị số dòng điện sét lấy bằng 150kA .

$Z(0, \tau_{d.s})$: là tổng trở xung kích nối đất tại thời điểm ngay chỗ dòng điện sét đi vào điện cực.

$U_{0,5}$: trị số điện áp phóng điện xung kích bé nhất của máy biến áp

$U_{0,5} (\text{MBA}) = 460\text{kV}$.

Khi tính toán được giá trị tại chỗ dòng điện sét đi vào nối đất U_d ta phải so sánh với $U_{0,5} (\text{MBA}) = 460\text{kV}$. Nếu U_d không thỏa mãn thì ta phải tiến hành nối đất bổ xung.

Để xác định $Z_Z (0, \tau_{d/s})$ ta xét các chuỗi số sau:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} = \frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} + \dots + \frac{1}{k^2} = \frac{\pi}{6} = 1,645$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \cdot e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_k}} = \frac{e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_1}}}{1^2} + \frac{e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_2}}}{2^2} + \dots + \frac{e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_k}}}{k^2}$$

Trong chuỗi số này chỉ xét đến số hạng chứa e^{-4}

Khi $\frac{\tau_{d/s}}{T_k} > 4 \Rightarrow \frac{e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_k}}}{k^2} \approx 0$

Ta có thể bỏ qua các giá trị từ e^{-5} trở đi vì chúng rất nhỏ so với các số hạng trước.

Tức là ta tính với k sao cho $\frac{\tau_{d/s}}{T_k} \leq 4; k \in \mathbb{Z}^*$

$$\frac{\tau_{d/s}}{T_k} = \frac{\tau_{d/s}}{\frac{T_1}{k^2}} \leq 4 \Leftrightarrow k^2 \leq \frac{4T_1}{\tau_{d/s}} \Rightarrow k \leq 2\sqrt{\frac{T_1}{\tau_{d/s}}}$$

$$\tau_{d/s} = 5\mu\text{m}; k \in \mathbb{Z}^* \Rightarrow k \leq 2\sqrt{\frac{LGI^2}{\pi^2 \tau_{d/s}}} = \sqrt{\frac{1,78.3,15.10^{-3}.101^2}{3,14^2.5}} = 10,77 (\Omega)$$

Vậy $k = 1 \div 4 (k \in \mathbb{Z}^*)$

$$\text{Từ đó : } T_1 = \frac{LGI^2}{\pi^2} = \frac{1,78.10,77.10^{-3}.101^2}{3,14^2} = 19,83 \mu\text{s}$$

Với $k = 1 \div 4$ ta có bảng kết quả sau :

Bảng 5.3: Kết quả tính toán $\frac{e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_k}}}{k^2}$

k	1	2	3	4
$T_k(\mu\text{s})$	19,83	4,96	2,20	1,23
$\frac{\tau_{d/s}}{T_k}$	0,26	1,01	2,27	4,07
$e^{-\frac{t}{T_k}}$	0,77	0,36	0,10	0,017
$\frac{e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_k}}}{k^2}$	0,77	0,09	0,001	0,0011

Từ bảng số liệu trên ta tính được : $\sum_{k=1}^5 \frac{e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_k}}}{k^2} = 0,862$

$$\begin{aligned} \text{Vậy : } Z_{\Sigma}(0; \tau_{d/s}) &= \frac{1}{2g_0 l} \left[1 + \frac{2T_1}{\tau_{d/s}} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \left(1 - e^{-\frac{\tau_{d/s}}{T_k}} \right) \right] = \\ &= \frac{1}{2.10,77.10^{-3}.101} \left[1 + \frac{2.19,83}{5} (1,645 - 0,862) \right] = 3,314 \Omega \end{aligned}$$

Điện áp khi có dòng điện sét đi vào nối đất tại thời điểm $t = \tau_{d/s}$.

Thời điểm dòng đạt cực đại : $U_d = I.Z_{\Sigma}(0, \tau_{d/s}) = 150.3,314 = 633\text{kV}$

Ta thấy $U_d = 497,1 \text{ kV} > U_{50\%MBA} = 460 \text{ kV}$.

Ta thấy với giá trị điện áp U_d này không thoả mãn với điều kiện kiểm tra là :

$$U_d < U_{50\% \text{ máy biến áp}} = 460 \text{ kV}.$$

Do đó ta phải tiến hành nối đất bổ xung để đảm bảo đạt được giá trị điện áp này.

d. Nối đất bổ xung

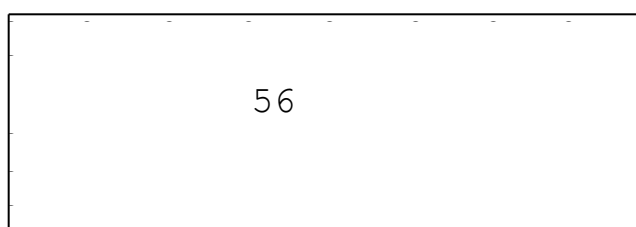
Để đảm bảo yêu cầu về điện trở nối đất và để không xảy ra phóng điện ngược tới thiết bị bảo vệ thì ngoài việc nối chóng vào hệ thống nối đất chóng ta còn phải đặt thêm một điện trở nối đất ngay ở chân cột thu lôi, nơi đặt các thiết bị. Đó là nối đất bổ xung.

Trong nối đất bổ xung ta sử dụng nối đất tập chung gồm thanh và cọc.

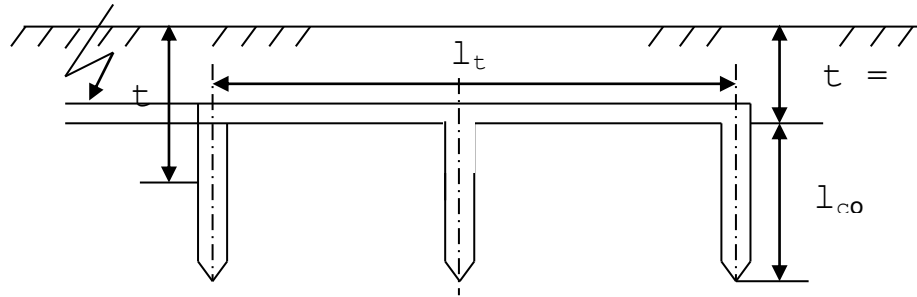
Do việc xác định Z_{bx} bằng lý thuyết là rất phức tạp, nên ta sẽ chọn hình thức nối đất bổ xung như sau sẽ thuận tiện cho quá trình tính toán Z_{bx}

- Với thanh nối đất bổ xung là loại thép dẹt có kích thước:
 - Chiều dài $l = 10 \text{ m}$
 - Bề rộng $b = 0,04 \text{ m}$
- Dọc theo chiều dài thanh có chôn 3 cọc tròn có kích thước:
 - Chiều dài cọc $l_{cọc} = 2,5 \text{ m}$
 - Đường kính cọc $d = 0,04 \text{ m}$
 - Khoảng cách giữa hai cọc $a = 5 \text{ m}$
- Độ chôn sâu của thanh và cọc $t = 0,8 \text{ m}$

Sơ đồ nối đất của hệ thống khi có nối đất bổ xung :



Sơ đồ nối đất của tia bổ xung :



Hình 5.6 Sơ đồ nối đất của tia bổ xung.

Với nối đất chống sét nên hệ số mùa $K_{mùa}$ được xác định :

- Đối với thanh chôn sâu $t = 0,8$ m ; $K_{mùa} = 1,2$
- Đối với cọc dài 2,5 m chôn sâu $t = 0,8$ m ; $K_{mùa} = 1,15$
- Điện trở nối đất của thanh bổ xung :

- Công thức sử dụng để tính toán : $R_T = \frac{\rho_{tt}^T}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{K \cdot l^2}{t \cdot d}$

Trong đó :

- l : chiều dài của thanh; $l = 10$ m
- t : độ chôn sâu của thanh ; $t = 0,8$ m
- ρ_{tt}^T : điện trở suất tính toán của đất đối với thanh

$$\rho_{tt}^T = \rho_{đo} \cdot K_{mùa} = 0,6 \cdot 10^4 \cdot 1,2 = 72 \Omega m$$

- d : đường kính của thanh làm tia với thanh dẹt có bề rộng $b = 0,04$ m

$$\Rightarrow d = \frac{b}{2} = \frac{0,04}{2} = 0,02 m$$

- K : hệ số hình dáng, với nối đất là hình tia ngang nên ta lấy $K = 1$

Thay các giá trị vào công thức tính toán ta được :

$$R_T = \frac{\rho_{tt}^T}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{K \cdot l^2}{t \cdot d} = \frac{72}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \cdot \ln \frac{1 \cdot 10^2}{0,8 \cdot 0,02} = 10,02 \Omega$$

e, Điện trở nối đất của cọc bổ xung

- Công thức : $R_C = \frac{\rho_{tt}^C}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t'+l}{4t'-l} \right)$

Trong đó :

- ρ_{tt}^T : điện trở suất của đất đối với cọc chôn sâu 0,8 m

$$\rho_{tt}^T = \rho_{đ\ddot{o}} \cdot K_{m\grave{u}a(c\ddot{o}c)} = 0,6 \cdot 10^4 \cdot 1,15 = 69 \Omega m$$

- l : chiều dài của cọc ; $l = 2,5$ m

- d : đường kính của cọc $d = 0,04$ m

$$- t' = \frac{l}{2} + t = \frac{2,5}{2} + 0,8 = 2,05 m$$

Thay vào công thức tính R_C ta tính được:

$$R_C = \frac{69}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,04} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,05 + 2,5}{4 \cdot 2,05 - 2,5} \right) = 22,60 \Omega$$

f, Điện trở nối đất bổ xung

Điện trở nối đất bổ xung của hệ thống nối đất thanh và cọc được xác định

theo công thức:
$$R_{bx} = \frac{R_t \cdot R_c}{R_t \cdot \eta_c \cdot n + R_c \cdot \eta_t}$$

Trong đó:

- η_t, η_c : hệ số sử dụng của thanh và cọc

$$\text{với } n = 3 ; l_{coc} = 2,5 \text{ m ; } a = 5 \text{ m } \Rightarrow \frac{a}{l} = \frac{5}{2,5} = 2$$

Tra bảng 3 và 5 Phần phụ lục sách “HDTKTN KTĐCA”

ta được $\eta_c = 0,87$; $\eta_t = 0,89$

Thay các giá trị vào công thức ta được :

$$R_{bx} = \frac{R_t \cdot R_c}{R_t \cdot \eta_c \cdot n + R_c \cdot \eta_t} = \frac{10,02 \cdot 22,60}{10,02 \cdot 0,87 \cdot 3 + 22,60 \cdot 0,89} = 4,48 \Omega$$

Từ đó tính được tổng trở của hệ thống khi có nối đất bổ xung.

Tổng trở vào của hệ thống nối đất khi có nối đất bổ xung

Ta sử dụng toán tử Laplace tìm được công thức tính tổng trở xung kích của hệ thống nối đất:

$$Z_{X_K}(0; \tau_{d/s}) = \frac{R_{bx} \cdot R_{NT(s\text{Đt})}}{R_{bx} + R_{NT(s\text{Đt})}} + \left[\sum \frac{2 \cdot R_{NT(s\text{Đt})}}{\frac{R_{NT(s\text{Đt})}}{R_{bx}} + \frac{1}{\cos^2 x_K}} \cdot e^{-\left(\frac{x_K^2 \cdot \tau_{d/s}}{\pi^2 \cdot T_1}\right)} \right]$$

$$= A + B$$

Trong đó $A = \frac{R_{bx} \cdot R_{NT(s\text{Đt})}}{R_{bx} + R_{NT(s\text{Đt})}} = \frac{4,89 \cdot 0,75}{4,89 + 0,75} = 0,65$

$$B = \sum \frac{2 \cdot R_{NT(s\text{Đt})}}{\frac{R_{NT(s\text{Đt})}}{R_{bx}} + \frac{1}{\cos^2 x_K}} \cdot e^{-\left(\frac{x_K^2 \cdot \tau_{d/s}}{\pi^2 \cdot T_1}\right)}$$

Xét chuỗi số: $\sum_{k=1}^{\infty} e^{-\left(\frac{x_K^2 \cdot \tau_{d/s}}{\pi^2 \cdot T_1}\right)}$

Với chuỗi số này ta chỉ xét đến giá trị e^{-4} (vì từ e^{-5} trở đi có giá trị rất nhỏ)

Tương đương với việc tính x_k sao cho :

$$\frac{x_k^2}{\pi^2} \cdot \frac{\tau_k}{T_1} \geq 4 \Rightarrow x_k \geq 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{T_1}{\tau_{d/s}}} = 11,09 \quad x_k > 0$$

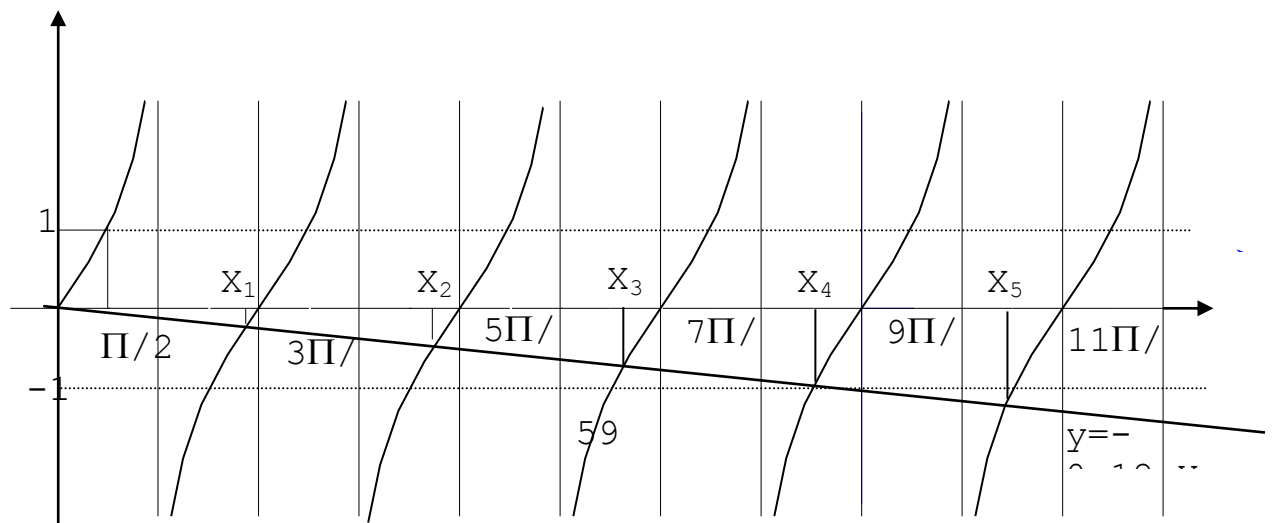
$\tau_{d/s} = 5 \mu s, T_1 = 15,58 \mu s$

Trong đó x_k là nghiệm của phương trình :

$$tg x_k = -\frac{R_{NT(s\text{Đt})}}{R_{bx}} \cdot x_k \Leftrightarrow tg x_k = -\frac{0,585}{4,89} \cdot x_k = -0,12 \cdot x_k$$

Tương đương với việc giải hệ phương trình $\begin{cases} y_1 = tg x_k \\ y_2 = -0,12 \cdot x_k \end{cases}$

Ta dùng phương pháp đồ thị để giải phương trình này:



Hình 5.7 Giải hệ phương trình bằng phương pháp đồ thị

Ta được các nghiệm :

$$X_1 = 2,9 \text{ rad} \Rightarrow \cos X_1 = - 0,998$$

$$X_2 = 5,9 \text{ rad} \Rightarrow \cos X_2 = 0,995$$

$$X_3 = 8,6 \text{ rad} \Rightarrow \cos X_3 = - 0,989$$

$$X_4 = 10,98 \text{ rad} \Rightarrow \cos X_4 = 0,979$$

Khi $k = 5$ thì $x_k > 11,09$ nên ta chỉ lấy 5 nghiệm trên.

Sau đó ta lập bảng để tính giá trị của chuỗi số với các giá trị x_k ; $k = (1 \div 4)$

$$\text{Ta đã có } T_1 = 315,58 \mu\text{s} \Rightarrow \frac{\tau_{d/s}}{T_1} = \frac{5}{15,58} = 0,32$$

$$\text{Và } R_{bx} = 4,89 \Omega \quad \frac{R_{NT(sĐt)}}{R_{bx}} = \frac{0,585}{4,89} = 0,12$$

Bảng 5.4: Bảng kết quả tính toán B_k

K	1	2	3	4
x_k	2,9	5,9	8,6	10,98
$\cos x_k$	- 0,998	0,995	- 0,989	0,979
$1/\cos^2 x_k$	1,004	1,01	1,02	1,04
$\frac{R_{NT(sĐt)}}{R_{bx}} + \frac{1}{\cos^2 x_k}$	1,124	1,13	1,14	1,16
$\frac{\tau_{d/s}}{T_1}$	0,32	0,32	0,32	0,32
$\left(\frac{x_k}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{\tau_{d/s}}{T_1}$	0,273	0,601	2,40	3,913
$e^{-\left(\frac{x_k^2 \cdot \tau_{d/s}}{\pi \cdot T_1}\right)}$	0,76	0,548	0,091	0,02

B_k	0,79	0,57	0,093	0,020
-------	------	------	-------	-------

$$B_k = \frac{2.R_{NT(sĐ)} \cdot e^{-\left(\frac{x_k^2 \cdot \tau_{d/s}}{\pi^2 \cdot T_1}\right)}}{\frac{R_{NT(sĐ)}}{R_{bx}} + \frac{1}{\cos^2 x_k}}$$

Từ bảng trên ta có : $B = \sum_1^4 B_k = 1,473 \Omega$

Do đó $Z_{xk}(0, \tau_{d/s}) = A + B = 0,65 + 1,473 = 2,123 \Omega$

Vậy điện áp khi có dòng điện sét đi vào hệ thống nối đất tại thời điểm

$t = \tau_{d/s}$ (thời điểm dòng điện sét đạt giá trị cực đại) là :

$$U_d = I \cdot Z_{XK}(0; \tau_{d/s}) = 150 \cdot 2,123 = 318,45 \text{ KV}$$

$U_d = 318,45 \text{ kV} < U_{0,5MBA} = 460 \text{ kV}$ nên hệ thống nối đất có bổ xung như trên là thoả mãn.

5.2.2. Nối đất phía 35kV

Nối đất an toàn:

+) Nối đất an toàn với mục đích bảo vệ con người . Nối đất an toàn với trạm ở điện áp 35kV phải thoả mãn điều kiện sau :

$$R_d \leq 4 (\Omega)$$

+) Để đảm bảo yêu cầu trên ta sử dụng thanh kim loại tiết diện tròn đường kính $d = 2 \text{ cm}$ chôn sâu một đoạn $h = 0,8 \text{ m}$ xung quanh trạm phía hạ áp (nối đất mạch vòng) cách đường bao của trạm 1m để đảm bảo dễ thi công và đảm bảo hệ thống nối đất của hai phía điện áp không ảnh hưởng lẫn nhau $R_d = R_t = R_{mv}$ được xác định theo công thức sau :

$$R_{MV} = R_T = \frac{\rho \cdot K_{mt}^{at}}{2 \cdot \pi \cdot L} \ln \frac{K \cdot L^2}{h \cdot d}$$

Trong đó : ρ – Điện trở suất của đất ($\rho = 0,6 \cdot 10^4 \Omega \text{cm} = 0,6 \cdot 10^2 \Omega \text{m}$)

K_{mt}^{at} - Hệ số mùa của nối đất an toàn ($K_{mt}^{at} = 1,4$)

L – Chu vi của mạch vòng nối đất

$$(L = 2(23,5 + 43) = 131(\text{m}))$$

d – Đường kính thanh (d = 2 cm = 0,02 m)

h – Độ chôn sâu (h = 0,8 m)

K – Hệ số hình dáng phụ thuộc hình dáng hệ thống nối đất

Với nối đất mạch vòng ta có bảng quan hệ giữa K phụ thuộc tỷ số l_1/l_2 :

l_1/l_2	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
K	5,53	5,81	6,42	8,17	10,4

Từ đó ta có đồ thị biểu diễn quan hệ trên để từ đó dùng biện pháp nội suy ta sẽ tìm được K trong trường hợp này :

Vì $a/b = 42/22,5 = 1,87$, nội suy ta được $K = 6,2$

$$\text{Thay số vào ta được : } R_{MV} = R_T = \frac{0,6 \cdot 10^2 \cdot 1,4}{2 \cdot \pi \cdot 131} \ln \frac{6,2 \cdot 131^2}{0,8 \cdot 0,02}$$

$$= 1,74 (\Omega)$$

Suy hệ thống nối đất trên đã đạt yêu cầu kỹ thuật ($R_{MV} < 4 (\Omega)$).

Nối đất chống sét

Trạm ở phía điện áp 35kV nối đất chống sét riêng biệt với nối đất an toàn.

Ta sẽ tính điện trở nối đất của từng cột thu sét từ điều kiện đảm bảo khoảng cách an toàn trong không khí và trong đất để không bị phóng điện lên thiết bị:

$$+) S_K > \frac{I_s \times R_C + L_0 \times h_X \times a}{500}$$

Trong đó : Cường độ cách điện của không khí $E_{PD}^K = 500kV/m$

I_s – Biên độ dòng điện sét ($I_s = 150 kA$)

R_C – Điện trở nối đất của cột thu lôi

L_0 – Điện cảm đơn vị của cột ($L_0 = 1,7 \mu H / m$)

h_X – Chiều cao của vật cần bảo vệ ($h_X = 7,5 m$)

a – Độ dốc của dòng điện sét ($a = 30kA / \mu s$)

$$R_C = \frac{500 \cdot S_K - L_0 \cdot h_X \cdot a}{I_s} = \frac{500 \cdot 5 - 1,7 \cdot 7,5 \cdot 30}{150} = 14,12 \Omega (\text{Vì qui phạm } S_K \geq 5m)$$

$$+) S_d \geq \frac{I_s \cdot R_C}{300} ; \text{ Cường độ cách điện của đất } E_{PD}^d = 300kV/m .$$

$$+) R_C = \frac{300S_d}{I_s} = \frac{300.3}{150} = 6 \Omega \text{ (Vì qui phạm } S_d \geq 3\text{ m)}$$

Suy ra ta phải thiết kế được hệ thống nối đất tại mỗi cột thu sét đạt được $R_C = 6 \Omega$

Ta sử dụng sơ đồ nối đất hình tia tại chân mỗi cột số tia là 3 và chiều dài mỗi tia là 10 m .

$$\text{Điện trở tia được tính theo công thức : } R_t^{cs} = \frac{\rho \cdot K_{mt}^{cs}}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{k \cdot l^2}{h \cdot d}$$

Trong đó : l – Tổng chiều dài các tia (l = 30 m)

K_{mt}^{cs} - Hệ số mùa sét của thanh ($K_{mt}^{cs} = 1,25$)

k – Hệ số hình dáng của tia (k = 2,38)

h – Độ chôn sâu (h = 0,8 m)

d – Đường kính thanh (d = 0,02 m)

$$R_t^{cs} = \frac{0,3 \cdot 10^2 \cdot 1,25}{2 \cdot \pi \cdot 30} \cdot \ln \frac{2,38 \cdot 30^2}{0,8 \cdot 0,02} = 2,35 \Omega$$

Thỏa mãn điều kiện nối đất chống sét.

CHƯƠNG 6

TÍNH TOÁN BẢO VỆ CHỐNG SÓNG TRUYỀN VÀO TRẠM BIẾN ÁP TỪ ĐƯỜNG DÂY 110 kV

6.1 Mở đầu:

Bảo vệ chống sét đối với trạm biến áp có yêu cầu cao hơn nhiều so với đường dây. Trước tiên, phóng điện trên cách điện trong trạm tương đương với ngắn mạch trên thanh góp và ngay cả khi có các phương tiện bảo vệ hiện đại cũng vẫn đưa đến sự cố trầm trọng nhất trong hệ thống. Ngoài ra mặc dù trong kết cấu cách điện của thiết bị thường cố gắng sao cho mức cách điện trong lớn hơn mức cách điện ngoài nhưng trong vận hành do quá trình già cỗi của cách điện trong lớn hơn nhiều nên sự phối hợp đó có thể bị phá hoại dưới tác dụng của quá điện áp, có khả năng xảy ra chọc thủng điện môi mà không phải là phóng điện men theo bề mặt của cách điện ngoài.

Để bảo vệ chống sóng truyền vào trạm người ta dùng chống sét ống, chống sét van tăng cường bảo vệ cho đoạn dây gần trạm, sử dụng đường dây cáp, tụ điện, kháng điện...

Tính toán bảo vệ chống sóng truyền vào trạm nhằm:

- Xác định chỉ tiêu bảo vệ chống sóng truyền vào trạm (số năm làm việc an toàn của trạm với sóng quá điện áp) sau khi dự kiến đặt thiết bị bảo vệ.
- Xác định chiều dài cần thiết của đoạn tới trạm cần bảo vệ.
- Trên cơ sở những số liệu cần tính toán, theo chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, xác định số lượng, vị trí đặt chống sét van và các thiết bị bảo vệ khác một cách hợp lý.

Chỉ tiêu bảo vệ chống sóng truyền vào trạm là một số liệu quan trọng, nó cho phép đánh giá mức độ an toàn với sóng quá điện áp của trạm. Tuy nhiên việc tính toán khá phức tạp khối lượng tính toán lớn. Trước hết do tham số của sóng từ đường dây truyền vào trạm rất khác nhau, do đó việc tính toán

quá điện áp trong trạm không phải với một hay vài sóng nhất định mà phải với nhiều tham số khác nhau. Dựa vào đó tìm ra tham số tới hạn nguy hiểm của sóng sột truyền vào trạm, vượt qua trị số này sẽ xảy ra phóng điện ở ít nhất một thiết bị nào đó trong trạm.

Với trị số tới hạn của tham số sóng sét, biết phân bố xác suất của chúng có thể tính được chỉ tiêu bảo vệ chống sóng truyền vào trạm.

Tuy nhiên không giống như tham số của Dòng điện sét, phân bố xác suất chung cho các tham số sóng sét truyền đến trạm, vì nó rất khác nhau trong từng lưới điện và từng trạm cụ thể. Việc xác định phân bố này đối với từng trạm là rất phức tạp nên người ta phải sử dụng một số giả thiết đơn giản hóa.

Một khó khăn nữa trong việc tính toán bảo vệ chống sóng truyền vào trạm là khối lượng tính toán lớn. Trước hết bài toán truyền sóng trong trạm với một sóng duy nhất truyền vào trong trạm từ đường dây đó khổ phức tạp do mạng có nhiều nút. Thực tế người ta sử dụng phương pháp đo đạc trực tiếp trên mô hình hay trên máy tính điện tử, với những trạm đơn giản người ta có thể tính bằng phương pháp lập bảng.

Trong nội dung đề án này do hạn chế thời gian nên em chỉ dừng lại ở việc xác định quá điện áp xuất hiện trên cách điện của trạm theo một vài dạng sóng truyền vào trạm cho trước. So sánh quá điện áp này với đặc tính phóng điện của thiết bị điện tương ứng để đánh giá khả năng gây phóng điện. Coi rằng trạm an toàn khi tất cả các đường điện áp xuất trên cách điện đều nằm dưới đặc tính V-S của chúng.

Do trạm cần được bảo vệ với mức độ an toàn rất cao, nên khi xét độ bền cách điện của các thiết bị không kể đến hiệu ứng tích lũy và đặc tính cách điện được lấy với điện áp thí nghiệm phóng điện xung kích.

Thường sóng quá điện áp xuất hiện trên cách điện có độ dài sóng lớn, biên độ bằng điện áp dư trên chống sét van xếp chồng với một điện áp nhảy

vọt hoặc dao động. Vì thế phải lấy điện áp thí nghiệm phóng điện xung kích với sóng cắt và toàn sóng, so sánh với toàn bộ đường cong sóng quá điện áp.

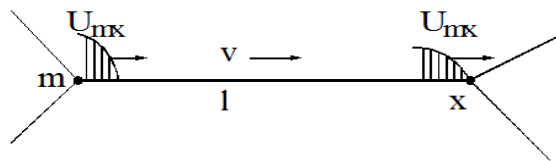
6.2 Các phương pháp tính toán điện áp trên cách điện của thiết bị khi có sóng truyền vào trạm:

6.2.1 Tính toán điện áp trên cách điện của thiết bị khi có sóng truyền vào trạm bằng phương pháp lập bảng.

Thực chất của phương pháp này là giải bài toán truyền sóng trong mạng phức tạp. Ta biết rằng quá trình truyền sóng sẽ hoàn toàn xác định nếu ta xác định được sự biến dạng của sóng khi truyền trên đường dây, xác định được sóng phản xạ và khúc xạ khi truyền tới các nút.

Do sóng truyền trong trạm trên những khoảng cách khoảng lớn giữa các nút nên có thể coi quá trình truyền sóng là không biến dạng. Điều đó cho phép tính toán đơn giản và thực hiện dễ dàng bằng phương pháp lập bảng. Ta hãy xét kỹ hơn bản chất của phương pháp này.

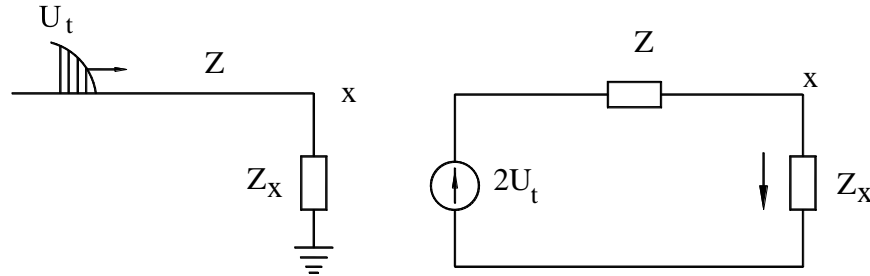
Trước hết do sóng không biến dạng và truyền đi với tốc độ không đổi v trên đường dây nên nếu có một sóng từ nút m nào đó đến nút x , tại nút m sóng có dạng $U_{mx}(t)$, thì khi tới x sóng có dạng $U'_{mx}(t) = U_{mx}(t - \Delta t)$ với $\Delta t = l/v$ (**hình 6.1**):



Từ đó thấy rằng, nếu dùng phương pháp lập bảng, các giá trị của sóng phản xạ tại nút m được ghi trong một cột thì giá trị của sóng đó tới nút x giống như cột sóng phản hồi tại nút m , chỉ lùi một khoảng tọa độ thời gian.

Việc xác định sóng phản xạ và khúc xạ tại một nút dễ dàng giải được nhờ quy tắc Peterson và nguyên tắc sóng đẳng trị.

Theo quy tắc Peterson, một sóng truyền trên đường dây có tổng trở sóng Z đến một tổng trở Z_s ở cuối đường dây thì sóng phản xạ có thể được tính nhờ sơ đồ tương đương với thông số tập trung như hình vẽ 6.2:



Hình vẽ 6.2 Quy tắc Peterson

Với sơ đồ này, sóng khúc xạ U_x được tính như điện áp trên phần tử Z_x còn sóng phản xạ: $U_{mx} = U_x - U_t$ Với U_t là sóng tới. **hình 6.1**

- Nếu Z và Z_x là các thông số tuyến tính, U_t là hàm thời gian cơ ảnh phức hoặc toán tử thì có thể tìm U_x bằng phương pháp số hoặc phương pháp toán tử.
- Nếu Z_x là điện dung tập trung và U_t có dạng đường cong bất kì thì U_x được xác định bằng phương pháp gần đúng, ví dụ phương pháp tiếp tuyến.
- Nếu Z_x phi tuyến (tổng trở của chông sột van) thì phải xác định U_x bằng phương pháp đồ thị.
- Trường hợp nút x có nhiều đường dây đi đến thì có thể lập sơ đồ Peterson bằng cách áp dụng quy tắc sóng đẳng trị. Trong trường hợp này sơ đồ tương đương vẫn giống như khi có một đường dây, chỉ khác trị số nguồn phải lấy là $2U_{dt}$ và tổng trở sóng phải lấy là Z_{dt} .

$$2U_{dt} = \sum_{m=1}^n \alpha_{mx} U'_{mx}(t)$$

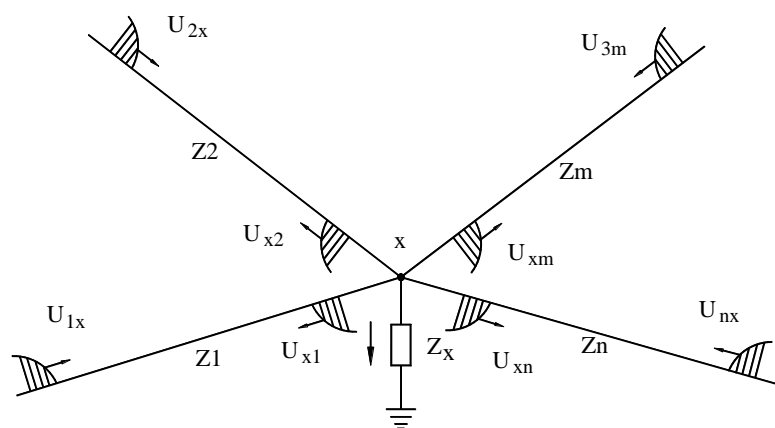
Trong đó: $U'_{mx}(t)$ Sóng tới x từ nút m

α_{mx} Là hệ số khúc xạ $\alpha_{mx} = \frac{2Z_{dt}}{Z_{mx}}$

Z_{mx} tổng trở sóng của đường dây nối nút m và nút x

$$Z_{dt} = \frac{1}{\sum_{m=1}^n \frac{1}{Z_{mx}}} = Z_{ix} // Z_{jx}$$

Sóng khúc xạ U_x cũng được tính bằng phương pháp như đối với trường hợp một đường dây theo tính chất của Z_x



Hình vẽ 6-3 Quy tắc sóng đẳng trị

Sóng phản xạ U_{xm} :

$$U_{xm} = U_x - U'_x$$

Công thức trên vẫn đúng trong trường hợp chỉ có sóng tới từ một vài đường dây. Lúc đó trong một vài đường dây còn lại chỉ có sóng phản xạ $U_{xm} = U_x$.

Biết chiều dài của các đường dây giữa các nút ta tính được thời gian truyền sóng. Bằng phương pháp nêu trên ta hoàn toàn xác định được quá trình lan truyền sóng trong mạng theo thời gian đồng thời biết được điện áp tại các nút.

Để thuận tiện cho việc tính toán tại các nút, người ta qui ước chung là lấy thời điểm sóng tới nút đầu tiên làm gốc thời gian cho nút đó.

Như thế theo con đường truyền sóng, gốc thời gian của các nút phía sau chậm hơn so với các nút trước nó một khoảng thời gian bằng thời gian truyền sóng từ nút trước.

$$t^{(x)} = t^{(m)} - t_{mx}$$

Gốc thời gian của sóng phản xạ từ nút m được chọn theo gốc thời gian của nút m. Gốc thời gian của sóng tới nút x được chọn theo gốc thời gian của nút x.

Như vậy nếu ký hiệu U_{mx} là sóng phản xạ từ nút m, U'_{mx} là sóng tới nút x do sóng phản xạ U_{mx} từ nút m truyền đến, ta có:

$$U'_{mx}(t_x) = U_{mx}(t_m - t_{mx}) = U_{mx}(t_x - 2t_{mx})$$

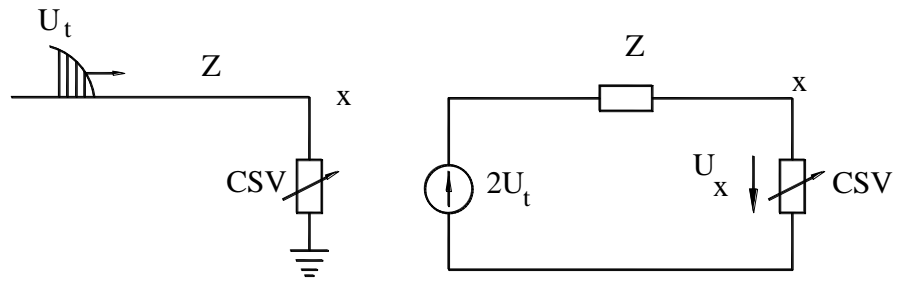
Nghĩa là với cách chọn gốc thời gian như ở trên thì U'_{mx} "chậm sau" U_{mx} một khoảng thời gian bằng 2 lần truyền sóng giữa 2 nút m và x.

Do quá trình truyền sóng có phản xạ nhiều lần nên quá trình tính toán lập đi lập lại với các nút, số liệu của nút sau được sử dụng để tính toán nút trước và ngược lại, do đó dùng phương pháp lập bảng có nhiều thuận lợi.

6.2.2 Tính toán điện áp trên cách điện của thiết bị khi có sóng truyền vào trạm bằng phương pháp đồ thị :

Nếu tại điểm nút có ghép điện cảm, điện dung hoặc điện trở và sóng tới có dạng bất kỳ thì việc xác định điện áp điểm nút bằng phương pháp toán học thường rất phức tạp. Trong các trường hợp này có thể dùng phương pháp đồ thị.

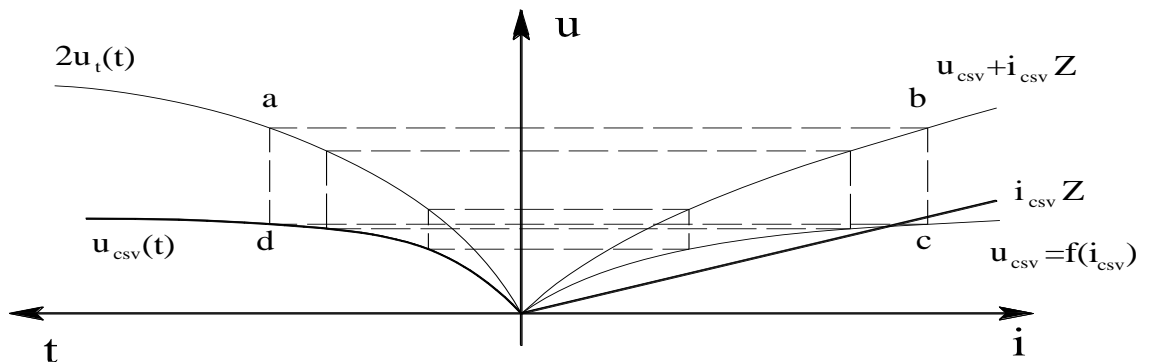
Tác dụng của sóng bất kỳ lên điện trở phi tuyến đặt ở cuối đường dây (Hình vẽ 4-4).



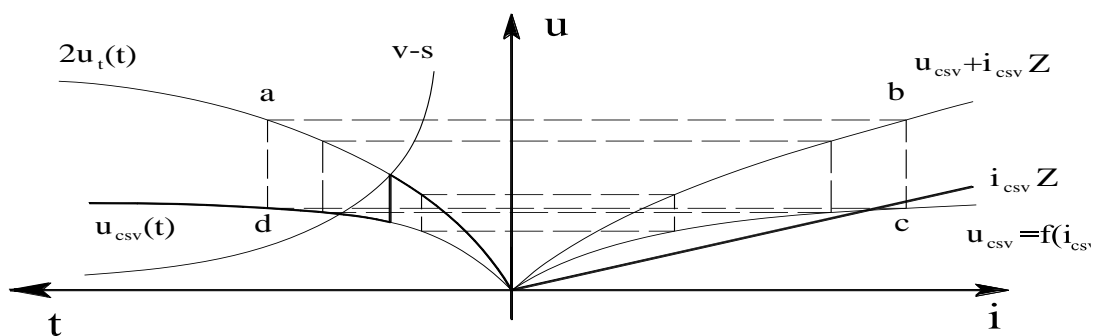
Hình vẽ 6-4 Sóng tác dụng lên điện trở phi tuyến đặt cuối đường dây

Ta có phương trình theo sơ đồ Peterson: $2U_t(t) = U_{\text{CSV}} + i_{\text{CSV}}Z$

Để xác định điện áp có thể dùng phương pháp đồ thị như hình vẽ 4-5 sau: Với loại chống sét van không khe hở:



Hình vẽ 6.5 Phương pháp đồ thị (chống sét van không khe hở)



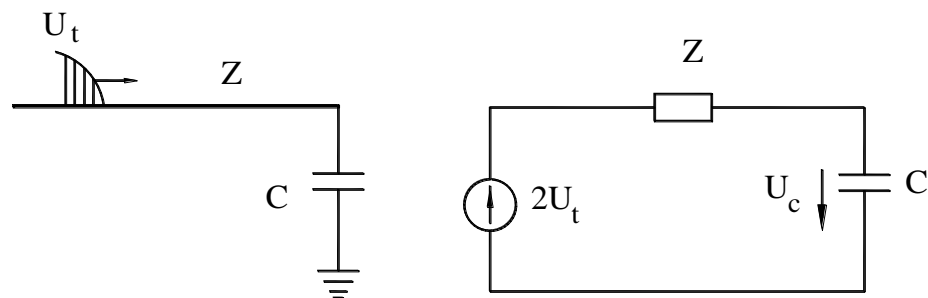
Hình vẽ 6.6 Phương pháp đồ thị (chống sét van có khe hở)

Phần bên phải vẽ đặc tính V-A của chống sét van và điện áp giáng trên tổng trở sóng $i_{\text{CSV}}Z$ sau đó xây dựng đường cong $u_{\text{CSV}} + i_{\text{CSV}}Z$. Phần bên trái vẽ quan hệ $2u_t(t)$. Ứng với trị số bất kỳ a của sóng tới đóng ngang sang, xác định một điểm b trên đường cong $u_{\text{CSV}} + i_{\text{CSV}}Z$. Từ điểm b đóng thẳng xuống gặp

đường đặc tính V-A được điểm c, từ điểm c dóng ngang sang gặp đường dóng từ trên xuống tại điểm d, điểm d này thuộc đặc tính $U_{cstv}(t)$, thay đổi giá trị của a ta có các giá trị của d từ đó xây dựng đặc tính $U_{cstv}(t)$, độ chênh lệch của 2 đường đặc tính bên phía trái cho ta sóng phản xạ từ phía chống sét van về phía đường dây.

Khi có sóng dạng bất kỳ vào trạm, trước khi chống sét van làm việc thì điện áp đặt lên cách điện (cũng là điện áp đặt lên chống sét van) có trị số bằng $2u_i(t)$. Chống sét làm việc khi đường đặc tính V-S của nó giao với đường $2u_i(t)$ lúc này điện trở không đường thẳng của chống sét van được ghép trực tiếp vào mạch và điện áp đặt lên chống sét van cũng chính là điện áp đặt lên cách điện của thiết bị.

6.2.3 Tính toán điện áp trên cách điện của thiết bị khi có sóng truyền vào trạm bằng phương pháp tiếp tuyến:



Hình vẽ 6.7 Sóng tác dụng lên điện dung đặt cuối đường dây

Thực chất của phương pháp này là cách giải bằng đồ thị phương trình vi phân dạng:

$$\frac{dY}{dt} + ay = F(t)$$

Ví dụ với sơ đồ trên là sơ đồ sóng truyền vào trạm biến áp cùng với giá thiết điện dung C đó được nạp sẵn tới điện áp U_{C0} phương trình điện áp được viết:

$$CZ \frac{dU_c(t)}{dt} + U_c(t) = 2U(t) \text{ hoặc}$$

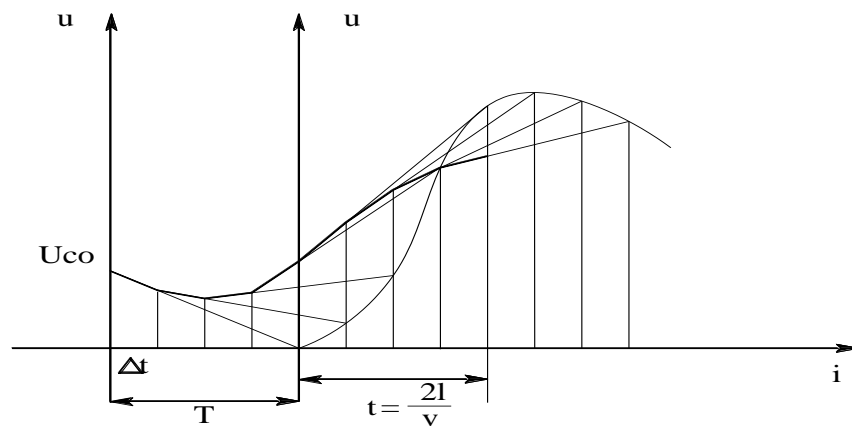
$$\frac{dU_c(t)}{dt} + \frac{U_c(t)}{T} = \frac{1}{T} 2U(t) \quad \text{với } T=CZ$$

$$\frac{\Delta U_c}{\Delta t} = (2U(t) - U_c(t)) \frac{1}{T}$$

$$\Delta U_c = (2U(t) - U_c(t)) \frac{\Delta t}{T}$$

$$U_c(t + \Delta t) = U_c(t) + \Delta U_c$$

Nếu biết trước đường cong điện áp nguồn $U(t)$ thì ta vẽ được hàm số $2U(t)$. Trên hệ tọa độ phụ lệch so với khoảng thời gian T tiến hành việc xác định điện áp $U_c(t)$ trước tiên chia trục hoành thành nhiều khoảng thời gian Δt bằng nhau, sau đó từ điểm U_{c0} (trị số U_c tại $t=0$) vẽ đường xiên góc tới trị số của hàm số $2U(t)$ tại thời điểm đầu tiên, và thừa nhận là trong khoảng thời gian Δt_1 hàm $U_c(t)$ trùng với đường xiên đó. Tiếp tục từ điểm 1 của đường $U_c(t)$ vẽ đường xiên tới trị số của hàm số $2U(t)$ của ở đầu khoảng thời gian $2\Delta t = \Delta t_2$ và cũng thừa nhận trong khoảng thời gian này hàm $U_c(t)$ trùng với đường xiên đó. Các bước tiếp theo cũng được tiến hành tương tự và điện áp $U_c(t)$ có dạng đường gãy khúc.



Hình vẽ 6.6 xác định điện áp $U_c(t)$ bằng phương pháp tiếp tuyến

6.3 Trình tự tính toán

6.3.1 Lập sơ đồ thay thế rút gọn trạng thái nguy hiểm nhất của trạm:

Khi lập sơ đồ tính toán cần xác định chế độ vận hành nguy hiểm nhất về mặt bảo vệ sóng truyền vào trạm, điều đó bảo đảm số liệu tính toán cho khả năng xác định mức độ bảo vệ an cao toàn nhất.

Sơ đồ xuất phát thường rất phức tạp, do đó để quá trình tính toán không phức tạp lắm cần có sự đơn giản hóa hợp lý.

Có thể tiến hành theo tình tự sau:

- Dựa vào sơ đồ nguyên lý lập sơ đồ thay thế của trạm ở trạng thái sóng. Trong sơ đồ này đường dây, thanh góp được thay thế bằng các đoạn của đường dây dài với sóng của chúng trong tính toán thường lấy gần đúng tổng trở sóng $Z=400\Omega$ cho cả đường dây và thanh góp.

Tốc độ truyền sóng lấy $v=300m/\mu s$.

Các thiết bị khác được thay thế bằng các điện dung tập trung tương đương của nó. Có thể lấy trị số theo bảng:**Bảng 6-1:**

Loại thiết bị	Đặc tính của thiết bị	Điện dung	
		T. số giới hạn	T. Số trung bình
Máy biến áp điện lực	Công suất lớn, có điện dung	1000-3000	1500
	Công suất bé, không điện dung	300-1000	500
Máy biến áp đo lường		200-500	300
Máy cắt điện	Ở trạng thái đóng	300-800	500
	Ở trạng thái mở	200-500	300
Dao cách ly	Ở trạng thái đóng	40-80	60
	Ở trạng thái mở	30-60	40
Sứ xuyên	Kiểu tụ điện	150-300	200
	Kiểu khác	100-200	150

- Căn cứ vào sơ đồ đầy đủ với chiều dài các đoạn dây, thanh góp đó biết phân tích sơ bộ tìm ra trạng thái vận hành bất lợi nhất, thường là các trạng thái mà thiết bị bảo vệ ở xa chống sét van, quá trình truyền sóng tròn đường dây ít qua các nút có điện dung tập trung và có nhiều đường dây rẽ nhánh.

- Tiến hành đơn giản hóa sơ đồ theo nguyên tắc sau: các nút rất gần nhau như điểm nối vào thanh góp có thể nhập chung thành một nút nhằm làm giảm khối lượng tính toán. Các điện dung tập trung không nằm ở các vị trí cần xác định điện áp nút hoặc ở các nút rẽ nhánh của đường truyền sóng có thể di chuyển về các nút gần nhất theo nguyên tắc mômen, nghĩa là mỗi điện dung được chia thành 2 phần chuyển về hai nút gần nhất với với trị số tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ nó đến nút.

Sóng truyền từ đường dây 110 kV vào trạm là sóng xiên góc biên độ bằng điện áp cách điện $U_{50\%}$ của đường dây, độ dốc đầu sóng là $a=300 \text{ kA}/\mu\text{s}$. Thanh góp và dây nối trong trạm được thay thế bằng nhiều chuỗi phần tử dạng Π , điện cảm và điện dung của Π được lấy theo trị số tổng trở sóng.

Trong tính toán thường lấy gần đúng tổng trở sóng $Z=400 \Omega$ cho cả đường dây và thanh góp.

Tốc độ truyền sóng lấy bằng $v = 300\text{m}/\mu\text{s}$

Điện cảm trên một đơn vị dài của thanh góp:

$$L = \frac{Z}{v} = \frac{400}{300} = 1,33 \text{ } \mu\text{H} / \text{m}$$

Điện dung trên một đơn vị dài của thanh góp:

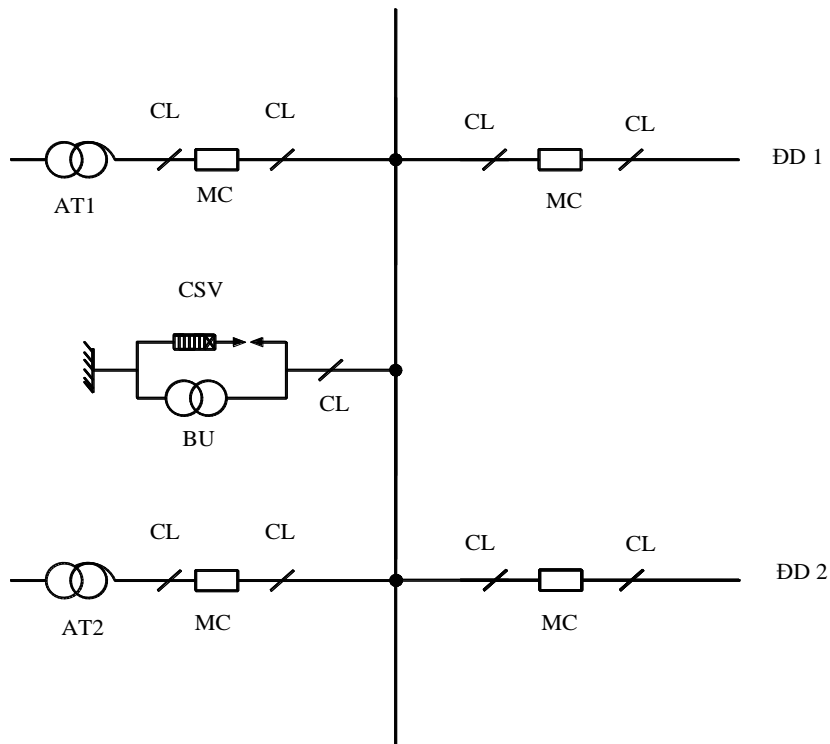
$$C = \frac{1}{Zv} = \frac{1}{400 \cdot 300} = 8,33(\text{pF} / \text{m})$$

Sơ đồ đẳng trị của trạm được đơn giản hóa theo nguyên tắc sau:

Chọn theo điều kiện tính toán nguy hiểm nhất, nặng nề nhất đối với cách điện của trạm. Ví dụ trạm có nối với 2 đường dây thì giả thiết sóng đi vào một đường dây còn đường dây kia hở mạch.

Tập trung điện dung vào các điểm nút chính cần xét như điểm đặt dao cách ly đường dây, thanh góp, điểm đặt máy biến áp, chống sét van v.v... Điện dung được phân bố về các điểm gần nhất theo định luật mômem tức là phân làm hai phần tỷ lệ nghịch với khoảng cách tới các nút gần đó.

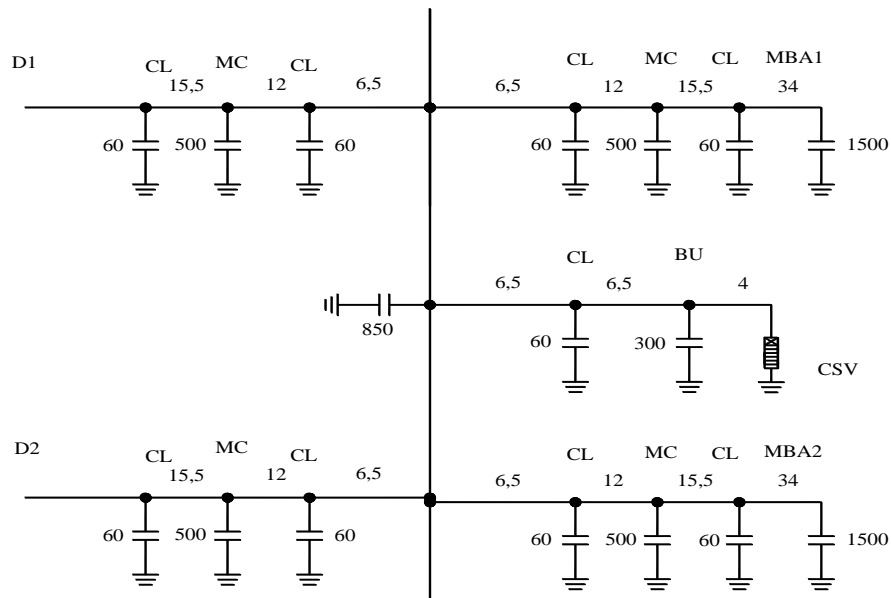
Trạm mà ta cần tính toán bảo vệ chống sóng truyền vào từ đường dây có sơ đồ nguyên lý sau (**hình vẽ 6.7**):



Hình vẽ 6.7 Sơ đồ nguyên lý trạm

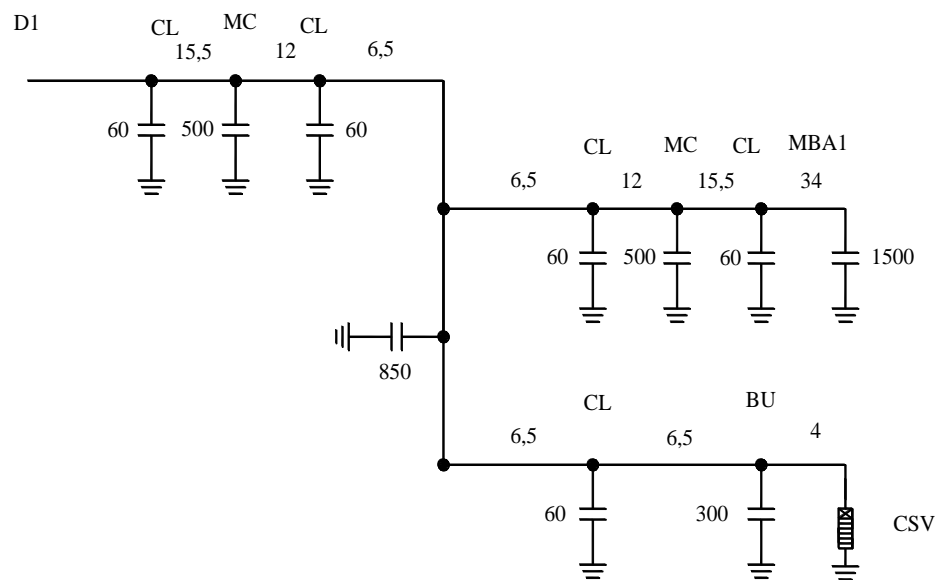
Trạng thái vận hành nguy hiểm nhất là trạng thái mà trạm chỉ vận hành với một máy biến áp AT1 và một đường dây 1 các đường dây 2, 3, 4 hở mạch và máy biến áp AT2 nghỉ. Vì theo nguyên tắc sóng đẳng trị thì khi có nhiều đường dây nối vào và có sóng quá điện áp truyền vào trạm từ một đường dây thì biên độ và độ dốc của sóng đẳng trị sẽ giảm cho nên không nguy hiểm bằng trường hợp các đường dây khác hở mạch và sóng truyền vào từ một

đường dây. Ta có sơ đồ thay thế đầy đủ và sơ đồ thay thế ở trạng thái nguy hiểm sau: (hình 4-8, hình 4-9) Sơ đồ thay thế đầy đủ:



Hình vẽ 6.8 Sơ đồ thay thế đầy đủ

+ Sơ đồ thay thế ở trạng thái nguy hiểm:



Hình vẽ 6.9 Sơ đồ thay thế ở trạng thái nguy hiểm

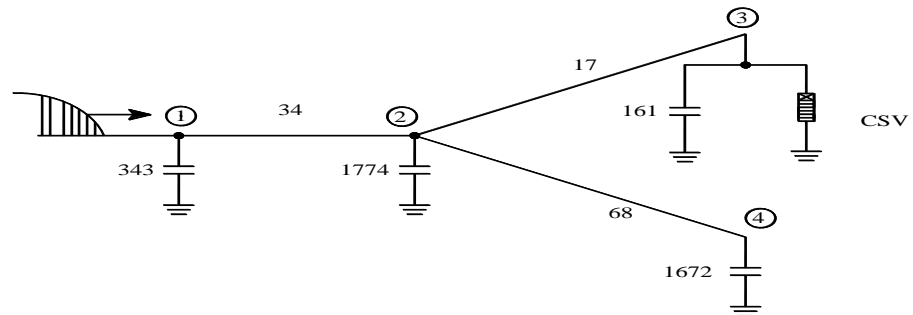
Tiến hành tính điện dung của các điểm trong sơ đồ rút gọn về sơ đồ 4 điểm như sau:

- + Điểm 1 là điểm đặt tại dao cách ly đường dây có sóng sét truyền qua
- + Điểm 2 là điểm đặt tại thanh góp 110 kV của trạm biến áp.
- + Điểm 3 là điểm đặt tại chống sét van.
- + Điểm 4 là điểm đặt tại máy biến áp đang có sóng sét truyền đến.

Điện dung thanh góp là:

$$C_{TG} = C_0 \cdot L_{TG} = 8,33 \cdot 19 = 158,27 \quad (\text{pF})$$

Do tính điện dung thanh góp cho nên thanh góp ta gộp thanh góp vào 1 điểm:

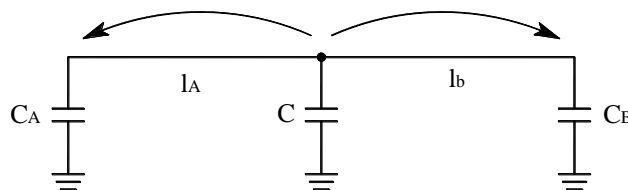


Hình vẽ 6.10 Sơ đồ rút gọn

Khoảng cách giữa các điểm như sau:

- + Điểm 1-2 $L_{1-2} = 34$ m
- + Điểm 2-3 $L_{1-2} = 17$ m
- + Điểm 2-4 $L_{1-2} = 68$ m

Ta quy đổi điện dung về các điểm cần xét theo quy tắc momen lực:



Hình vẽ 6.11 Quy tắc momen lực

$$C_1 = C_{CL} + \frac{C_{MC} \cdot 18,5}{34} + \frac{C_{CL} \cdot 6,5}{34}$$

$$= 60 + \frac{500 \cdot 18,5}{34} + \frac{60 \cdot 6,5}{34} = 343 \quad (\text{pF})$$

$$C_3 = \frac{C_{BU} \cdot 6,5}{17} + \frac{C_{CL} \cdot 13}{17}$$

$$= \frac{300 \cdot 6,5}{17} + \frac{60 \cdot 13}{17} = 161 \quad (\text{pF})$$

$$C_4 = C_{MBA} + \frac{C_{MC} \cdot 18,5}{68} + \frac{C_{CL} \cdot 6,5}{68} + \frac{C_{CL} \cdot 34}{68}$$

$$= 1500 + \frac{500 \cdot 18,5}{68} + \frac{60 \cdot 6,5}{68} + \frac{60 \cdot 34}{68} = 1672 \quad (\text{pF})$$

$$C_2 = C_{TG} + C_{CL} \cdot 5 + C_{MC} \cdot 2 + C_{BU} + C_{MBA} - C_1 - C_3 - C_4$$

$$= 157,27 + 60 \cdot 5 + 500 \cdot 2 + 300 + 1500 - 343 - 1672 - 161$$

$$= 1081,27 \quad (\text{pF})$$

6.3.2 Thiết lập phương pháp tính điện áp các nút trên sơ đồ rút gọn:

Thời gian truyền sóng giữa các nút:

- Thời gian truyền sóng giữa nút 1 – 2:

$$t_{12} = \frac{l_{12}}{v} = \frac{34}{300} = 0,12 \quad (\mu\text{s})$$

- Thời gian truyền sóng giữa nút 2 – 3:

$$t_{23} = \frac{l_{23}}{v} = \frac{17}{300} = 0,06 \quad (\mu\text{s})$$

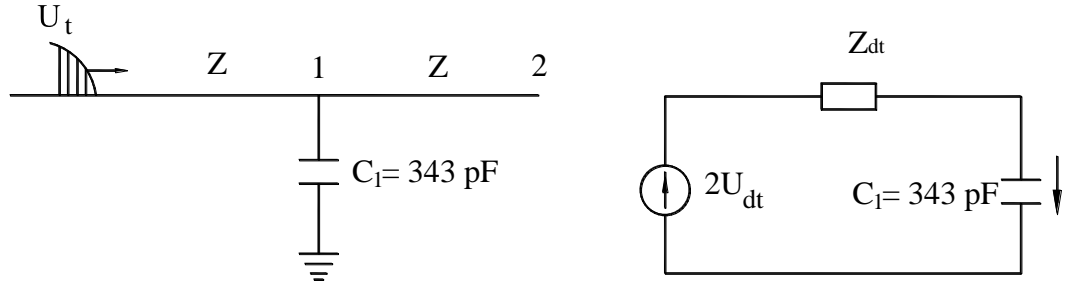
- Thời gian truyền sóng giữa nút 2 – 4:

$$t_{24} = \frac{l_{24}}{v} = \frac{68}{300} = 0,23 \quad (\mu\text{s})$$

Chọn $\Delta t = 0,03 \text{ } (\mu\text{s})$ và gốc thời gian $t = 0$ tại nút 1.

Tính điện áp tại nút 1:

Nút 1 có 2 đường dây đi tới cùng tổng trở sóng $Z = 400\Omega$ tổng trở tập trung tại nút 1 là tụ điện dung $C = 343 \text{ pF}$, ta có sơ đồ thay thế peterson như sau (**hình vẽ 6-12**):



Hình vẽ 6.12 Sơ đồ tính điện áp nút 1

Tổng trở sóng đẳng trị là:

$$Z_{dt} = \frac{Z}{2} = \frac{400}{2} = 200 \quad (\Omega)$$

$$\alpha = \frac{2Z_{dt}}{Z} = \frac{2 \cdot 200}{400} = 1$$

$$\Rightarrow 2U_{dt} = \sum_{m=1}^2 \alpha_{m1} U'_{m1} = U'_{01} + U'_{21}$$

- Khi $t < 2t_{12} = 2 \cdot 0,12 = 0,24 \quad (\mu\text{s})$ thì $U'_{12} = 0$

Nên: $2U_{dt} = U'_{01}$

- Khi $t > 2t_{12} = 2 \cdot 0,12 = 0,24 \quad (\mu\text{s})$ thì $U'_{12} \neq 0$

Nên: $2U_{dt} = U'_{01} + U'_{21}$

Để tính được $2U_{dt}$ ở thời gian này ta phải quan tâm tới nút 2. Ta tạm dừng tính nút 1 và tính nút 2 trong khoảng thời gian $2t_{12}$. Sau khi tính được điện áp nút 2 ta quay trở lại tính điện áp nút 1.

$$U'_{21} = U_{21}(t-0,12)$$

$$\text{Với } U_{21} = U_2 - U'_{12}$$

Điện áp nút 1 được tính bằng phương pháp tiếp tuyến:

$$T_1 = Z_{dt} \cdot C = 200 \cdot 343 \cdot 10^{-6} = 0,0686 \quad (\mu\text{s})$$

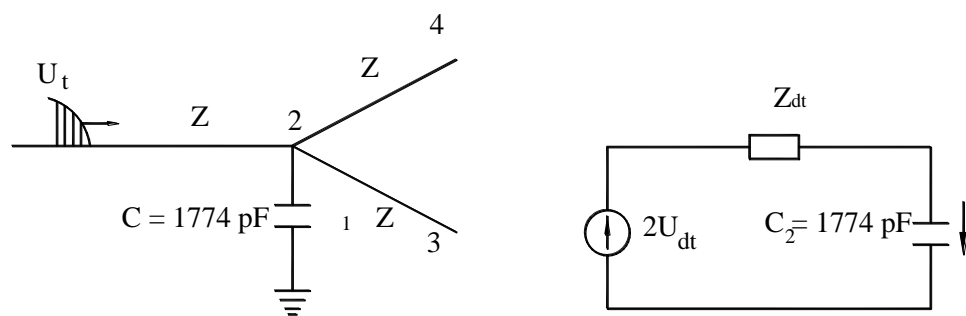
$$\frac{\Delta t}{T_1} = \frac{0,03}{0,0686} = 0,437$$

$$\Delta U_1 = 0,437(2U_{dt} - U_1(t))$$

$$U_1(t+\Delta t) = \Delta U_1 + U_1(t)$$

Tính điện áp tại nút 2:

Nút 2 có 3 đường dây đi tới cùng tổng trở sóng $Z = 400\Omega$ tổng trở tập trung tại nút 2 là tụ điện dung $C = 1157,24 \text{ pF}$, ta có sơ đồ thay thế peterson như sau: (hình 4-13)



Hình vẽ 4-13 Sơ đồ tính điện áp nút 2

Tổng trở sóng đẳng trị là:

$$Z_{dt} = \frac{Z}{3} = \frac{400}{3} = 133 \quad (\Omega)$$

$$\alpha = \frac{2Z_{dt}}{Z} = \frac{2 \cdot 133}{400} = 0,667$$

$$\Rightarrow 2U_{dt} = \sum_{m=1}^3 \alpha_{m2} U'_{m2} = 0,667(U'_{12} + U'_{32} + U'_{42})$$

- Khi $t < t_{12} + 2t_{23} = 0,12 + 2 \cdot 0,06 = 0,24$ (μs)

thì $U'_{42} = 0$, $U'_{32} = 0$.

Nên: $2U_{dt} = 0,667U'_{12}$

- Khi $t_{12} + 2t_{23} < t < t_{12} + 2t_{24} = 0,12 + 2 \cdot 0,24 = 0,6$ (μs)

thì $U'_{32} \neq 0$, $U'_{42} = 0$.

Nên: $2U_{dt} = 0,667(U'_{12} + U'_{32})$

- Khi $t > t_{12} + 2t_{24} = 0,12 + 2 \cdot 0,24 = 0,6$ (μs)

thì $U'_{42} \neq 0, U'_{32} \neq 0$.

Nên: $2U_{dt} = 0,667(U'_{12} + U'_{32} + U'_{42})$

Để tính được $2U_{dt}$ ở trong khoảng thời gian $t > t_{12} + 2t_{24}$ ta phải qua tởm tới nút 3, 4. Ta tạm dừng tính nút 2 và tính nút 3, 4 trong khoảng thời gian từ $t = t_{12}$ đến $t = t_{12} + t_{24}$. Sau khi tính được điện áp nút 3, 4 ta quay trở lại tính điện áp nút 2. $U'_{32} = U_{32}(t-0,12)$

Với $U_{32} = U_3 - U'_{23}$

$U'_{42} = U_{42}(t-0,24)$

Với $U_{42} = U_4 - U'_{24}$

Điện áp nút 2 có thể tính được bằng phương pháp tiếp tuyến.

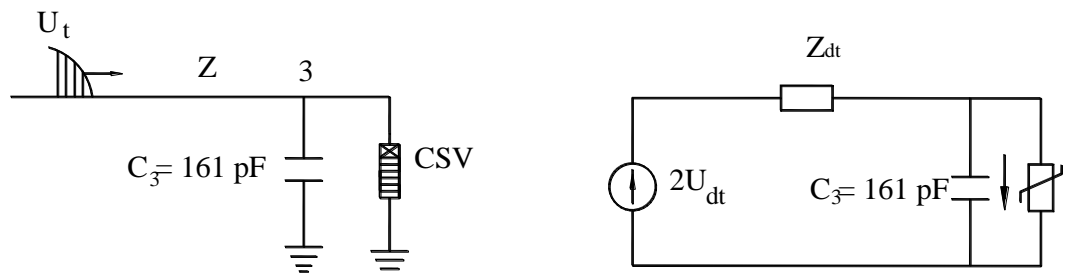
$T_2 = Z_{dt} \cdot C = 133 \cdot 1774 \cdot 10^{-6} = 0,236 \mu\text{s}$

$\frac{\Delta t}{T_2} = \frac{0,03}{0,236} = 0,127$

$\Delta U_2 = 0,127(2U_{dt} - U_2(t))$

$U_2(t+\Delta t) = \Delta U_2 + U_2(t)$

Tính điện áp tại nút 3: Nút 3 có 1 đường dây đi tới với tổng trở sóng $Z = 400\Omega$, tổng trở tập trung tại nút 3 là tụ điện dung $C = 161 \text{ pF}$ mắc song song với chống sét van, ta có sơ đồ thay thế peterson như sau (hình vẽ 4-14):



Hình vẽ 6.14 Sơ đồ tính điện áp nút 3

Tổng trở sóng đẳng trị là:

$Z_{dt} = 400 \quad (\Omega)$

$$\alpha = \frac{2Z_{dt}}{Z} = \frac{2 \cdot 400}{400} = 2$$

$$\Rightarrow 2U_{dt} = 2U'_{23}$$

$$U'_{23} = U_{23}(t-0,12)$$

$$\text{Với } U_{23} = U_2 - U'_{32}$$

Ta có phương trình ứng với sơ đồ peterson như sau:

$$2U_{dt} = IZ + U_{csv} = (I_c + I_{csv})Z + U_{csv}$$

Ta nhận thấy khi chống sét van chưa phóng điện thì tác dụng của tụ là chủ yếu, còn khi chống sét van phóng điện thì điện áp trên chống sét van và cũng là ở trên tụ là ổn định, như vậy tác dụng của tụ yếu đi và tác dụng của chống sét van là chủ yếu.

Như vậy đối với nút 3 thì ta sẽ xác định điện áp trên chống sét van theo phương pháp tiếp tuyến trong thời gian đầu và theo phương pháp đồ thị trong thời gian sau khi chống sét van làm việc.

- Trước khi chống sét van làm việc:

$$2U_{dt} = IZ + U_{csv} = I_c Z + U_{csv} = I_c Z + U_c$$

$$T_3 = Z_{dt} \cdot C_3 = 400 \cdot 161 \cdot 10^{-6} = 0,064 \mu s$$

$$\frac{\Delta t}{T_3} = \frac{0,03}{0,064} = 0,466$$

$$\Delta U_3 = 0,466(2U_{dt} - U_3(t))$$

$$U_3(t+\Delta t) = \Delta U_3 + U_3(t)$$

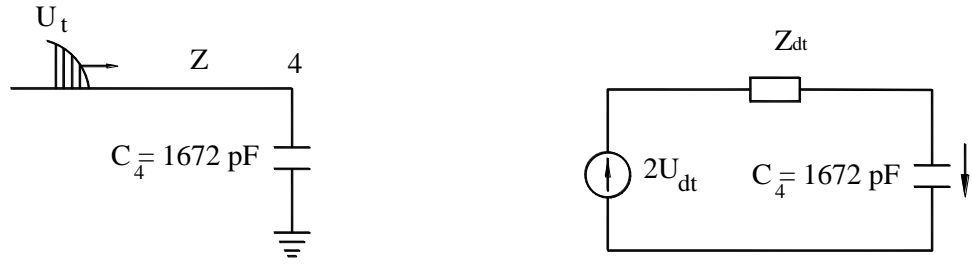
- Sau khi chống sét van làm việc:

$$2U_{dt} = IZ + U_{csv} = I_{csv}Z + U_{csv} = 485 I^{0,025} + ZI$$

Phương trình này giải theo phương pháp đồ thị.

Tính điện áp tại nút 4:

Nút 4 có 1 đường dây đi tới với tổng trở sóng $Z = 400\Omega$, tổng trở tập trung tại nút 4 là tụ điện dung $C = 1672 \text{ pF}$, ta có sơ đồ thay thế peterson như sau (hình vẽ 4-15):



Hình vẽ 6.15 Sơ đồ tính điện áp nút 4

Tổng trở sóng đẳng trị là:

$$Z_{dt} = 400 \quad (\Omega)$$

$$\alpha = \frac{2Z_{dt}}{Z} = \frac{2 \cdot 400}{400} = 2$$

$$\Rightarrow 2U_{dt} = 2U'_{24}$$

$$U'_{24} = U_{24}(t-0,24)$$

$$\text{Với } U_{24} = U_2 - U'_{42}$$

Điện áp nút 4 có thể tính được bằng phương pháp tiếp tuyến:

$$T_4 = Z_{dt} \cdot C = 400 \cdot 1672 \cdot 10^{-6} = 0,6688 \mu\text{s}$$

$$\frac{\Delta t}{T_4} = \frac{0,03}{0,6688} = 0,0449$$

$$\Delta U_4 = 0,0449(2U_{dt} - U_4(t))$$

$$U_4(t+\Delta t) = \Delta U_4 + U_4(t)$$

Sau khi xác định được điện áp nút 3, 4 tại các thời điểm từ t_{12} đến $t_{12} + t_{24}$ ta đó xác định được tất cả các sóng phản xạ tại tất cả các nút cho thời điểm tiếp theo và từ lúc này ta xác định lần lượt các điện áp trên tất cả các nút theo thời gian.

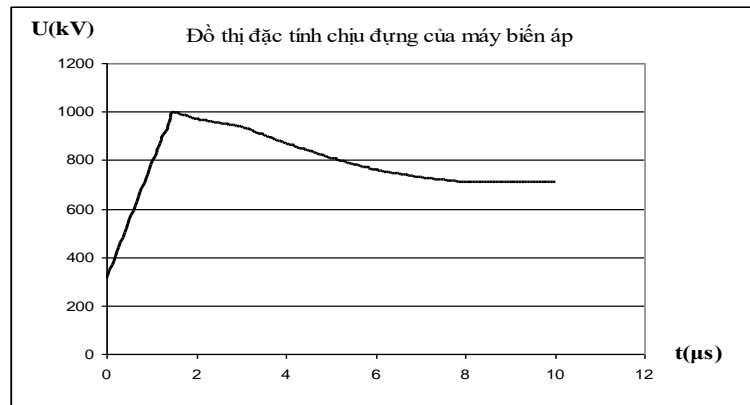
6.3.3 Các đặc tính cách điện tại các nút cần bảo vệ:

Đặc tính điện áp chịu đựng của máy biến áp 110 kV.

Tra trong giáo trình kỹ thuật điện cao áp ta có đặc tính chịu quá áp của máy biến áp 110 kV.

Bảng 6.2:

t(μs)	0	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U/U _{ma}	0,3	0,7	1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
x	1	8	1	7	4	7	1	6	3	1	1	1
U(kV)	310	780	1000	970	940	870	810	760	730	710	710	710

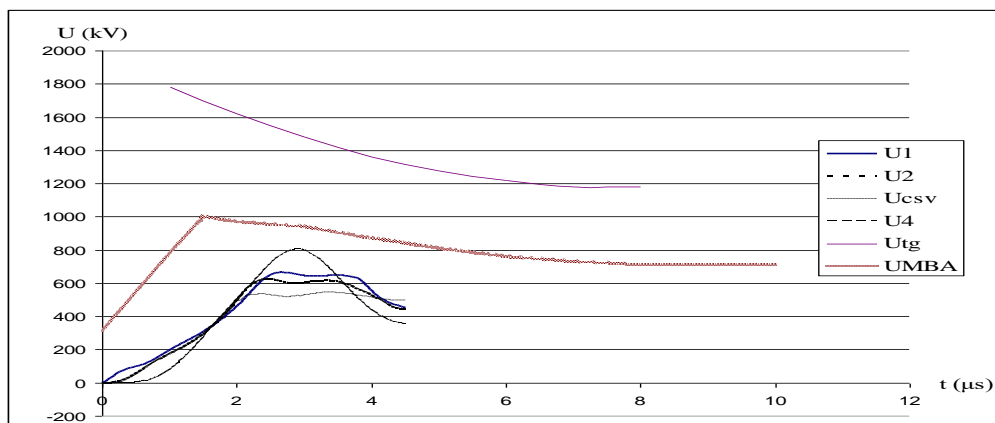


Hình vẽ 6-16 đặc tính chịu đựng của máy biến áp

Đặc tính V-S của thanh góp: Bảng 6.3:

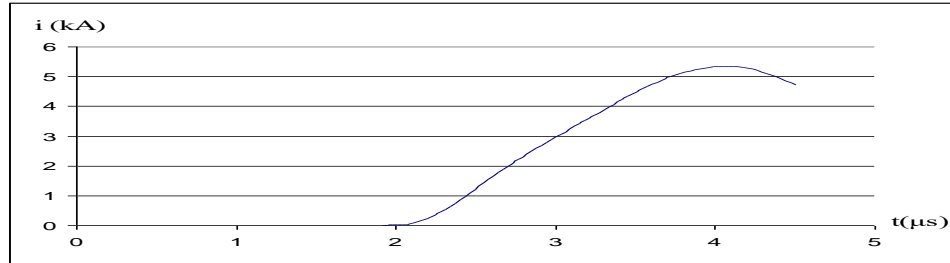
t(μs)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U(kV)	174	158	144	136	122	118	118	118	118	118	118
)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Điện áp tại các nút: Dựa vào các phương trình điện áp đó lập tại các nút ta có số liệu tính toán được biểu diễn trong đồ thị (hình vẽ 4-17) điện áp và trong các bảng sau:



Hình vẽ 6-17 Điện áp tại các nút theo thời gian

Từ đồ thị cho thấy điện áp tại các nút đều nằm dưới đường đặc tính chịu đựng của thanh góp và máy biến áp vì vậy thanh góp và máy biến áp được bảo vệ an toàn.



Hình vẽ 6.18 Dòng điện qua chống sét van

Kết luận:

Dòng điện cực đại qua chống sét van là: $I_{CSVmax} = 5,347 \text{ kA} < 10 \text{ kA}$ cho nên đảm bảo cho chống sét van hoạt động bình thường.

Sóng khúc xạ sẽ giảm đi khi số đường dây tăng lên và ngược lại. Khi sóng lan truyền từ bất kỳ một đường dây nào đó vào trạm thì theo sơ đồ Peterson điện áp của thanh góp của trạm sẽ giảm đi $(n - 1)$ lần nếu như có n lộ đường dây nối vào thanh góp. Trong các phần tính toán ở trên ta đó tính cho trường hợp nguy hiểm nhất là trường hợp vận hành chỉ với một đường dây và một máy biến áp, kết quả cho thấy các thiết bị trong trạm được bảo vệ an toàn.

Với trường hợp cụ thể là vận hành với 5 lộ đường dây nối vào trạm và cùng với 2 máy biến áp cũng vận hành thì càng đảm bảo an toàn cho trạm khi có sóng lan truyền từ đường dây vào trạm.

Vậy với chống sét van đó chọn và cách bố trí thiết bị trong trạm như đó thiết kế là hợp lý đảm bảo cho trạm biến áp vận hành an toàn.

KẾT LUẬN

Trong thời gian vừa qua em được giao thực hiện đề án tốt nghiệp “ Tìm hiểu trạm biến áp 110KV và thiết kế hệ thống chống sét cho trạm biến áp 110KV” với sự hướng dẫn tận tình của Th.S Nguyễn Đoàn Phong em đã nắm bắt được một số vấn đề sau :

Khi thiết kế một hệ thống chống sét phải có kế hoạch 6 điểm hoàn tất công việc bảo vệ toàn bộ

1, Đón bắt sét đánh trên những đầu thu sét đặt trong không trung tại những vị trí mong muốn.

2, Dẫn dòng điện sét xuống cột một cách an toàn nhờ dây dẫn được thiết kế đặt biệt đưa xuống đất mà không nguy hiểm do sự đốt nóng của dòng điện sét.

3. Tiêu tán năng lượng sét vào trong đất với sự tăng lên ít nhất về điện thế trong đất.

4, Loại trừ các vòng mạch (lưới) nằm trong đất và chênh lệch điện thế đất cách tạo nên một tổng trở thấp, hệ thống nối đất đẳng thế .

5, Bảo vệ thiết bị được nối đến các đường dây điện lực khỏi bị ảnh hưởng tăng vọt và quá trình quá độ, đề phòng hư hỏng trang thiết bị và đình trệ sản xuất.

6, Bảo vệ các mạch điện thoại, dữ liệu và mạch tín hiệu đưa đến khỏi bị ảnh hưởng tăng vọt và quá trình quá độ, đề phòng hư hỏng thiết bị và ngừng phục vụ sản xuất.

Do thời gian có hạn nên trong đề án của em còn nhiều sai sót, em rất mong được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô và các bạn.

Em xin chân thành cảm ơn !

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1,PTS TRẦN VĂN TỐP (2007) – *Kỹ thuật điện cao áp*. Nhà xuất bản KH&KT Hà Nội
- 2, GS.PTS VÕ VIẾT ĐẠN – *Giáo trình Kỹ thuật điện cao áp*. Nhà xuất bản KH&KT
- 3, GS.PTS VÕ VIẾT ĐẠN(1992) – *Một số vấn đề kỹ thuật cao áp & siêu cao áp*. Nhà xuất bản Hà Nội
- 4,TS NGUYỄN ĐÌNH THẮNG – *Giáo trình an toàn điện* . Nhà xuất bản GIÁO DỤC VIỆT NAM
- 5, NGUYỄN XUÂN PHÚ – NGUYỄN CÔNG HIỀN- NGUYỄN BỘI KHÊ – *Cung cấp điện*.Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật
- 6, <https://doc.edu.vn>
- 7, <http://tailieu.hpu.edu.vn>