

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



**ISO 9001:2008**

**THIẾT KẾ TRẠM BIẾN ÁP 110/22KV, CẤP ĐIỆN  
CHO KHU CÔNG NGHIỆP NOMURA HẢI PHÒNG**

**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**

**THIẾT KẾ TRẠM BIẾN ÁP 110/22KV, CẤP ĐIỆN  
CHO KHU CÔNG NGHIỆP NOMURA HẢI PHÒNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY**

**NGÀNH ĐIỆN CÔNG NGHIỆP**

Sinh viên: Lại Hải Ninh

Người hướng dẫn: GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn

**HẢI PHÒNG - 2016**

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

## **NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

Sinh viên : Lại Hải Ninh\_ MSV:1513102004  
Lớp : ĐCL901- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp  
Tên đề tài : Thiết kế trạm biến áp 110/22kV,cấp  
điện cho khu công nghiệp Nomura Hải Phòng

## **NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI**

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp ( về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.....

## CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn:

Họ và tên : Thân Ngọc Hoàn  
Học hàm, học vị : Giáo sư – Tiến sĩ khoa học  
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

Lại Hải Ninh

GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn

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

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGŨT TRẦN HỮU NGHỊ

**PHẦN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN**

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp.

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

2. Đánh giá chất lượng của Đ.T.T.N ( so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận thực tiễn, tính toán giá trị sử dụng, chất lượng các bản vẽ..)

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

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn  
( *Điểm ghi bằng số và chữ*)

Ngày.....tháng.....năm 2016  
Cán bộ hướng dẫn chính  
(*Ký và ghi rõ họ tên*)

# NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ CỦA NGƯỜI CHĂM PHẢN BIỆN

## ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho điểm của cán bộ chăm phản biện

*(Điểm ghi bằng số và chữ)*

Ngày.....tháng.....năm 2016

Người chăm phản biện

*(Ký và ghi rõ họ tên)*

# MỤC LỤC

<b>LỜI MỞ ĐẦU !</b> .....	1
<b>Chương 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ TRẠM BIẾN ÁP</b> .....	2
1.1. KHÁI NIỆM.....	2
1.2. NHỮNG VẤN ĐỀ CHÍNH KHI THIẾT KẾ TRẠM.....	4
1.3. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ TRẠM BIẾN ÁP SẼ THIẾT KẾ .....	5
<b>Chương 2. TÍNH CHỌN MÁY BIẾN ÁP VÀ SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA TRẠM BIẾN ÁP</b> ....	9
2.1. PHÂN TÍCH PHỤ TẢI VÀ CHỌN CÔNG SUẤT MÁY BIẾN ÁP .....	9
2.2. CHỌN SƠ ĐỒ CẤU TRÚC .....	14
<b>Chương 3. LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN</b> .....	27
3.1. KHÁI NIỆM .....	27
3.2. LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN.....	28
<b>Chương 4. THIẾT KẾ CHỐNG SÉT CHO TRẠM</b> .....	44
4.1. BẢO VỆ CHỐNG SÉT ĐÁNH TRỰC TIẾP CHO TRẠM BIẾN ÁP .....	44
4.2. NỐI ĐẤT TRẠM 110/22KV .....	55
<b>Chương 5. THIẾT KẾ RELAY CHO TRẠM BIẾN ÁP</b> .....	62
5.1. CÁC VẤN ĐỀ CHUNG CỦA BẢO VỆ RELAY .....	62
5.2. THIẾT KẾ BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP CHO TRẠM 110/22KV .....	67
<b>KẾT LUẬN</b> .....	80
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	81



# LỜI MỞ ĐẦU !



Trạm biến áp là thiết bị rất quan trọng trong hệ thống điện, đảm nhiệm chức năng tăng điện áp ở đầu nguồn phát nhằm giảm tổn thất điện năng trong quá trình truyền tải điện năng đến phụ tải tiêu thụ điện, đồng thời hạ điện áp để cho các hộ tiêu thụ điện sử dụng.

Trong đợt tốt nghiệp này và quá trình tìm hiểu thực tiễn về trạm biến áp tại khu công nghiệp Nomura. Em đã thực hiện đề tài tốt nghiệp: “**Thiết kế trạm biến áp 110/22kV, cấp điện cho khu công nghiệp Nomura**”. Với sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn cùng các thầy cô trong bộ môn Điện Tự Động công nghiệp em đã hoàn thành đề tài đúng theo thời gian nhà trường quy định.

## **Đề án gồm các phần sau:**

Chương 1: Giới thiệu tổng quan về trạm biến áp.

Chương 2: Tính chọn máy biến áp và sơ đồ cấu trúc của trạm biến áp.

Chương 3: Lựa chọn thiết bị điện.

Chương 4: Thiết kế chống sét cho trạm.

Chương 5: Thiết kế Relay cho trạm biến áp.

## Chương 1.

# GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ TRẠM BIẾN ÁP

## 1.1. KHÁI NIỆM

Trạm biến áp là phần tử quan trọng trong hệ thống điện. Trạm biến áp được dùng để biến đổi điện năng từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác nhằm truyền tải điện năng đi xa hoặc phân phối tới hộ tiêu thụ. Các trạm biến áp phân phối, đường dây truyền tải điện cùng với các nhà máy điện tạo thành 1 hệ thống phát và truyền tải thống nhất.

Các nhà máy điện thường nằm cách xa nơi tiêu thụ, việc truyền tải điện năng từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ gặp nhiều vấn đề, trong đó chi phí xây dựng đường dây và tổn thất điện năng được quan tâm nhiều nhất. Như vậy phương pháp làm giảm tổn thất điện năng là nâng cao điện áp truyền tải và hạ áp khi đến nơi tiêu thụ.

Sự lựa chọn vị trí, công suất của 1 trạm biến áp là do nhu cầu hiện tại và sự phát triển tương lai của nơi tiêu thụ. Việc đầu tư xây dựng 1 trạm biến áp rất tốn kém nên cần phải so sánh các phương án, giải pháp kỹ thuật cũng như các chỉ tiêu kinh tế sao cho hợp lý nhất.

Việc lựa chọn để xây dựng được trạm biến áp và hệ thống phân phối tốt nhất thì chúng ta phải xét đến nhiều mặt, và tiến hành tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật giữa các phương án đề ra.

### 1.1.1. Phân loại trạm biến áp:

#### 1.1.1.1. Phân loại theo điện áp:

Trạm biến áp cũng có thể tăng áp, có thể giảm áp hay là trạm trung gian.

Trạm tăng áp thường đặt ở gần các nhà máy, nhằm tăng điện áp cao hơn để truyền tải đi xa nhằm làm giảm tổn thất điện năng.

Trạm hạ áp thường đặt gần các nơi tiêu thụ, để biến đổi điện áp cao xuống điện áp thấp phù hợp với nơi tiêu dùng.

Trạm trung gian làm nhiệm vụ liên lạc giữa các lưới điện có cấp điện áp khác nhau.

#### **1.1.1.2. Phân loại theo địa dư**

Trạm biến áp khu vực được cung cấp điện từ mạng điện khu vực (mạng điện chính) của hệ thống để cung cấp cho các khu vực lớn hơn bao gồm các thành phố, các khu công nghiệp. Điện áp của trạm khu vực phía sơ cấp là 110 kV, 35 kV, 10 kV, 6 kV.

Trạm biến áp địa phương là trạm được cung cấp điện từ mạng điện phân phối hay mạng mang điện địa phương của hệ thống điện cấp cho từng xí nghiệp hay trực tuyến qua các hộ tiêu thụ điện áp thấp hơn.

#### **1.1.1.3. Phân loại theo cấu trúc xây dựng.**

- Trạm biến áp ngoài trời: Gồm các kiểu như trạm treo, trạm cột... Phù hợp với các trạm khu vực và trạm địa phương có công suất lớn.

- Trạm biến áp trong nhà : Trạm biến áp kiểu kín được dùng ở những nơi an toàn, những nơi nhiều khói bụi, hơi hóa chất ăn mòn. Trạm thường được bố trí ba phòng là phòng cao áp đặt các thiết bị cao áp, phòng máy biến áp và phòng đặt các thiết bị hạ áp. Trạm này nếu có hai máy biến áp cùng hoạt động thì nên tách thành hai phòng để tránh gây cháy nổ.

#### **1.1.2. Các thành phần của trạm biến áp**

- Máy biến áp là một phần tử quan trọng không thể thiếu, ngoài ra còn các thiết bị phân phối bảo vệ hệ thống này. Các thiết bị đó có nhiệm vụ nhận từ nguồn đưa qua máy biến áp sau đó phân phối đến các phụ tải thông qua dây dẫn.

Thiết bị phân phối gồm có thiết bị phân phối cao áp và thiết bị phân phối hạ áp. Nó chủ yếu bao gồm:

- Khí cụ để đóng cắt lưới điện như: máy cắt, cầu dao, dao cách ly, aptomat,...
- Các khí cụ đo lường như: BU, BI, các đồng hồ đo A, V, Wh,  $\text{Cos}\varphi$ ,...
- Khí cụ bảo vệ mạch như: Relay, CB, FCO,...

## **1.2. NHỮNG VẤN ĐỀ CHÍNH KHI THIẾT KẾ TRẠM**

### **1.2.1. Những vấn đề cần lưu ý khi thiết kế trạm**

- Vị trí đặt trạm được quyết định bởi công suất được phân bố trên từng đoạn cho trước, điện áp hệ thống và độ sụt áp.
- Vị trí của trạm có thể trong nhà ngoài trời, mỗi loại đều có ưu và nhược điểm riêng. Tùy theo tính chất và yêu cầu từng vùng mà ta chọn vị trí sao cho thích hợp nhất.
- Những điểm cần xét đến khi chọn vị trí đặt trạm:
  - Càng gần trung tâm phụ tải càng tốt.
  - Đặt ở vị trí sao cho các tiềm năng trong tương lai được đưa đến thuận lợi, không phụ thuộc vào độ sụt áp.
  - Giá đất xây dựng trạm.
  - Phải có đường giao thông để vận chuyển máy biến áp đến.
  - Qua các cơ sở trên ta chọn trạm ở ngay khu công nghiệp Nomura.

### **1.2.2. Yêu cầu khi thiết kế trạm biến áp**

Mục tiêu cơ bản là phải đảm bảo cho các phụ tải luôn có điện và chất lượng điện tốt, 1 phương án được xem là hợp lý khi thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Vốn đầu tư nhỏ.
- Độ tin cậy cung cấp điện cao.
- Phí tổn vận hành hàng năm thấp.
- An toàn với người vận hành và thiết bị.
- Chất lượng điện đảm bảo.

### **1.3. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ TRẠM BIẾN ÁP SẼ THIẾT KẾ**

#### **1.3.1. Sơ lược về nhu cầu sử dụng của khu công nghiệp Nomura**

Khu công nghiệp Nomura là nơi có nhiều tiềm năng phát triển kinh tế, nhất là các ngành công nghiệp nên việc xây dựng trạm biến áp là đang rất cần thiết. Nó sẽ cung cấp điện tốt và ổn định cho toàn khu vực trong khu công nghiệp hiện nay và trong tương lai.

Phụ tải tính toán tác dụng của khu công nghiệp :

**Bảng 1.1.** Bảng phụ tải khu công nghiệp

<b>STT</b>	<b>Kí hiệu</b>	<b>Tên Công ty</b>	<b>Công suất (kW)</b>	<b>Điện</b>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	<b>F</b>	Nichias	1150	22
2	FA1	Rayho	280	0,4
3	FA1	SIK	250	0,4
4	FA1	Akita Oil Seal	290	0,4
5	FA1	A'sty	320	0,4
6	<b>G</b>	Fujikura	1950	22
7	GA2	Hiroshige	440	0,4
8	GA2	Sumirubber	180	0,4
9	GA2	Maiko	200	0,4
10	GA2	Hopthinh	190	0,4
11	GA2	Vijaco	410	0,4
12	GA2	SIK	320	0,4
13	<b>HA3</b>	E Tech	3340	22
14	<b>I</b>	Pioneer	1650	22
15	IE3	Konya	550	0,4
16	IE3	ATH	160	0,4

17	IE3	Sougou	275	0,4
18	IE3	Medikit	195	0,4
19	IE3	Nishishiba	240	0,4
20	IE3	Kosen	300	0,4
21	IE3	Sumida	270	0,4
22	IE3	Paloma Vietnam	190	0,4
23	IB2	Fongtai	230	0,4
24	IB2	Hitachi plant	290	0,4
25	IB1	Hilex	270	0,4
26	<b>J</b>	Rorze	1220	22
27	<b>J</b>	GE(Office & Site)	1640	22
28	JB3	Fujimold	270	0,4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
29	JB3	Korg	310	0,4
30	<b>K</b>	Toyoda Gosei 3	1280	22
32	<b>K</b>	Ojitex	4310	22
33	<b>K</b>	Iko	1440	22
34	KD1	Eba	150	0,4
35	KD1	Johuku	310	0,4
36	<b>L</b>	Toyotabo 2	1310	22
37	<b>L</b>	JKC	1620	22
38	LD2	Nakashima	380	0,4
39	LD3	Arai	300	0,4
40	LD3	Takahata	250	0,4
41	LD3	Vina Bingo	260	0,4
42	<b>M</b>	Yoneda	1100	22
43	<b>M</b>	TG Airbag	1720	22

44	<b>M</b>	Toyotabo 1	1430	22
45	MC3	Nissei Eco	310	0,4
46	MC3	Synztec	340	0,4
47	MC3	Masuoka	210	0,4
48	<b>P</b>	Synztec	3860	22
49	<b>P</b>	Lihit Lab	1620	22
50	<b>N</b>	Yazaki	1960	22
51	<b>N</b>	Nippon Kondo	2490	22
52	<b>N</b>	Yanagawa Seido	2270	22
53	<b>O</b>	Citizen	2040	22
54	<b>O</b>	TG Steering	1500	22
55	OC1	Meihotech	240	0,4
56	OC1	Kokuyo	340	0,4
57	OC1	Tetsugen	320	0,4

=>P<sub>pt</sub>= 51 MW

Hệ số công suất cosφ=0.8

### 1.3.2. Các thông số chính của trạm biến áp

Lưới điện truyền về 110kV: lắp đặt ngoài trời

Lưới điện phân phối 22kV: lắp đặt tủ trong nhà

Hệ thống điện tự dùng:

- Nguồn xoay chiều 220/ 380 ( V )
  - Tủ điện tự dùng hạ thế
  - Chiếu sáng nhà điều khiển
  - Hệ thống chiếu sáng và bảo vệ trạm
  - Làm mát máy biến áp
- Nguồn điện 1 chiều 110 ( VDC )
  - Dàn bình ACCU 110 ( V ) / 180 ( AH )
  - Máy nạp ACCU 220 ( V ) / 380 ( V ) \_ 50 ( Hz )

- Tủ phân phối điện 1 chiều
  - Các dụng cụ đo đếm điều khiển, các đèn các mạch thao tác
  - Thiết bị thông tin liên lạc
- Tổng hợp phân tử dùng trên khoảng 400 ( KVA )
- Hệ thống điều khiển, bảo vệ relay và đo đếm
  - Hệ thống thông tin liên lạc
  - Nhà điều hành trạm
  - Mương dẫn cáp trong trạm
  - Hệ thống chống sét đánh trực tiếp vào trạm
  - Hệ thống tiếp địa trong trạm
  - Hàng rào bảo vệ và chiếu sáng trạm



## Chương 2.

# TÍNH CHỌN MÁY BIẾN ÁP VÀ SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA TRẠM BIẾN ÁP

## 2.1. PHÂN TÍCH PHỤ TẢI VÀ CHỌN CÔNG SUẤT MÁY BIẾN ÁP

### 2.1.1. Phân tích phụ tải

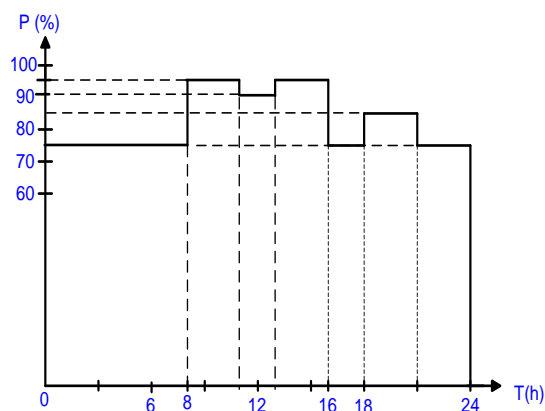
#### 2.1.1.1. Đồ thị phụ tải ngày của KCN Nomura

Phụ tải điện là đại lượng đặc trưng cho công suất tiêu thụ điện của các thiết bị điện riêng lẻ hoặc các xí nghiệp, các hộ tiêu thụ điện năng.

Phụ tải điện là số liệu ban đầu cần thiết để giải quyết các vấn đề kinh tế kỹ thuật, là giai đoạn ban đầu của công tác thiết kế hệ thống cung cấp điện, nhằm xác định nguồn cung cấp, lựa chọn và kiểm tra các điện tử mạng điện, tính toán chọn sơ đồ hợp lý về chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật.

Quy luật biến thiên của phụ tải theo thời gian được biểu diễn trên hình vẽ gọi là đồ thị phụ tải. Đồ thị phụ tải theo thời gian gồm có: đồ thị phụ tải năm, đồ thị phụ tải tháng, đồ thị phụ tải ngày. Đối với thiết kế trạm biến áp ta cần biết đồ phụ tải ngày để lựa chọn công suất máy biến áp.

Mức tiêu thụ điện năng thay đổi theo thời gian với đồ thị phụ tải ngày:



**Hình 2.1:** Sơ đồ phụ tải ngày của khu công nghiệp Nomura

Với  $P_{\text{ptt}} = 51$  ( MW )

$\text{Cos}\varphi = 0.8$

**Bảng 2.1:** Đồ thị phụ tải P(%) ta có bảng tính toán phụ tải ngày

Thời gian	P( MW)	Cos $\varphi$	S( MVA)	Q(Mvar)
0 $\rightarrow$ 8 <sup>h</sup>	38,25	0,8	47,81	28,69
8 <sup>h</sup> $\rightarrow$ 11 <sup>h</sup>	48,45	0,8	60,56	36,34
11 <sup>h</sup> $\rightarrow$ 13 <sup>h</sup>	45,9	0,8	57,38	34,43
13 <sup>h</sup> $\rightarrow$ 16 <sup>h</sup>	48,45	0,8	60,56	36,34
16 <sup>h</sup> $\rightarrow$ 18 <sup>h</sup>	38,25	0,8	47,81	28,69
18 <sup>h</sup> $\rightarrow$ 21 <sup>h</sup>	43,35	0,8	54,19	32,51
21 <sup>h</sup> $\rightarrow$ 24 <sup>h</sup>	38,25	0,8	47,81	28,69

### 2.1.2. Dự báo phụ tải

Dự báo phụ tải là tính đến quá trình phát triển của tương lai, có thể dự báo với thời gian ngắn hạn, trung hạn hoặc xa hạn. Nhằm tránh tình trạng trạm vừa mới thiết kế, xây dựng xong đã quá tải cho phép.

- Có 3 loại dự báo:

- Dự báo ngắn hạn khoảng từ 1  $\rightarrow$  2 năm. Loại này cho phép sai số từ 5  $\rightarrow$  10%.
- Dự báo trung hạn khoảng từ 3  $\rightarrow$  10 năm. Loại này cho phép sai số từ 10  $\rightarrow$  20%.
- Dự báo dài hạn khoảng từ 15  $\rightarrow$  20 năm hoặc lâu hơn.

Đối với thiết kế trạm biến áp ta cần dự báo phụ tải từ 5  $\rightarrow$  10 năm. Nếu sử dụng dự báo ngắn hạn thì máy biến áp (MBA) sẽ nhanh chóng bị quá tải, còn sử dụng dự báo dài hạn thì những năm đầu MBA sẽ làm việc non tải, như vậy sẽ không tiết kiệm được vốn đầu tư, đồng thời với sự phát triển nhanh chóng của kỹ thuật và công nghệ thì MBA sẽ bị lỗi thời. Vì vậy không nên xây dựng MBA sử dụng trong thời gian quá dài.

Đối với trạm biến áp khu công nghiệp Nomura: phụ tải của nó chủ yếu cung cấp điện cho khu công nghiệp, nên phụ tải mang tính ổn định rất cao trong tương lai khoảng từ 5 đến 10 năm.

### **2.1.3. Chọn sơ đồ cấu trúc cho trạm và lựa chọn thiết bị :**

Sơ đồ cấu trúc của trạm là chỉ tiêu quan trọng trong thiết kế, việc lựa chọn sơ đồ cấu trúc phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- Tính đảm bảo: làm việc có độ tin cậy cao, đảm bảo chất lượng điện và cung cấp điện liên tục cho phụ tải. An toàn cho người vận hành.
- Tính linh hoạt: phải thích ứng với nhiều trạng thái khác nhau.
- Tính phát triển: đảm bảo vận hành hiện tại và có thể phát triển trong tương lai phụ thuộc vào dự báo kế hoạch.
- Tính kinh tế có giá thành thấp, đảm bảo cho các yêu cầu kỹ thuật.

#### **2.1.3.1. Tiêu chuẩn lựa chọn thiết bị phân phối:**

- Việc tính toán lựa chọn thiết bị phân phối phần nhất thứ và các hệ thống trong trạm được xác định trên các cơ sở sau:
- Sơ đồ lưới điện khu vực có tính đến sự phát triển của hệ thống lưới điện trong tương lai.
- Tiêu chuẩn Việt Nam, qui phạm ngành điện kết hợp với các tiêu chuẩn quốc tế thông dụng như IEC, ...
- Qui mô của trạm và có tính đến sự thay đổi dung lượng máy biến thế lên một cấp.

#### **2.1.3.2. Lựa chọn thiết bị phân phối:**

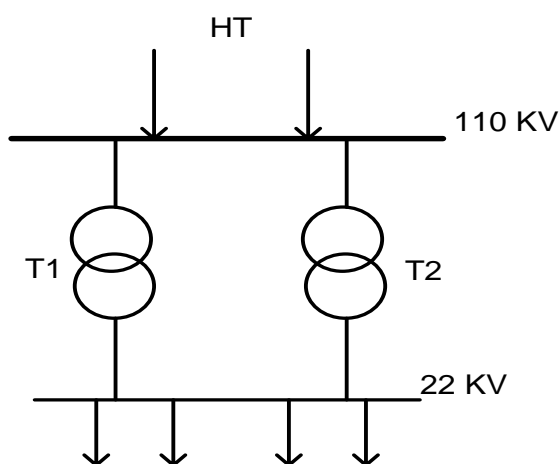
Với cấp điện áp từ 22 ( kV ) trở xuống, xu hướng hiện nay người ta dùng thiết bị phân phối đặt trong nhà với những lý do sau:

- Về kinh tế: chiếm diện tích xây dựng nhỏ, chi phí mua sắm thiết - bị, xây dựng không đắt hơn nhiều so với thiết bị ngoài trời.
- Về mặt kỹ thuật: An toàn, ít xảy ra sự cố.
- Tạo vẻ mỹ quan cho công trình.

### 2.1.3.3. Các phương án đề xuất thiết kế

Căn cứ vào hiện trạng của trạm biến áp Nomura đang thiết kế với 2 MBA vận hành song song, được lấy điện từ trạm biến áp cấp từ thanh cái 110 kV trạm 220/110 kV Vật Cách( Phía 22kV của trạm biến áp có 7 lộ ra đảm bảo cung cấp điện cho khu công nghiệp).

Ta có phương án thiết kế như hình 2.2:



**Hình 2.2:** Phương án thiết kế trạm biến áp

MBA T1 và T2 là MBA 3 pha 2 cuộn có các thông số như nhau

### 2.1.4. Lựa chọn máy biến áp

#### 2.1.4.1. Lựa chọn số lượng máy biến áp

Chọn số lượng máy biến áp cho từng cấp điện áp của trạm phải căn cứ vào những điều kiện: độ tin cậy cung cấp điện, công suất phụ tải cần cung cấp và tính kinh tế.

##### a. Một máy biến áp

- Được dùng trong trường hợp phụ tải không quan trọng, trạm được cung cấp bằng một đường dây từ hệ thống.

- Trạm biến áp khi xây dựng thường chia làm hai giai đoạn, giai đoạn đầu đặt một máy, sau này phụ tải phát triển thì ta lắp đặt thêm máy thứ hai.

- Thiết kế như vậy vốn đầu tư ban đầu nhỏ, tận dụng vốn đầu tư tốt hơn. Tuy nhiên tính liên tục cung cấp điện trong trường hợp này là không cao.

### **b. Hai máy biến áp**

- Là phương án được sử dụng nhiều nhất vì tính đảm bảo cung cấp điện cao. Phương án thường được thiết kế khi:

- Có hai đường dây cung cấp điện từ hệ thống.
- Khi không có một máy biến áp lớn phù hợp với phụ tải.
- Không có khả năng xây dựng và chuyên chở một máy biến áp lớn.

### **c. Ba máy biến áp**

- Phương pháp này chỉ sử dụng khi không có hai máy biến áp phù hợp hoặc trạm đã xây dựng mà phụ tải phát triển không có khả năng thay thế hai máy mới phải đặt thêm máy thứ ba.

- Đặt ba máy biến áp ngay từ đầu thường ít được sử dụng vì vốn đầu tư cao, diện tích xây lắp lớn, phức tạp.

#### **2.1.4.2. Lựa chọn máy biến áp cho phương án**

Ta lựa chọn 2 MBA vận hành song song nếu một trong hai máy bị sự cố phải nghỉ, máy biến áp còn lại có thể vận hành với phụ tải lớn hơn định mức không phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường xung quanh lúc sự cố trong thời gian 5 ngày đêm nếu thỏa mãn các điều kiện:

$K1 < 0,93$  ;  $K2 < 1,4$  đối với máy biến áp đặt ngoài trời và  $K2 < 1,3$  đối với máy biến áp đặt trong nhà, T2 nhỏ hơn 6 giờ và chú ý theo dõi nhiệt độ của cuộn dây không quá  $140^{\circ}\text{C}$  và tốt nhất là tăng cường tối đa các biện pháp làm lạnh máy biến áp.

- Ta chọn 2 máy biến áp T1 và T2 là 2 máy với công suất là với  $S_{\text{đmB}}$  :

- Quá tải bình thường:

$$S_{\text{đmB}} > 0,5 \cdot S_{\text{ttmax}} = 0,5 \cdot 60,56 = 30,28 \text{ ( MVA )}$$

Khi 2 MBA làm việc song song nên ta không cần tính quá tải bình thường của 2 MBA.

- Quá tải sự cố :

Khi 2 máy biến áp vận hành song song có 1 trong 2 máy gặp sự cố phải nghỉ, máy còn lại phải cung cấp đủ cho phụ tải theo điều kiện quá tải cho phép.

Ta có:  $K_{qtsc} \cdot S_{dmB} > S_{ttmax}$ .

Đối với máy biến áp đặt ngoài trời:  $K_{qtsc} = 1,4$

$$\Rightarrow S_{dmB} > \frac{S_{ttmax}}{1,4} = \frac{60,56}{1,4} = 43,26 \text{ MVA}$$

$\Rightarrow$  Ta sẽ chọn máy biến áp có công suất:  $S_{dmB} = 60$  ( MVA )( AVERA do Indo sản xuất)

- Do khu công nghiệp tập trung nhiều nhà máy do vậy để thuận tiện cho việc vận hành, sửa chữa mà không ảnh hưởng tới hoạt động của phân xưởng, ta sẽ lấy điện từ ngay vị trí phía đường dây từ trạm Vật Cách tới.

$\Rightarrow$  Ta chọn MBA T1 và T2 là MBA 3 pha 3 cuộn dây có các thông số như nhau.

**Bảng 2.2:** Thông số kỹ thuật của máy biến áp T1 và T2

$S_{dmB}$ (KVA)	Điện áp (KV)		Tổn thất(KW)		$U_N$ (%)
	C	H	$\Delta P_0$	$\Delta P_N$	C-H
60	115	23	70	315	10,5

Giá từng máy là  $358000 \cdot 10^3$  (VND)

Sở dĩ ta chọn MBA 3 pha 3 cuộn là do sóng sin không ổn định, dao động bị méo dạng, chất lượng điện năng giảm. Buộc ta phải sử dụng MBA 3 pha 3 cuộn có tổ đấu dây Y /  $\Delta$  / Y. Cuộn trung đấu  $\Delta$  chống sóng hài bậc cao có 1 đầu nối đất.

## 2.2. CHỌN SƠ ĐỒ CẤU TRÚC

### 2.2.1. Tính toán tổn thất công suất trong ngày và trong năm

Thông số của MBA:(do cuộn trung MBA không sử dụng nên trong tính toán ta bỏ qua cuộn trung ).

$$S_{\text{đmB}} = 60 \text{ ( MVA )}$$

$$U_{\text{đm}} = 110/22 \text{ ( kV )}$$

$$\Delta P_0 = 70 \text{ ( kW )}$$

$$\Delta P_N = 315 \text{ ( kW )}$$

$$U_N(\%) = 10,5$$

Sử dụng 2 máy biến áp vận hành song song  $\Rightarrow n = 2$  áp dụng công thức tài liệu[5]

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Thời gian tổn thất lớn nhất : } \tau &= \frac{s_1^2 t_1 + s_2^2 t_2 + s_3^2 t_3 + s_n^2 t_n}{s_{\text{max}}^2} \\ &= \frac{47,81^2 \cdot 13 + 60,56^2 \cdot 6 + 57,38^2 \cdot 2 + 54,19^2 \cdot 3}{60,56^2} \\ &= 18(\text{h}) \end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Tổn thất điện năng của MBA:

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{\Delta P_n}{n} \cdot \frac{s_{\text{max}}^2}{s_{\text{đm}}^2} \cdot \tau \text{ ( kWh )}$$

Trong đó:

$n$  : số máy biến áp vận hành.

$t$ : thời gian tổn thất.

$S_{\text{max}}$ : công suất của phụ tải đạt cực đại khi qua MBA.

$S_{\text{đmB}}$ : công suất định mức MBA.

$\Delta P_{\text{kt}}, \Delta P_N$ : tổn thất không tải và tổn thất ngắn mạch.

$$\Delta P_{\text{kt}} = \Delta P_0$$

- Tổn thất điện năng trong ngày là:  $t = 24 \text{ ( h )}$

$$\Delta A = 2 \cdot 70 \cdot 24 + \frac{315}{2} \cdot \frac{60,56^2}{60^2} \cdot 18 = 6248 \text{ ( kWh )}$$

- Tổn thất điện năng trong 1 năm:  $t = 8760$

$$\Delta A = 2 \cdot 70 \cdot 8760 + \frac{315}{2} \cdot \frac{60,56^2}{60^2} \cdot 18 = 1229228 \text{ ( kWh )}$$

## 2.2.2. Tính toán ngắn mạch ba pha để lựa chọn máy cắt

### 2.2.2.1. Khái niệm

#### a. Khái niệm sơ lược về ngắn mạch:

Khi thiết kế vận hành hệ thống điện ta cần phải xét đến khả năng xảy ra sự cố và các tình trạng làm việc không bình thường của hệ thống điện. Ngắn mạch là sự cố nguy hiểm thường xảy ra trong hệ thống điện. Khi xảy ra ngắn mạch sẽ xuất hiện dòng ngắn mạch có trị số rất lớn chạy trong mạch điện gây ra tác hại nghiêm trọng đến các thiết bị điện.

Trong các dạng ngắn mạch thì ngắn mạch 3 pha thường ít xảy ra, nhưng khi xảy ra thì nó thường rất nguy hiểm, nên ta chỉ tính toán ngắn mạch 3 pha để lựa chọn thiết bị bảo vệ.

#### **b. Nguyên nhân gây ra ngắn mạch:**

Nguyên nhân chủ yếu gây ra ngắn mạch là do cách điện bị hỏng. Lý do làm cách điện bị hỏng chủ yếu là do sét đánh, quá điện áp nội bộ, cách điện dùng lâu quá già cỗi, trông nom các thiết bị không chu đáo...

Do những nguyên nhân cơ học trực tiếp như: Thả điều, chim đậu, cây đổ vào đường dây điện...

#### **c. Hậu quả của việc ngắn mạch:**

- Dòng điện gia tăng đột ngột phá hỏng các thiết bị điện, phần dẫn điện. Do tác dụng nhiệt và lực điện động của dòng ngắn mạch lớn có thể phá hủy trụ điện, sứ đỡ, hoặc uốn cong thanh góp.

- Gây sụt áp trong hệ thống điện gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến các thiết bị điện. Phá hủy tính ổn định của hệ thống.

#### **d. Mục đích tính toán ngắn mạch:**

Mục đích tính dòng ngắn mạch là để chọn các khí cụ và các phần tử có dòng điện chạy qua để tính được dòng ngắn mạch trước hết phải lập sơ đồ tính điện kháng phần tử, chọn các đại lượng cơ bản như công suất cơ bản và điện áp cơ bản. Chọn các đại lượng cơ bản lên xuất phát từ yêu cầu đơn giản nhất cho việc tính toán. Thường người ta chọn công suất cơ bản là 100, 1000 ( MVA ) hoặc một trong những công suất của nguồn cung cấp. Còn điện áp



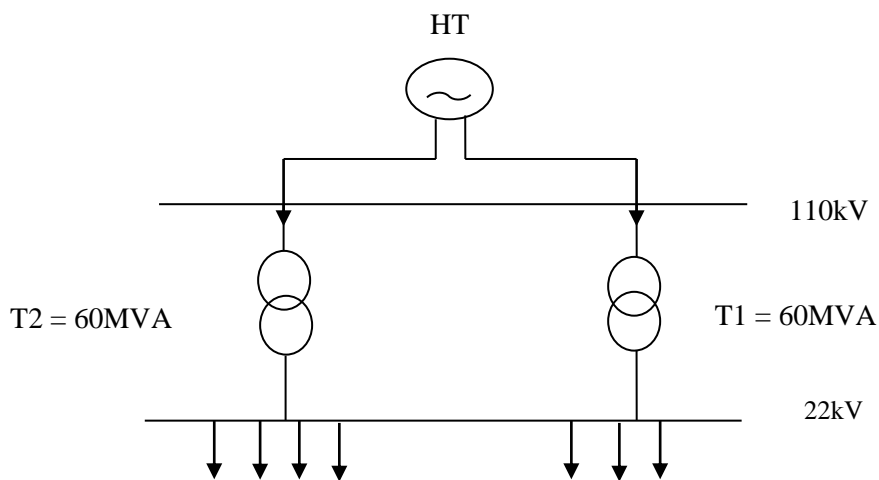
cơ bản lấy theo định mức của cấp điện áp đó là: 110 ; 37 ; 22 ; 18 ; 15,75 ; 13,8 ; 6,3 ; 3,15 ; 0,4.

### 2.2.2.2. Tính toán ngắn mạch

Tính toán ngắn mạch để chọn máy cắt áp dụng tài liệu [8]

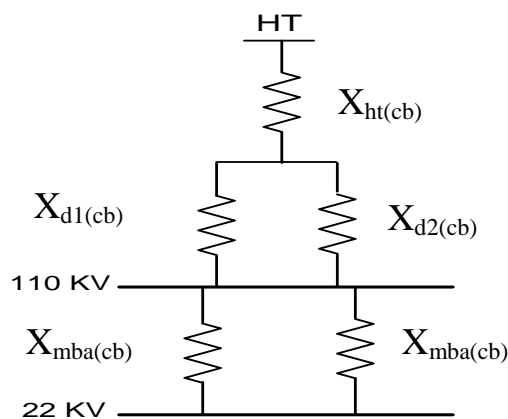
- Chọn:  $S_{cb} = 100 \text{ MVA}$
- Chọn  $U_{cb1} = 110 \text{ kV} \Rightarrow I_{cb1} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb1}} = 0.52 \text{ (kA)}$
- Chọn  $U_{cb2} = 22 \text{ kV} \Rightarrow I_{cb2} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb2}} = 2.62 \text{ (kA)}$

Ta có sơ đồ tương đối của hệ thống :



**Hình 2.3:** Sơ đồ hệ tương đối cơ bản của trạm

Vì đường dây ngắn nên ta bỏ qua điện trở dây dẫn ( $R_d = 0$ )



**Hình 2.4:** Sơ đồ thay thế của phương án trong hệ tương đối cơ bản

- Điện kháng của hệ thống :  $X_{htC\text{ơ bản}} = \frac{S_{cb\text{ản}}}{S_{Nht}} = \frac{100}{500} = 0,2 \text{ (đv)}$

- Điện kháng của đường dây:
- Đường dây từ trạm 220KV Vật Cách tới khu công nghiệp Nomura có chiều dài 2,4 km ta áp dụng công thức trong tài liệu [2]:

$$x^*_{cb} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2}$$

chọn  $x_0 = 0,4$  ( $\Omega/\text{km}$ )

$$\Rightarrow x^*_{cbd1} = x^*_{cbd2} = 0,4 \cdot 2,4 \cdot \frac{100}{110^2} = 0,0079 \text{ (dv)}$$

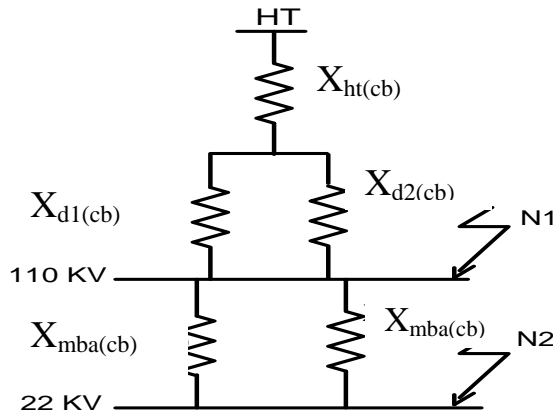
$$\Rightarrow x^*_{cbd(td)} = \frac{0,0079 \cdot 0,0079}{0,0079 + 0,0079} = 0,004 \text{ (dv)}$$

- Điện kháng của MBA:

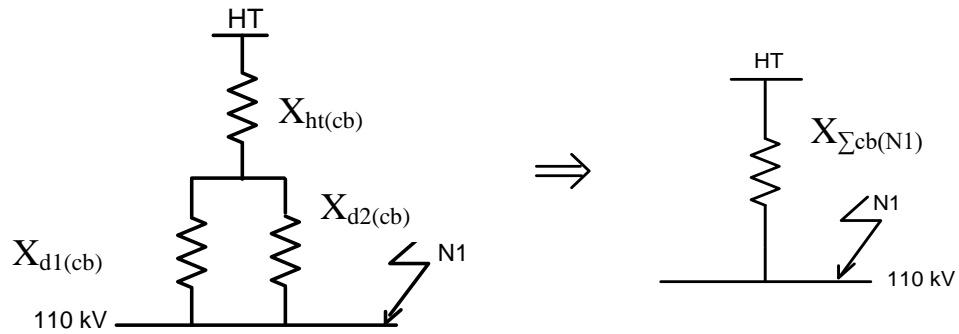
- $X_{cbMBA} = \frac{U_{N\%} \cdot S_{cb}}{100 \cdot S_{dmMBA}} = \frac{10,5 \cdot 100}{100 \cdot 51} = 0,206 \text{ (dv)}$

- $X_{cobànMBA(td)} = \frac{x_{cbMBA}}{2} = \frac{0,206}{2} = 0,103 \text{ (dv)}$

- Khi xảy ra ngắn mạch 3 pha tại các thanh góp của các cấp điện áp:



**Hình 2.5:** Sơ đồ khi xảy ra ngắn mạch



**Hình 2.6:** Sơ đồ tương đương khi xảy ra ngắn mạch tại điểm N1

Ta có:  $X_{\Sigma cb(N1)} = X_{cbht} + X_{cbd(td)} = 0,2 + 0,004 = 0,204 (dv)$

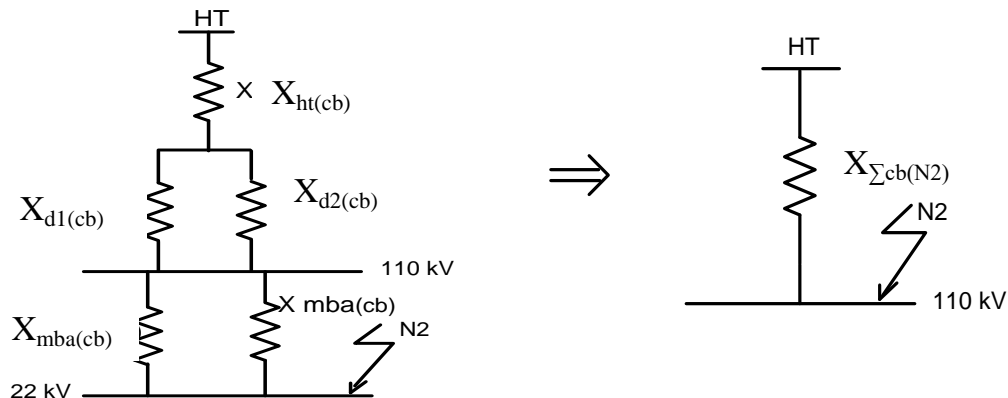
$$\Rightarrow I_{N1} = \frac{E}{X_{\Sigma cb(N1)}} \cdot I_{cb1}$$

E : Là nguồn hệ thống ở đơn vị tương đối, lấy E = 1

$$\Rightarrow I_{N1} = \frac{1}{0,204} \cdot 0,52 = 2,55 (kA)$$

Dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N1:

$$I_{xk(N1)} = \sqrt{2} \cdot k \cdot I_{NM(N1)} ; \text{ với } k = 1,8; \Rightarrow I_{xk(N1)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,55 = 6,49 (kA)$$



**Hình 2.7:** Sơ đồ tương đương khi xảy ra ngắn mạch tại điểm N2

Ta có:  $X_{\Sigma cb(N2)} = X_{cbht} + X_{cbd(td)} + X_{cbMBA(td)} = 0,2 + 0,004 + 0,103 = 0,307 (dv)$

$$\Rightarrow I_{N2} = \frac{E}{X_{\Sigma cb(N2)}} \cdot I_{cb2} = \frac{1}{0,307} \cdot 2,62 = 8,53 (kA)$$

⇒ Dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N2:

$$I_{xk(N2)} = \sqrt{2} \cdot k \cdot I_{NM(N2)} ; \text{ với } k = 1,8; \Rightarrow I_{xk(N2)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,53 = 21,7 (kA)$$

### 2.2.3. Lựa chọn máy cắt

Máy cắt là khí cụ điện dùng để đóng cắt một phần tử của hệ thống điện như máy biến áp, đường dây... trong lúc làm việc bình thường cũng như khi gặp sự cố (ngắn mạch).

Khi máy cắt kết hợp với relay bảo vệ sẽ đảm bảo cho hệ thống vận hành tốt, an toàn cho người vận hành cũng như thiết bị trong trạm.

Yêu cầu đối với máy cắt:

- Cắt nhanh, đảm bảo khi đóng cắt không gây cháy nổ.
- Có thể điều khiển tại chỗ hoặc từ xa.
- Có thể đóng cắt bình thường với dòng điện bình thường và với một số lần nhất định với dòng ngắn mạch( do nhà sản xuất quy định).
- Kích thước gọn nhẹ.
- Giá thành hạ.

Ngoài các thông số nêu trên trong thông số kỹ thuật của máy cắt còn có dòng điện cắt định mức  $I_{cátđm}$  là dòng lớn nhất mà máy cắt có thể cắt mạch điện.

Đối với máy cắt, quá trình cắt, phương pháp, thời gian và khả năng dập hồ quang khi cắt dòng ngắn mạch rất quan trọng. Căn cứ vào phương pháp dập tắt hồ quang ta phân loại như sau:

- Máy cắt nhiều dầu.
- Máy cắt ít dầu.
- Máy cắt không khí.
- Máy cắt khí.
- Máy cắt tự sinh khí.
- Máy cắt chân không.

**Bảng 2.3 :** Bảng điều kiện chọn máy cắt

Thông số máy cắt	So sánh	Thông số tính toán
$U_{dmMC}$	$\geq$	$U_{HT}$
$I_{catdmMC}$	$\geq$	$I_{N1}$
$I_{iddMC}$	$\geq$	$I_{xk1}$
$I_{dmMC}$	$\geq$	$I_{lvcb1}$
$I_{nh}^2 * t_{nh}$	$\geq$	$B_N$

### 2.2.3.1. Lựa chọn máy cắt tương ứng với các điểm ngắt mạch

**a. Chọn máy cắt cho điểm ngắt mạch N1:** máy cắt SF6 loại 3AQ1 có các thông số cụ thể sau:

$$U_{dmcat} = 123 \text{ ( kV ) } ; \quad I_{\text{ổn định lực điện động}} = 100 \text{ ( kA )}$$

$$I_{thangcat} = 4 \text{ ( kA ) } ; \quad U_{\text{xung xét}} = 550 \text{ ( kV )}$$

$$I_{dmcat} = 40 \text{ ( kA ) } ; \quad U_{\text{tần số công nghiệp}} = 230 \text{ ( kV )}$$

**Bảng 2.4:** Bảng kiểm tra điều kiện vận hành an toàn của máy cắt

Thông số máy cắt	So sánh	Thông số tính toán
$U_{dmMC} = 123 \text{ kV}$	$\geq$	$U_{HT} = 110 \text{ kV}$
$I_{catdmMC} = 40 \text{ KA}$	$\geq$	$I_{N1} = 2,55 \text{ KA}$
$I_{iddMC} = 100 \text{ KA}$	$\geq$	$I_{xk1} = 6,49 \text{ KA}$
$I_{dmMC} = 4 \text{ KA}$	$\geq$	$I_{lvcb1} = 0.52 \text{ KA}$

Vậy máy cắt vừa chọn thỏa mãn điều kiện làm việc, nó có thể lắp đặt cho các vị trí ở điểm ngắt mạch N1: Như là thanh cái 110 kV, đường dây hệ thống và đường dây đến MBA.

### **b. Chọn máy cắt cho điểm ngắt mạch N2:**

Máy cắt loại BBT; có các thông số cụ thể như sau:

$$U_{dmcat} = 24 \text{ ( kV ) } ; \quad U_{\text{xung xét}} = 125 \text{ ( kV )}$$

$$I_{dmcat} = 160 \text{ ( kA ) } ; \quad I_{\text{ổn định lực điện động}} = 160 \text{ ( kA )}$$

$$I_{thangcat} = 12,5 \text{ ( kA ) } ; \quad U_{\text{tần số công nghiệp}} = 23 \text{ ( kV )}$$

**Bảng 2.5:** Bảng kiểm tra điều kiện vận hành an toàn của máy cắt

Thông số máy cắt	So sánh	Thông số tính toán
$U_{dmMC} = 24 \text{ kV}$	$\geq$	$U_{HT} = 22 \text{ kV}$
$I_{catdmMC} = 160 \text{ KA}$	$\geq$	$I_{N2} = 8,53 \text{ KA}$
$I_{lddmMC} = 160 \text{ KA}$	$\geq$	$I_{xk2} = 21,7 \text{ KA}$
$I_{dmMC} = 12.5 \text{ KA}$	$\geq$	$I_{lvcb1} = 2.62 \text{ KA}$

Vậy máy cắt vừa chọn thỏa mãn điều kiện làm việc, nó có thể lắp đặt cho các vị trí ở điểm ngắt mạch N2: như là thanh cái 22 ( kv ), đường dây đi ra của MBA và 8 lộ ra của đường dây 22 ( kv ).

## 2.2.4. Tính toán kinh tế

### 2.2.4.1. Tính toán vốn đầu tư thiết bị

Khi so sánh giữa các phương án chỉ xét đến các thiết bị lớn như máy biến áp , máy cắt điện và chi phí chuyên chở , xây lắp chúng . Các phần giống nhau như máy phát điện , đường dây không xét đến , các phần chi tiết không lớn lắm như dao cách ly , thanh góp, thanh dẫn máy biến dòng, máy biến điện áp ..... Có thể bỏ qua.

Vốn đầu tư cho phương án:  $V = V_B + V_{TBPP}$

Trong đó:  $V_B$  là vốn đầu tư MBA; được xác định  $V_B = v_b \cdot k_b$ ;

trong đó  $v_b$  là tiền mua MBA

$k_b$  là tính đến chi phí vận chuyển và chi phí xây lắp MBA. Hệ số này phụ thuộc vào điện áp định mức phía cao áp và công suất định mức của MBA.

**Bảng 3.4:** Bảng tra hệ số  $K_B$ 

Thông số máy biến áp						
Điện áp cuộn cao của máy biến áp (kV)	35		110		220	
Công suất định mức máy biến áp (MVA)	<16	>16	<32	>32	<160	>160
Hệ số $K_B$	2	1,6	1,7	1,5	1,4	1,3

Vốn đầu tư xây dựng thiết bị phân phối được xác định:

$$V_{TBPP} = n_1 \cdot V_{TBPP1} + n_2 \cdot V_{TBPP2} + n_3 \cdot V_{TBPP3}$$

Trong đó:  $n_1; n_2; n_3 \dots$  số mạch thiết bị phân phối ứng với số cấp điện áp  $u_1, u_2, u_3$

$V_{TBPP1}; V_{TBPP2}; V_{TBPP3}$  là giá thành mỗi mạch thiết bị phân phối tương ứng với cấp điện áp  $u_1; u_2; u_3$  bao gồm cả tiền mua; vận chuyển và xây lắp.

#### 2.2.4.2. Phí tổn vận hành hàng năm

$$P = P_k + P_p + P_t$$

$$\text{Trong đó } P_k = \frac{a \cdot V}{100}$$

V là vốn đầu tư cho phương án

A là định mức khấu hao ; lấy  $a = 9,4\%$

Chi phí  $P_k$  phụ thuộc vào nhiều yếu tố chi phí này không đáng kể so với tổng chi phí sản xuất; trong tính toán ta có thể bỏ qua thành phần này.

$P_t$ : Chi phí tổn hao hàng năm; ở đây ta xét chi phí tổn thất qua máy biến áp:

$$P_t = \beta \cdot \Delta A_B$$

Trong đó :

$\beta$  - giá tiền KWh  $\beta = 600 \text{ VND/KWh}$

$\Delta A_B$  - tổn hao điện năng của các máy biến áp trong một năm.

Khi tính toán gần đúng có thể bỏ qua  $\Delta Q_B$ , chỉ tính  $\Delta P_B$ .

#### 2.2.4.3. Tính toán chi tiết

Ta có thể chọn  $k = 1,7$ ; thỏa mãn điều kiện ở bảng hệ số k

⇒ Vốn đầu tư cho một MBA:

$$V_{B1} = v_b \cdot k_b = 358000 \cdot 10^3 \cdot 1,7 = 608,6 \cdot 10^6 \text{ ( VND )}$$

⇒ Vốn đầu tư cho 2 máy biến áp là:

$$V_B = V_{B1} + V_{B2} = 608,6 \cdot 10^6 \cdot 2 = 1217,2 \cdot 10^6 \text{ ( VND )}$$

⇒ Vốn đầu tư cho phương án ( không tính tiền mua máy cắt):

$$V_1 = V_{B1} = 1217,2 \cdot 10^6 \text{ ( VND )}$$

⇒ Phí tổn vận hành hàng năm:

$$P = P_k + P_p + P_t$$

$$\text{Ta có } P_k = \frac{9,4}{100} \cdot 1217,2 \cdot 10^6 = 114,4 \cdot 10^6 \text{ ( VNĐ/kWh )}$$

$$P_t = \beta \cdot \Delta A_B = 600 \cdot 385548 = 231,3 \cdot 10^6 \text{ ( VNĐ/kWh )}$$

$$\Rightarrow P = P_k + P_t = (114,4 + 231,3) \cdot 10^6 = 345,7 \cdot 10^6 \text{ ( VNĐ/kWh )}$$

## **2.2.5. Lựa chọn sơ đồ nối điện chi tiết**

### **2.2.5.1. Khái niệm:**

Sơ đồ nối điện là một dạng sơ đồ dùng để biểu diễn mối quan hệ của các thiết bị, Khí cụ điện... có nhiệm vụ nhận điện từ các nguồn để cung cấp phân phối cho các phụ tải.

Nguồn nhận điện có thể là máy biến áp, máy phát điện hoặc đường dây từ hệ thống quốc gia.

Phụ tải có thể là lộ ra ( 22kV, 15kV...)

Mỗi nguồn hay phụ tải là phần tử trong sơ đồ nối điện

Thanh góp là nơi tập trung nguồn điện và phân phối cho các phụ tải.

Sơ đồ nối điện có nhiều dạng khác nhau phụ thuộc vào cấp điện áp, số phần tử nguồn, tải,... Nhưng nói chung sơ đồ nối điện phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

### **2.2.5.2. Các tính chỉ tiêu về trạm**

#### **a. Tính đảm bảo:**

Tính đảm bảo cung cấp điện theo yêu cầu hay sự quan trọng của phụ tải mà mức đảm bảo cung cấp đáp ứng. Tính đảm bảo của sơ đồ nối điện có thể đánh giá qua độ cung cấp điện, thời gian ngưng cung cấp điện, có cung cấp điện năng đủ cho các phụ tải hay không, sự thiệt hại của các phụ tải do không đảm bảo cung cấp điện gây ra.

#### **b. Tính phát triển:**

Sơ đồ điện cần thỏa mãn không những trong hiện tại mà cả trong tương lai gần khi tăng thêm nguồn hay tải. Khi phát triển sẽ không bị khó khăn hay phá bỏ cấu trúc sơ đồ.



### **c. Tính kinh tế**

Thể hiện vốn đầu tư ban đầu và các chi phí hàng năm hợp lý như tổn thất điện năng qua máy biến áp...Đồng thời cũng cần quan tâm đến tính hiện đại của sơ đồ cũng như xu hướng chung, đặc biệt là sự tiến bộ trong chế tạo cấu trúc của các khí cụ điện như máy cắt điện...

### **d. Tính an toàn**

Thể hiện trong cách bố trí thiết bị của sơ đồ.

Ngoài ra sơ đồ còn phải đảm bảo vận hành an toàn cho nhân viên vận hành ở hiện tại và có thể mở rộng, nâng cao công suất trong tương lai, vận chuyển trang thiết bị khi thi công lắp đặt cũng như khi sửa chữa thay thế thiết bị dễ dàng trong thực tế để đảm bảo các yêu cầu trên rất là khó. Vì nếu thiết kế để đảm bảo yêu cầu về kỹ thuật càng cao thì chỉ tiêu kinh tế càng gia tăng là điều bắt buộc. những mâu thuẫn này cần có cho sự so sánh, giải quyết một cách hợp lý để phục vụ lợi ích lâu dài.

### **2.2.6. Phân tích các sơ đồ nối điện của trạm**

Có rất nhiều loại sơ đồ nối điện cho trạm biến áp như:

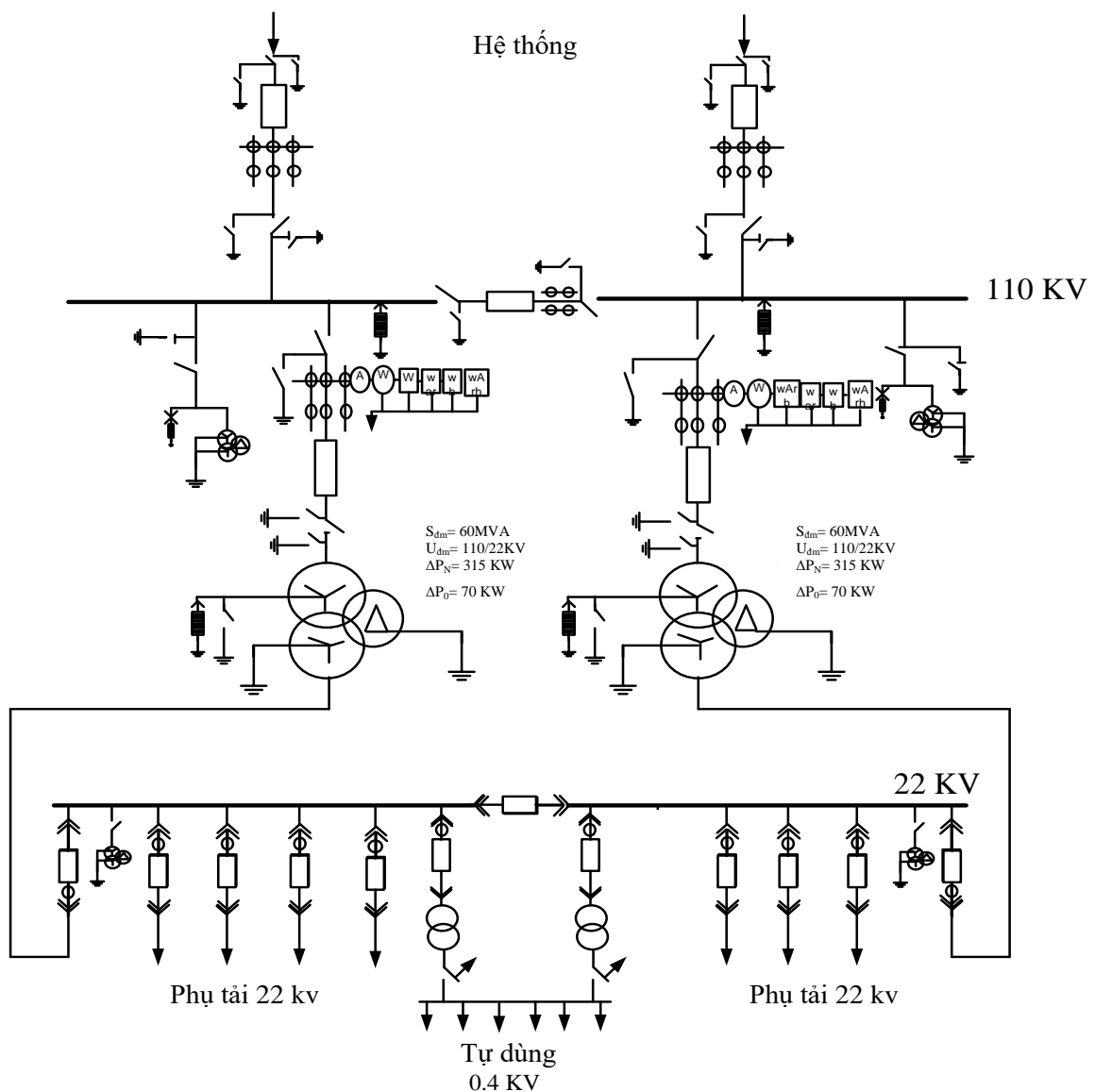
Sơ đồ hệ thống một thanh góp, sơ đồ hệ thống điện 1 thanh góp có thanh góp vòng, sơ đồ hệ thống điện 2 thanh góp, sơ đồ hệ thống điện 2 thanh góp có thanh góp vòng, sơ đồ đa giác, sơ đồ cầu... Do vậy cần phải lựa chọn 1 sơ đồ cho thích hợp với tính chất của trạm thiết kế. Sơ đồ lựa chọn khi thiết kế phải kinh tế, an toàn, dễ vận hành và đảm bảo cung cấp điện liên tục cho khu công nghiệp.

#### **2.2.6.1. Chọn sơ đồ nối điện cho trạm Nomura (110/ 22 kV):**

Trạm biến áp khu công nghiệp Nomura (110/ 22 kv) có các điểm sau:

Phía cao áp được cung cấp từ lưới 110 kv bằng 2 đường dây từ Trạm Vật Cách. Phía hạ áp có cấp điện áp 22 kV cấp cho các phụ tải bằng 7 lộ ra nhằm đảm bảo cung cấp điện tốt cho khu công nghiệp.

Qua những phân tích về các hệ thống sơ đồ thiết kế trạm, ta thấy hệ thống sơ đồ 1 thanh góp có phân đoạn bằng máy cắt vừa mang tính kinh tế (ít máy cắt và dao cách ly), phù hợp với quy mô cho những trạm biến áp vừa và nhỏ như trạm Nomura, và hệ thống sơ đồ 1 thanh góp phân đoạn bằng máy cắt có thể đảm bảo cung cấp điện tốt, liên tục cho khu công nghiệp. Như vậy ta chọn thiết kế trạm Nomura theo sơ đồ hệ thống điện một thanh góp có phân đoạn bằng máy cắt là hợp lý nhất.



**Hình 2.8:** Sơ đồ nối điện của trạm Nomura

## Chương 3.

# LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN

### 3.1. KHÁI NIỆM

Để vận hành được , ngoài các thiết bị chính như MBA còn cần phải có các khí cụ điện và các phần dẫn điện. Khi chọn khí cụ điện ta cần xét đến các chế độ vận hành để lựa chọn không phù hợp.

Thông thường có 3 chế độ:

- Chế độ làm việc lâu dài
- Chế độ làm việc quá tải
- Chế độ ngắn mạch

**Chế độ làm việc lâu dài:** Các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận dẫn điện khác sẽ làm việc với độ tin cậy cao, nếu lựa chọn đúng dòng điện định mức và điện áp định mức.

**Chế độ làm việc quá tải:** Dòng điện qua các khí cụ điện sẽ lớn hơn dòng điện định mức. Sự làm việc tin cậy của các khí cụ điện được đảm bảo bằng các quy định giá trị và thời gian gây ra quá tải, dòng điện tăng cao không vượt quá mức cho phép.

**Chế độ ngắn mạch:** Các khí cụ điện vẫn làm việc đảm bảo tin cậy, nếu quá trình lựa chọn chúng có các thông số đúng với ổn định nhiệt và ổn định động.

**Đối với các thiết bị cắt điện như:** Máy cắt, dao cách ly, cầu trì phải xét đến khả năng cắt của chúng. Ngoài ra còn phải xét đến vị trí đặt thiết bị đo, nhiệt độ môi trường xung quanh, độ ẩm, độ nhiễm bẩn và độ cao lắp đặt thiết bị so với mặt biển.

## 3.2. LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN

### 3.2.1. Chọn dây dẫn cho trạm biến áp

#### 3.2.1.1 . Chọn dây dẫn cho phía 110kV

Do phía 110 KV có hai đường dây vào và ra cung cấp cho 2 máy biến áp, công suất của phụ tải khu công nghiệp là 51 (MW) . Do vậy công suất của mỗi lộ ra là 25,5 MW.

Nên ta có dòng chạy trong dây dẫn:

$$I_{btmax} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{25,5 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 167,3(A)$$

Giả thiết  $T_{max} = 5000$  giờ , nên ta chọn  $J_{kt} = 1,1A/mm^2$

Vậy tiết diện dây dẫn phía phụ tải 110 KV :

$$F = \frac{I_{btmax}}{J_{kt}} = \frac{167,3}{1,1} = 152,1(mm^2)$$

Ta tra bảng chọn được tiết diện của lõi thép AC-185(Tra bảng phụ lục tài liệu[2])

$$S = 185 (mm^2)$$

$$I_{cp} = 530(A) \text{ (vùng mát ngoài trời)}$$

Kiểm tra phát nóng

Chọn tiết diện dây tiêu chuẩn, với nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường lúc chế tạo là 25°C

Và nhiệt độ môi trường xung quanh thực tế là 40°C ,hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ  $k = 0.81$

$$I_{cp} = 530 \cdot 0,81 = 429,3(A) > I_{btmax} = 152,1 (A)$$

Vậy dây dẫn mã hiệu AC-185 thỏa mãn điều kiện

#### 3.2.1.2. Chọn dây dẫn phía 22kV

##### a. Chọn dây dẫn từ phía thứ cấp MBA đến thanh cái 22kV

Do phía 22 kV có 2 đường dây ra từ 2 máy biến áp cung cấp cho phụ tải và công suất của phụ tải là 51 ( MW ). Do vậy công suất của mỗi lộ ra là 25,5(MW):

Nên ta có dòng chạy trong dây dẫn :

$$I_{btmax} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{25,5 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 836,5(A)$$

Giả thiết Tmax = 5000 giờ , nên ta chọn  $J_{kt} = 1,1 \text{ A/mm}^2$

Vậy tiết diện dây dẫn phía phụ tải 22 (kV) :

$$F = \frac{I_{btmax}}{J_{kt}} = \frac{836,5}{1,1} = 760,5(mm^2)$$

Tra bảng ta chọn được tiết diện dây nhôm lõi thép AC-1000(Tra bảng phụ lục tài liệu[2]).

$$S = 1000 (mm^2)$$

$$I_{cp} = 1194 (A)$$

Chọn tiết diện dây tiêu chuẩn, với nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường lúc chế tạo là 25°C.

Và nhiệt độ môi trường xung quanh thực tế là 40°C ,hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ  $k = 0.81$ .

$$I_{cp} = 1194 \cdot 0,81 = 967,1 \text{ A} > I_{btmax} = 760,5 (A)$$

⇒ Vậy dây dẫn AC-1000 thỏa mãn điều kiện

### **b. Chọn dây dẫn cho các lộ ra của phụ tải 22 kV:**

Do phía 22 KV có 7 lộ ra cung cấp cho phụ tải của khu công nghiệp. công suất của phụ tải là 51 ( MW ). Do vậy công suất của mỗi lộ ra là: 7,29 ( MW ):

Nên ta có dòng chạy trong dây dẫn là:

$$I_{btmax} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{7,29 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 239,1 (A)$$

Giả thiết Tmax = 5000 giờ , nên ta chọn  $J_{kt} = 1.1 (A/mm^2)$

Vậy tiết diện dây dẫn phía phụ tải 22(kV) :

$$F = \frac{I_{btmax}}{J_{kt}} = \frac{239,1}{1,1} = 217,4 \text{ ( mm}^2\text{)}$$

Tra bảng ta chọn được tiết diện dây nhôm lõi thép AC –240(Tra bảng phụ lục tài liệu[2]).

$$S = 240 \text{ ( mm}^2\text{)}$$

$$I_{cp} = 498 \text{ ( A )}$$

Chọn tiết diện dây tiêu chuẩn , với nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường lúc chế tạo là 25°C.

Và nhiệt độ môi trường xung quanh thực tế là 40°C ,hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ k= 0.81

$$I_{cp} = 498 \cdot 0,81 = 403,4 \text{ A} > I_{btmax} = 217,4 \text{ ( A )}$$

=> Tiết diện dây dẫn AC -240 thỏa mãn điều kiện

### 3.2.2. Chọn thanh dẫn, thanh góp mềm cho trạm biến áp:

#### 3.2.2.1. Công suất tiêu thụ trên thanh cái 110 kV

$$P = 51 \text{ ( MW )}; \cos\varphi = 0,8$$

- Dòng định mức qua thanh cái:

$$I_{btmax} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{51 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 334,6 \text{ ( A)}$$

- Dòng ngắn mạch tính toán:

$$I_{N1} = 2,55 \text{ ( kA )}$$

Dòng xung kích tính toán :

$$I_{xkl} = 6,49 \text{ ( kA )}$$

- Dòng làm việc cưỡng bức:

$$I_{lvcb} = k_{cb} * I_{btmax} = 1,4 \cdot 334,6 = 468,4 \text{ ( A)}$$

- Tra bảng ta chọn được tiết diện dây nhôm lõi thép AC –400 (Tra bảng phụ lục tài liệu[2])

$$S = 400 \text{ ( mm}^2\text{)}$$

$$I_{cp} = 670 \text{ ( A )}$$

- Kiểm tra phát nóng:

Chọn tiết diện dây tiêu chuẩn , với nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường lúc chế tạo là 25°C.

Và nhiệt độ môi trường xung quanh thực tế là 40°C ,hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ k= 0.81.

$$I_{cp}=670.0,8 = 542,7 ( A ) > I_{lvcb}= 468,4 ( A )$$

### 3.2.2.2. Kiểm tra thanh góp phía 22 KV

- Công suất tiêu thụ trên thanh cái 22 kV

$$P = 51 \text{ MW}; \quad \text{Cos}\varphi = 0,8$$

- Dòng định mức qua thanh cái:

$$I_{btmax} = \frac{P}{\sqrt{3}.U.\text{cos}\varphi} = \frac{51.10^6}{\sqrt{3}.22.10^3.0,8} = 1673 (A)$$

- Dòng ngắn mạch tính toán

$$I_{N2} = 8,53 ( A )$$

- Dòng xung kích tính toán

$$I_{xk2} = 21,7 ( \text{kA} )$$

- Dòng làm việc cưỡng bức

$$I_{lvcb} = k_{cb} * I_{btmax} = 1,4. 1673 = 2342 ( A )$$

Tra bảng ta chọn được thanh dẫn đặc bằng đồng có thiết diện tròn AC- Đường kính là 40 mm =>  $S_{\text{thanh dẫn}} = 1256 ( \text{mm}^2 )$  (Tra bảng phụ lục tài liệu[2]).

$$I_{cp} = 2080 ( A )$$

Ta mắc kép 2 thanh vừa chọn đi trên 1 pha là thanh góp cho phía 22 kV.

Suy ra: tiết diện và dòng điện cho phép tăng gấp 2 lần.

$$S_{\text{thanh dẫn}} = 1256 * 2 = 2512 ( \text{mm}^2 )$$

$$I_{cp} = 2 * 2080 = 4160 ( A )$$

- Kiểm tra phát nóng:

Chọn tiết diện dây tiêu chuẩn, với nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường lúc chế tạo là 25°C.

Và nhiệt độ môi trường xung quanh thực tế là 40°C ,hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ k= 0.81.

$$I_{cp} = 4160 * 0.81 = 3369.6 \text{ (A )} > I_{lvcb} = 2342 \text{ (A)}$$

### 3.2.3. Lựa chọn dao cách ly

Nhiệm vụ chủ yếu của dao cách ly là tạo ra một khoảng hở cách điện trông thấy được giữa bộ phận đang mang điện và bộ phận cách điện, nhằm đảm bảo an toàn và tạo cho nhân viên sửa chữa thiết bị an tâm khi làm việc. Do đó ở những nơi cần sửa chữa luôn đặt thêm dao cách ly ngoài các thiết bị đóng cắt, dao cách ly không có bộ phận dập hồ quang nên không thể cắt dòng điện lớn. vì vậy dao cách ly chỉ dùng để đóng cắt khi không có dòng.

#### 3.2.3.1. Điều kiện chọn dao cách ly:

- Điện áp:  $U_{dmCL} \geq U_{HT}$
- Dòng điện:  $I_{dmCL} \geq I_{lvcb}$
- Ổn định nhiệt:  $I_{nh}^2 * t_{nh} \geq B_N$
- Ổn định lực điện động:  $i_{idd} \geq i_{xk}$

#### a. Chọn dao cách ly cấp điện áp 110 KV

$$U_{HT} = 110 \text{ ( kV )}$$

- Dòng ngắn mạch tính toán:

$$I_{N1} = 2,55 \text{ ( kA )}$$

- Dòng xung kích tính toán:

$$I_{xkl} = 6,49 \text{ ( kA)}$$

**Bảng 3.1:** Bảng tóm tắt số liệu dao cách ly được chọn ở điện áp 110 ( kV )

Thông số tính toán	Thông số dao cách ly
$U_{HT} = 110 \text{ kV}$	$U_{dm} = 110 \text{ kV}$
$I_{XK} = 6,49 \text{ kA}$	$I_{idd} = 80 \text{ kA}$
$I_N = 2,55 \text{ kA}$	$I_{dm} = 1000 \text{ A}$



### **b. Chọn dao cách ly cho cấp điện áp 22 KV :**

Dao cách ly ở phần hạ áp 22 kV đã được tính toán và lắp đặt kèm theo tủ hợp bộ trong lộ tổng. Do đó trong thiết kế này ta không cần phải chọn dao cách ly ở cấp điện áp 22 kV.

#### **3.2.4. Chọn sứ cách điện**

Giả sử trạm được xây dựng ở nơi có mức ô nhiễm trung bình, suy ra khoảng cách rò điện  $R_o = 20$  (mm/kV).

Số lượng bát sứ trên 1 chuỗi sứ treo là 9 bát sứ

Chiều dài đường rò :  $H_o = 20 \times 110 = 2200$  ( mm )

- Chọn sứ treo có các thông số sau:

Điện áp làm việc max : 123 kV

Chiều cao mỗi bát sứ : 170mm

Đường kính mỗi bát sứ: 320mm

Khoảng cách phóng điện bề mặt : 261mm

Điện áp chịu xung sét : 550kV

Suy ra  $H_{sứ} = 9 \times 261 = 2349 \text{mm} > H_o = 2200 \text{mm}$

Vậy sứ đã chọn thỏa điều kiện kỹ thuật

#### **3.2.4.1. Chọn sứ đỡ cho cấp điện áp 110 KV:**

- Lực điện động tác động lên thanh dẫn khi ngắn mạch

$$F_{tt} = \sqrt{3} * 10^{-7} \frac{L}{a} * I_{xk}^2$$

Trong đó : L - Khoảng cách giữa 2 sứ đỡ và L=600cm

A - Khoảng cách giữa các pha và A=300cm

$I_{xk}$  - Dòng xung kích trên thanh dẫn 110 KV:  $I_{xk} = 6,49$

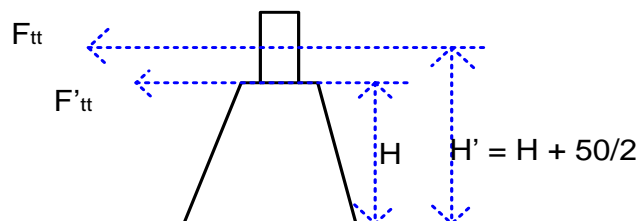
(kA)

$$\Rightarrow F_{tt} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{600}{300} \cdot (6,49 \cdot 10^3)^2 = 14,6 \text{ (kg/cm)}$$

$$0,0146 \text{ ( kN/cm )}$$

- Lực điện động tác động lên đầu sứ khi ngắn mạch:

$$F'_{tt} = F_{tt} \cdot (H/H')$$



**Hình 3.1:** Tính toán sứ đỡ phía 110kV

Chọn các sứ đỡ **C-450I YXA-T1** có các thông số sau:

Điện áp định mức sứ : 110 kV

Chiều cao của sứ: 1020 mm

Lực phá hoại cho phép :  $F_{ph} = 4 \text{ kN}$

Điện áp thử nghiệm:  $U_{tn} = 550 \text{ kV}$

Điện áp:  $U_{dm \text{ sứ}} = 110 \text{ kV} = U_{lưới} = 10.5 \text{ (kV)}$

Ổn định động :

$$F'_{tt} = F_{tt} \cdot (H'/H) = 0,0146 \cdot \frac{1020 + \frac{50}{2}}{1020} = 0,015 < F_{cp} = F_{ph} \cdot 0,6 = 4 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ (kN)}$$

### 3.2.4.2. Chọn sứ đỡ cho phía 22 kV

Lực điện động tác động lên thanh dẫn khi ngắn mạch

$$F_{tt} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{L}{a} \cdot I_{xk}^2$$

Trong đó : L - Khoảng cách giữa 2 sứ đỡ và  $L = 600 \text{ cm}$

A - Khoảng cách giữa các pha và  $A = 150 \text{ cm}$

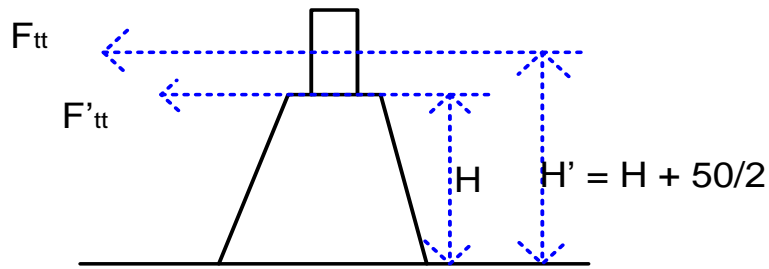
$I_{xk}$  - Dòng xung kích trên thanh dẫn 22KV là  $I_{xk} = 21,7 \text{ kA}$

Suy ra

$$F_{tt} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{600}{150} \cdot (21,7 \cdot 10^3)^2 = 326,2 \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}} \right) = 0,326 \text{ (kN/mm)}$$

Lực điện động tác động lên đầu sứ khi ngắn mạch

$$F'_{tt} = F_{tt} \cdot (H/H')$$



**Hình 3.2:** Tính toán sứ đỡ phía 22KV

Trong đó :  $H'$  : Chiều cao từ đáy sứ đến tâm thanh dẫn ,

$$H' = H + r = H + 50/2$$

$H$  : Chiều cao của sứ

Chọn các sứ đỡ có các thông số: **N-170-YXΔ3**

Điện áp định mức sứ : 30 kV

Chiều cao của sứ: 300 mm

Lực phá hoại cho phép :  $F_{ph} = 4 \text{ kN}$

Điện áp:

$$U_{dm \text{ sứ}} = 30 \text{ KV} > U_{luoi} = 22 \text{ kV}$$

Ổn định động :

$$F'_{tt} = F_{tt} \cdot (H'/H) = 0,179 \cdot \frac{300 + \frac{50}{2}}{300} = 0,194 \text{ kN} < F_{cp} = 0,6 \cdot F_{ph} = 0,6 \cdot 4 =$$

2,4( kN )

Vậy sứ đã chọn thoả điều kiện kỹ thuật.

### 3.2.5. Lựa chọn máy biến dòng (BI):

Máy biến dòng điện có nhiệm vụ biến đổi điện từ 1 chỉ số lớn xuống chỉ số nhỏ để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ relay và tự động hóa, thường dòng điện mức thứ cấp của máy biến dòng điện là 5 A (trường hợp đặc biệt có thể là 1A hay 10 A) dù dòng điện định mức có bằng bao nhiêu đi nữa.

Cuộn dây sơ cấp của máy biến dòng được mắc nối tiếp với mạng điện và số vòng dây rất nhỏ.

Phụ tải thứ cấp của BI rất nhỏ, có thể xem máy biến dòng luôn luôn làm việc trong tình trạng ngắn mạch. Để đảm bảo an toàn cho người vận hành cuộn thứ cấp của BI phải được nối đất.

### 3.2.5.1. Chọn BI phía 110 kV

**Bảng 3.2:** Các phụ tải phía thứ cấp BI

Loại đồng hồ	Phụ tải (VA)		
	Pha A	Pha B	Pha C
Ampe kế	1	1	1
Oát kế tác dụng	5		5
Oát kế phản kháng	5		5
Oát kế tự ghi	10		10
Công tơ hữu công	2,5		2,5
Công tơ vô công	2,5	5	2,5
<b>Tổng</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>26</b>

Đặt BI trên 3 pha , đấu hình sao

Chọn BI có :  $U_{dm} = 110 \text{ KV} \geq U_{HT} = 110 \text{ kV}$

$$I_{dm} = 800 \text{ A} \geq I_{cb} = 520 \text{ ( A)}$$

Vì công tơ có cấp chính xác 0,5 nên ta chọn BI có cấp chính xác 0,5, do đó

$$Z_{dmBI} = 1,2\Omega$$

Tổng trở pha của phụ tải max có  $S_{max} = 26 \text{ ( VA)}$

$$Z_{dc} = S_{max}/I_{dm}^2 = 26/5^2 = 1,04 \text{ ( } \Omega \text{ )}$$

Giả sử chiều dài từ BI đến dụng cụ đo  $l = 100\text{m} = 1 \text{ tt}$

Tiết diện yêu cầu của dây dẫn

$$F \geq \rho_{ltt}/(Z_{dm} - Z_{dc}) = 0,0175 \times 100 / (1,2 - 1,04) = 10,94 \text{ ( mm}^2 \text{ )}$$

Chọn dây đồng có tiết diện  $16 \text{ mm}^2$

Vậy chọn BI loại **TΦ3M110B-1**

**Bảng 3.3:** Kiểm tra điều kiện làm việc của BI

Thông số BI <b>TΦ3M110B-1</b>	So sánh	Thông số tính toán
$U_{dmBI} = 110 \text{ (kV)}$	=	$U_{HT} = 110 \text{ (kV)}$
$I_{SCdm} = 0.8 \text{ (kA)}$	>	$I_{lvcbl} = 0.52 \text{ (kA)}$
$\sqrt{2}I_{dm} = \sqrt{2} \cdot 84 = 118,8 \text{ (kA)}$	>	$I_{xk1} = 6,49 \text{ (kA)}$
$I_{nh}^2 \cdot t_{nh} = 28.5 = 3920 \text{ (KA}^2 \cdot \text{sec)}$	>	$B_{n1} = 747.2 \text{ (KA}^2 \cdot \text{sec)}$

Vậy biến dòng đã chọn ở trên thỏa mãn các điều kiện làm việc

### **3.2.5.2. Chọn BI phía 22 kV:**

BI ở phân hạ áp 22 KV đã được tính toán và lắp đặt kèm theo tủ hợp bộ trong lộ tổng. do đó trong thiết kế này ta không cần phải chọn BI ở cấp điện áp 22 kV.

### **3.2.6. Lựa chọn máy biến điện áp (BU)**

Máy biến điện áp ( BU ) có nhiệm vụ biến đổi điện áp từ trị số cao xuống trị số thấp phục vụ cho đo lường, bảo vệ relay và tự động hóa. Điện áp thứ cấp của BU là 100 V hay  $100\sqrt{3}$  (V) không kể điện áp định mức sơ cấp là bao nhiêu. Như vậy các dụng cụ thứ cấp được tách khỏi mạch điện cao áp nên rất an toàn cho người, cũng vì an toàn nên một trong những đầu ra của cuộn dây thứ cấp phải được nối đất. Các dụng cụ phía thứ cấp của BU có điện trở rất lớn nên có thể coi BU làm việc ở chế độ không tải.

Tổ đấu dây và loại biến điện áp: Dùng 3 biến điện áp 1 pha, đấu dây theo kiểu sao - sao - tam giác hở.

### 3.2.6.1. Chọn BU phía 110 kV:

**Bảng 3.4:** Các phụ tải phía BU

Loại đồng hồ	Phụ tải AB		Phụ tải BC	
	W	VAR	W	VAR
Vôn kế	7,2			
Oát kế	1,8		1,8	
Oát kế phản kháng	1,8		1,8	
Oát kế tự ghi	8,3		8,3	
Tần số kế			6,5	
Công tơ hữu công	0,66	1,62	0,66	1,62
Công tơ vô công	0,66	1,62	0,66	1,62
Tổng	20,4	3,24	19,72	3,24

Chọn BU mã số HKΦ - 110 - 57 có các thông số sau

**Bảng 3.5:** Các thông số của BU mã số HKΦ - 110 - 57

Điện áp định mức cuộn sơ cấp (kV)	$66000/\sqrt{3}$
Điện áp định mức cuộn thứ cấp (V)	$100/\sqrt{3}$
Cấp chính xác	0,5
Công suất định mức (VA)	400

Dụng cụ đo bên thứ cấp là công tơ nên ta dùng 2 BU một pha

Các phụ tải phân bố đều cho 2 BU

Phụ tải biến điện áp AB và BC :

$$S_{AB} = \sqrt{20,4^2 + 3,24^2} = 20,7(VA)$$

$$S_{BC} = \sqrt{19,72^2 + 3,24^2} = 19,98(VA)$$

$$S_1 = S_{AB} + S_{BC} = 40,78(VA)$$

$$\text{Vậy : } S_1 = 40,78(VA) < S_{dmBU} = 400(VA)$$

Chọn dây dẫn bằng Cu nối từ BU với dụng cụ đo có tiết diện  $S = 4\text{mm}^2$ , chiều dài  $l = 50\text{m}$ ;  $\rho = 0,0175 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

$$r_{dd} = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{0,0175 \times 50}{4} = 0,22(\Omega)$$

Tính sụt áp trên đường dây

$$\Delta U = \frac{r_{dd} \cdot S_{dmBU}}{\sqrt{3}U} = \frac{0,22 \times 400}{\sqrt{3} \times 110 \times 10^3} = 4,6 \cdot 10^{-4} (V)$$

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_{dmTC}} = \frac{4,6 \cdot 10^{-4} \times 100}{100 / \sqrt{3}} = 0,0008\% < \Delta U_{cp} = 0,5\%$$

Vậy loại BU đã chọn thoã các điều kiện kỹ thuật.

### 3.2.6.2. Chọn BU phía 22 kV:

BU ở phần hạ áp 22 kV đã được tính toán và lắp đặt kèm theo tủ hợp bộ trong lộ tổng. do đó trong thiết kế này ta không cần phải chọn BU ở cấp điện áp 22 KV.

### 3.2.7. Lựa chọn chống sét van (LA):

Trạm biến áp được thiết kế bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào trạm với độ an toàn rất cao bằng hệ thống cột thu sét độc lập. Ngoài ra trạm còn phải được bảo vệ chống sét quá điện áp do sét truyền qua đường dây vào trạm. Vì các đường dây trên không, dù có được bảo vệ chống sét hay không thì các thiết bị điện nối với chúng đều phải chịu tác dụng của sét truyền từ đường dây đến. Biên độ của điện áp khí quyển có thể lớn hơn điện áp cách điện của thiết bị, dây dẫn, dẫn đến chọc thủng cách điện, phá hỏng thiết bị và mạch điện bị cắt ra. Do vậy để bảo vệ các thiết bị trong trạm, ta phải dung các thiết bị chống sét. Các thiết bị chống sét này sẽ hạ thấp biên độ song quá điện áp đến trị số an toàn cho cách điện cần được bảo vệ. Biện pháp hủ yếu là dung chống sét van đặt tại đầu đường dây.

### Tiêu chuẩn lựa chọn chống sét van:

Theo IEC chống sét van được đặc trưng bởi các thông số

- Dòng danh định: 110 kA
- Tiêu chuẩn IEC chọn cấp 3 là cấp có khả năng hấp thu xung đơn:

$$3.4 \div 4.5 \text{ kJ/kV}$$

$$\text{Điện áp chịu đựng liên tục: } U_c \geq \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}} = \frac{K_m U_s}{\sqrt{3}}$$

Điện áp định mức chống sét:

Được chọn lớn hơn quá điện áp do ngắn mạch 1 pha gây ra vì đối với cấp điện áp 110 KV trở xuống, các quá điện áp không đáng kể

$$U_r \geq \frac{K_e \cdot U_{\max}}{\sqrt{3}}$$

Trong đó:

$K_m$ : Hệ số cực đại

$U_s$ : Điện áp danh định hệ thống

$K_e$ : Hệ số nổi đất ( $K_e = 1.4$ )

$U_{\max}$ : Điện áp lớn nhất lúc bình thường

### 3.2.7.1. Chọn chống sét van cho cấp điện áp 110 kV:

$$K_m = 5\%$$

$$U_{\max} = 115.5 \text{ (kV)}$$

$$U_s = 110 \text{ (kV)}$$

$$\Rightarrow U_c \geq \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}} = \frac{115.5}{\sqrt{3}} = 66.7 \text{ (kV)}$$

$$U_r \geq \frac{K_e \cdot U_{\max}}{\sqrt{3}} = \frac{1.4 \cdot 115.5}{\sqrt{3}} = 93.4 \text{ (kV)}$$

- Thông số kỹ thuật chống sét van 110 kV



- Hãng: ABB
- Loại: ZnO, 1 pha ngoài trời
- Điện áp hệ thống: 110 kV
- Điện áp định mức: 110 kV
- Tần số định mức: 50 Hz
- Dòng xả định mức: 10 kA
- Điện áp dư với dòng sét( 8/ 20 ms): < 280 kV
- Cấp an toàn : 20 kV
- Cấp xả sét: 3
- Khoảng cách rò: 25 mm/ kV
- Nối đất trực tiếp chống sét.

### 3.2.7.2. Chọn chống sét van cho cấp điện áp 22 kV:

Chống sét ở phân hạ áp 22 kV đã được tính toán và lắp đặt kèm theo tủ hợp bộ trong lộ tổng. Do đó trong thiết kế này ta không cần phải chọn chống sét ở cấp điện áp 22 kV.

### 3.2.8. Lựa chọn tụ bù:

Việc tính toán bù công suất phản kháng cho lưới điện trung thế 22 kV đòi hỏi phải có nhiều thông số của lưới điện trung thế như: Vị trí lắp đặt các tụ bù lên đường dây, chế độ làm việc của lưới ..., việc tính toán bù công suất phản kháng tại trạm với giả thiết việc đặt tụ ở đường dây chưa đạt được số  $\cos \varphi$  theo yêu cầu. Do vậy phải bù thêm 1 dung lượng để nâng số  $\cos \varphi$  đến mức 0.95.

Ta có: 
$$Q_{\text{bù}} = P_{\text{max}} \cdot (\text{tg}\varphi_{\text{trước bù}} - \text{tg}\varphi_{\text{saubù}})$$

$$= P_{\text{max}} \cdot (\text{tg}\varphi - \text{tg}\varphi_{\text{chọn}})$$

Với:

$$\cos \varphi_{\text{trước bù}} = 0.8 \quad \Rightarrow \quad \text{tg}\varphi = 0.75$$

$$P_{\max} = 51 \text{ (MW)}$$

$$Q_{\max} = 38,25 \text{ (Mvar)}$$

$$S_{\max} = 63,75 \text{ (MVA)}$$

- Chọn hệ số  $\cos \varphi_{\text{sau bù}} = 0.95$

Công suất phản kháng bù:

$$\begin{aligned} Q_{\text{bù}} &= P_{\max} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_{\text{trước bù}} - \operatorname{tg} \varphi_{\text{sau bù}}) \\ &= 51 \cdot (0.75 - 0.3287) = 21,49 \text{ (Mvar)} \end{aligned}$$

### 3.2.8.1. Chọn thiết bị bù:

Tụ bù thường sản xuất có công suất 100 (KVar), 200(KVar), 300(KVar) do đó ta chọn công suất của bộ tụ bù là 4 (MVar), vậy mỗi pha là 1.33 (MVar). Trong thiết kế ta chọn tụ loại 300 (KVar).  $\Rightarrow$  số tụ chọn là:  $n =$

$$\frac{Q_{\text{bù}}}{Q_{\text{tụ}}} = \frac{21,49 \cdot 10^3}{300} = 71,63 \text{ tụ}$$

Chọn  $n=72$  vậy mỗi tụ được ghép trên mỗi pha là  $\frac{n}{3} = \frac{72}{3} = 24 \text{ tụ}$

Ta chọn máy bù gồm 3 tụ ghép lại với nhau với tụ đầu kiểu hình sao. Ưu điểm là giá thành hạ do cách điện của tụ chịu điện áp pha ( $22/\sqrt{3}$  kV). Còn nếu chọn cách điện nối theo kiểu tam giác thì giá thành cao do cách điện phải chịu điện áp dây (22 kV), nhưng công suất tăng gấp 3 lần.

So sánh kinh tế ta chọn kiểu nối tụ hình sao vì giá tiền thu được từ việc có lợi công suất bù không bằng việc phải mua tụ ở cấp điện áp cao hơn.

### 3.2.8.2. Kiểm tra lại tụ bù:

Sau khi chọn máy bù công suất phản kháng được bù là:

$$Q_{\text{bù}} = 3 \cdot 24 \cdot 300 = 21,6 \text{ (Mvar)}$$

Vậy sau khi bù, công suất phản kháng của trạm là:

$$Q_{\text{sau bù}} = Q - Q_{\text{bù}} = 38,25 - 24,6 = 13,65 \text{ (Mvar)}$$

Công suất biểu kiến của trạm của trạm sau khi bù là:

$$S_{max} = \sqrt{P_{max}^2 + Q_{saubu}^2} = \sqrt{51^2 + 13,65^2} = 52,8 \text{ (MVA)}$$

Hệ số công suất sau khi đặt tụ bù là:

$$Tg\varphi_{saubu} = \frac{Q_{saubu}}{P} = \frac{13,65}{51} = 0,966$$

Như vậy chọn máy có  $Q_{bù} = 29.7$  là hoàn toàn hợp lí vì hệ số công suất của trạm đã được nâng lên là  $\approx 0.95$

## Chương 4.

### THIẾT KẾ CHỐNG SÉT CHO TRẠM

#### 4.1. BẢO VỆ CHỐNG SÉT ĐÁNH TRỰC TIẾP CHO TRẠM BIẾN ÁP

##### 4.1.1. Chọn phương án bố trí hệ thống thu sét( HTTS)

Để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho trạm ngoài trời có thể dùng các cột thu sét hoặc các cột thu sét (DTS). Đối với các vùng lãnh thổ có điều kiện thời tiết khắc nghiệt ( nhiều dông bão) như nước ta thì nên dùng các cột thu sét (CTS).

##### 4.1.1.1. Về mặt kĩ thuật:

Phạm vi bảo vệ phải kín toàn bộ các trang thiết bị điện và bộ phận mang điện của trạm, có nghĩa là loại trừ hoặc giảm nhỏ xác suất sét đánh trực tiếp vào các trang thiết bị điện và bộ phận mang điện của trạm. Hệ thống nối đất chống sét (cũng như các khoảng cách trong không khí và trong đất từ các phần tử của cột đến các bộ phận mang điện, đến các trang thiết bị điện và hệ thống nối đất an toàn của trạm trong trường hợp hệ thống thu sét đặt độc lập) phải được thiết kế và tính toán sao cho không xảy ra phóng điện ngược trên cách điện ngược của trạm.

Chân của các kết cấu có đặt cột thu sét phải được nối theo đường ngắn nhất vào hệ thống nối đất của trạm tại giao điểm của thanh cân bằng bằng thế và tản dòng sét bằng cách nối đất bổ sung.

Trong điều kiện trước tiên thỏa mãn tuyệt đối các yêu cầu kĩ thuật, phương án được lựa chọn phải có chi phí đầu tư xây dựng hệ thống thu sét bé nhất (ít tốn kém, vật tư sắt thép, dễ thi công lắp đặt, ít tốn công sức...) Trong điều kiện kĩ thuật cho phép, cần cố gắng tận dụng kết cấu công trình của trạm

để đặt hệ thống thu sét (như mái nhà máy, ống khói, xà đỡ dây, cột đèn pha chiếu sáng...)

#### **4.1.1.2. Các mắt khác:**

Hệ thống thu sét được xây dựng không gây trở ngại cho sự vận hành bình thường của trạm, cho sự giao thông của xe cộ và người trong trạm (ví dụ: không đặt cột thu sét trên hầm cáp, trên đường ray, đường ô tô...) đồng thời chú ý đến tính mỹ quan của công trình (ví dụ: không lộn xộn, không lộ nhô, quá nhiều độ cao...).

Đối với khu vực trạm thuộc cấp điện áp 110KV trở lên lưới trung tính trực tiếp nối đất. Với cấp điện áp này, mức cách điện xung khá cao và trị số điện trở tản ổn định của hệ thống tương đối bé, nên có thể tận dụng kết cấu công trình của trạm để đặt hệ thống thu sét. Đối với kim thu sét được đặt ngang trên trụ xà (không được đặt gần giữa xà), độ cao biến dạng của dây chống sét không nên vượt quá 50% chiều cao xà để khỏi gia cố và đảm bảo mỹ quan công trình.

Để tăng độ an toàn cho trạm biến áp, các thiết bị quan trọng và đất dẫn của trạm, nên tránh đặt dây thu sét ngay trên xà đỡ của máy biến áp, đồng thời các điểm nối đất của các dây xà phải đặt cách xa điểm nối đất trung tính và vỏ máy biến áp trên 15 (m) theo mạch thanh dẫn trong đất.

#### **4.1.1.3. Chọn phương án bố trí hệ thống thu sét:**

Để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho trạm biến áp 110kV ngoài trời đối với phương án này dùng các cột thu sét có phối hợp với các dây thu sét của các đường dây nối đến trạm.

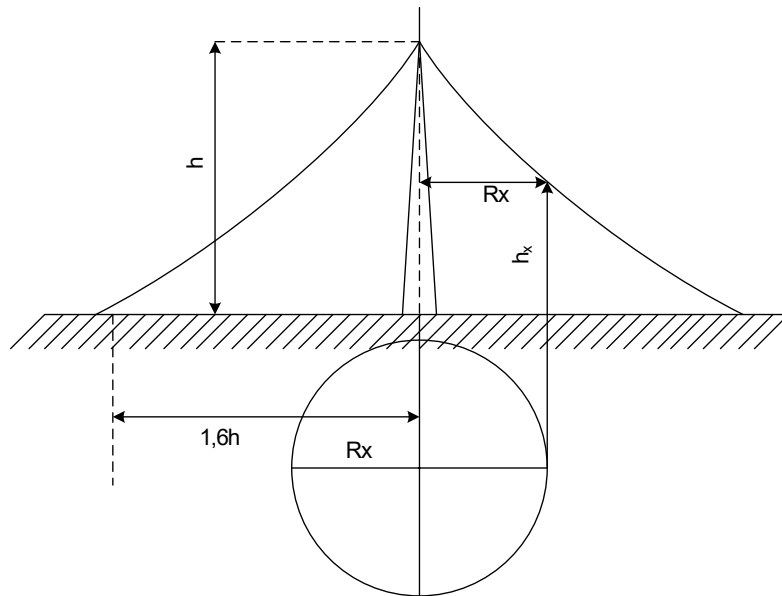
Căn cứ trên cơ sở các bản vẽ mặt bằng, mặt cắt của trạm xác định phạm vi và độ cao cần bảo vệ. Dự kiến phương án bố trí hệ thống thu sét hợp lý và phù hợp với đặc điểm của trạm phải thoả mãn các yêu cầu về mặt kỹ thuật, kinh tế

của Qui phạm bảo vệ chống sét cho trang thiết bị điện do ngành điện lực và nhà nước ban hành.

#### 4.1.1.4. Xác định phạm vi bảo vệ cột thu sét:

##### a. Vùng bảo vệ của một cột thu sét:

- Phạm vi bảo vệ của cột thu sét là một hình chóp tròn xoay có đường sinh dạng hyperbol.



**Hình 4.1:** Phạm vi bảo vệ của một cột thu sét

- Bán kính bảo vệ của cột được xác định theo công thức thực nghiệm sau:

Áp dụng tài liệu[3]

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

- Trên thực tế, để đơn giản người ta sử dụng công thức sau:

$$\begin{aligned} \text{Nếu: } h_x \leq \frac{2}{3}h \text{ thì} \quad & r_x = 1,5h.p(1 - \frac{h_x}{0,8h}) \\ & r_x = (1,5h - 1,875h_x)p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nếu: } h_x > \frac{2}{3}h \text{ thì} \quad & r_x = 0,75h.p(1 - \frac{h_x}{h}) \\ & r_x = (0,75h - 0,75h_x)p \end{aligned}$$

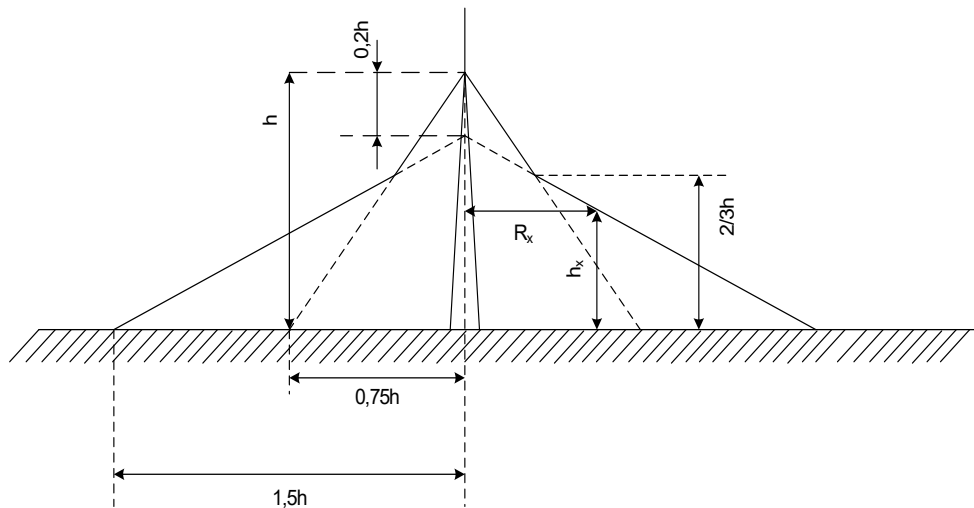
Trong đó:  $h$  : Độ cao của cột thu sét.

$h_x$  : Độ cao của vật cần bảo vệ.

$r_x$  : Bán kính được bảo vệ bởi cột tương ứng với  $h_x$ .

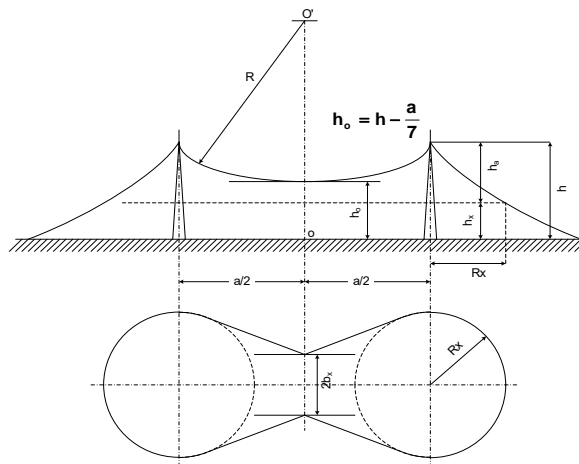
$$p = 1 \text{ Khi } h \leq 30(m), \quad p = \frac{5,5}{\sqrt{h}} \text{ Khi } 30m < h \leq 60m$$

- Độ cao vượt lên trên vật được bảo vệ của một cột thu sét  $h_a = h - h_x$  gọi là độ cao hiệu dụng của cột thu sét.
- Trong thiết kế để đơn giản người ta thường thay thế đường sinh dạng hyperbol giới hạn khu vực bảo vệ bởi hai đoạn thẳng (hình vẽ).



**Hình 4.2:** Phạm vi bảo vệ của một cột thu sét( xác định đơn giản)

**b. Vùng bảo vệ của hai cột thu sét có độ cao bằng nhau:**



**Hình 4.3:** Phạm vi bảo vệ của 2 cột thu sét cùng chiều cao

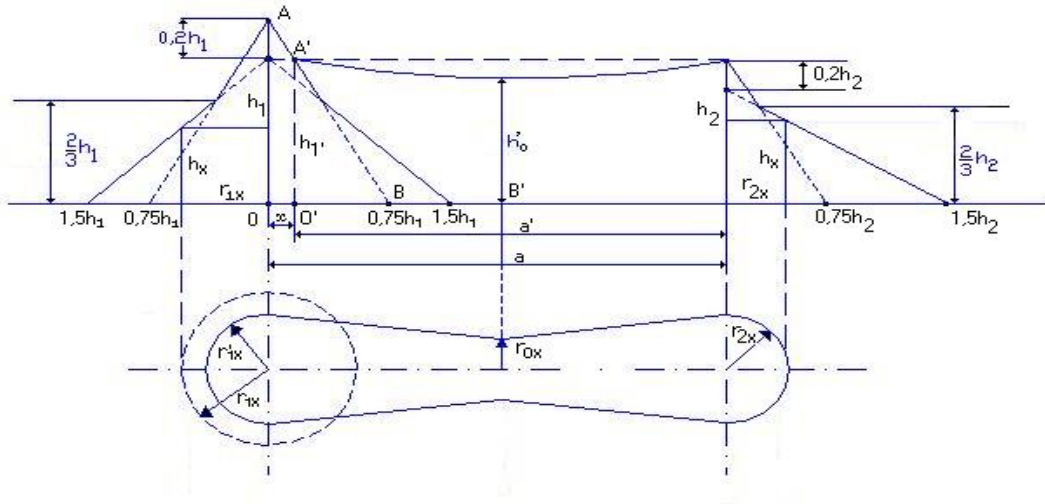
Trong đó:  $h_0 = h - \frac{a}{7}, a < 7h$

**c . Phạm vi bảo vệ của hai cột thu sét có độ cao khác nhau :**

Giả sử cột  $h_1 > h_2$

Phạm vi bảo vệ ở phía ngoài hai cột thu sét giống như trường hợp từng cột riêng lẻ.

Phạm vi bảo vệ giữa hai cột được xác định bằng cách qua đỉnh cột thấp ( $h_2$ ), vẽ một đường thẳng ngang, nó cắt đường sinh phạm vi bảo vệ của cột  $h_1$  ở một điểm, điểm này được xem như đỉnh của một cột thu sét giả tưởng  $h_1' = h_2$  và khu vực bảo vệ giữa cột thấp  $h_2$  và  $h_1'$  cách nhau một khoảng  $a'$  cũng



**Hình 4.4:** Phạm vi bảo vệ hai cột thu sét khác độ cao

Được xác định như trường hợp hai cột thu sét bằng nhau.

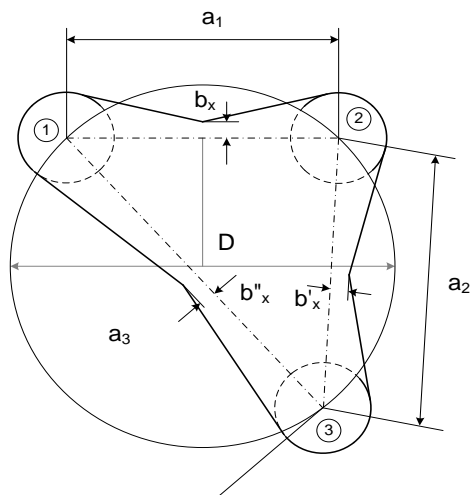
Cũng tương tự ta xác định độ cao  $h_0'$ :

$$h_0' = h_2 - \frac{a'}{7}$$

**d. Vùng bảo vệ của ba cột thu sét:**



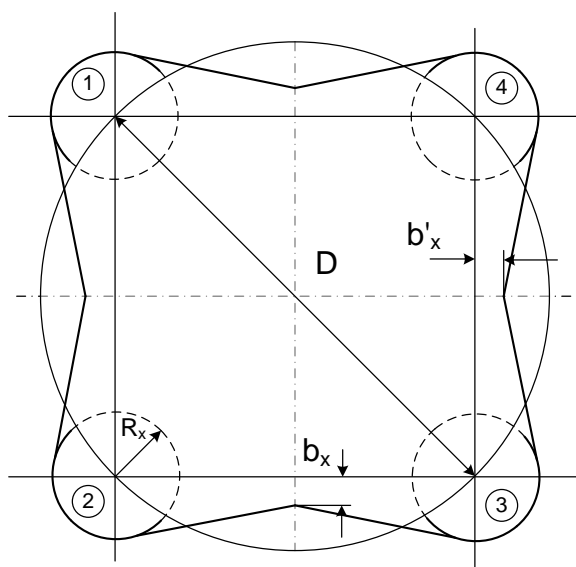
Phạm vi bên trong của tam giác được bảo vệ nếu thỏa  $D \leq 8(h-h_x)p$ , với  $D$  là đường kính đường tròn ngoại tiếp tam giác.



Hình 4.5: Phạm vi bảo vệ ba kim thu sét

**e. Vùng bảo vệ của bốn cột thu sét:**

Phạm vi bên trong của tam giác được bảo vệ nếu thỏa  $D \leq 8(h-h_x)p$ , với  $D$  là đường kính đường tròn ngoại tiếp hình chữ nhật.



Hình 4.6: Phạm vi bảo vệ bốn cột thu sét

**Trong đó :**  $D$  là vòng tròn ngoại tiếp của hình tam giác hay hình chữ nhật qua đỉnh các cột thu sét.

□ Đối với tam giác đường kính D được tính bằng công thức:

$$D = \frac{a.b.c}{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}$$

p: nửa chu vi của tam giác.

$$p = \frac{a+b+c}{2}$$

$$D \geq 8 (h - h_x)$$

#### **4.1.2. Tính toán bảo vệ chống sét cho trạm 110/22kV**

##### **4.1.2.1. Tổng quan về trạm cần bảo vệ:**

Thông số cụ thể của trạm biến áp cần bảo vệ chống sét:

Cấp điện áp: 110 / 22 (kV)

Số đường dây vào trạm: 2

Chiều dài: l = 76 ( m )

Chiều rộng: r = 74 ( m )

Chu vi của trạm: C = 300 ( m )

Diện tích của trạm: S = 5624 ( m<sup>2</sup> )

Cột anten cao 30 m đặt phía trong sân nằm giữa 2 máy biến áp có thể tận dụng làm cột thu sét.

Số lượng máy biến áp: 2 công suất: 51MVA, chiều cao MBA: 6 m

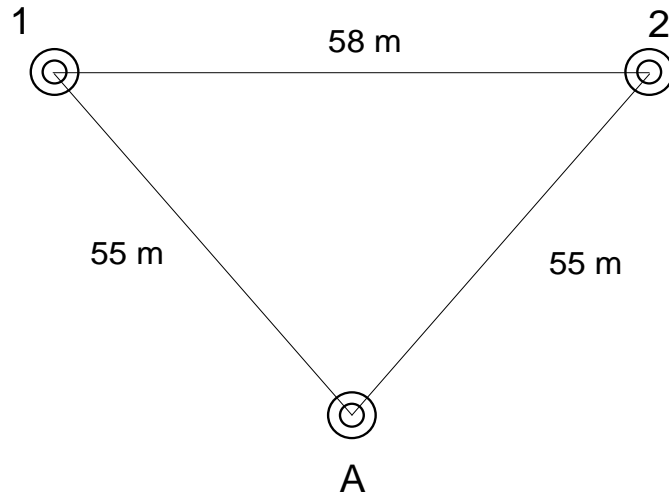
Trụ cổng đường dây 110 kv cao 14 m, xà đỡ sứ treo trụ cổng cao 11m.

Độ cao thanh góp cao 8m, MBA và phòng điều hành, phòng làm việc, hệ thống phân phối trong nhà cao 6 m.

Chiều cao bờ rào: 2.5 (m)

##### **4.1.2.2. Tính toán bảo vệ cho trạm:**

Sơ lược cách bố trí kim thu sét trong trạm:



**Hình 4.7:** Cách bố trí kim thu sét cho trạm

Cột 1, cột 2, đặt trên 2 trụ công của đường dây 110 kV cao 14 m

Cột A là cột anten cao 45 m

Xét tam giác của các cột A 1 2:

Ta có: Nửa chu vi tam giác:  $p = \frac{a+b+c}{2} = 84$

$$D = \frac{a.b.c}{2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}} = 64.729 \text{ ( m )}$$

=> Để bảo vệ các thiết bị ở độ cao  $h_x = 8$  m, thì độ cao của cột thu sét là:

$$D \geq 8 ( h - h_x ) \Rightarrow h \geq 16.09 \text{ ( m )}$$

Để bảo vệ các thiết bị ở độ cao  $h_x = 11$  m, thì độ cao của cột thu sét là:

$$D \geq 8 ( h - h_x ) \Rightarrow h \geq 19.091 \text{ ( m )}$$

Vậy từ kết quả tính toán trên ta chọn kim thu sét có chiều cao 3 m, và gia cố thêm cho trụ đỡ 3m nữa.

Như vậy cột thu sét 1 ,2 có độ cao 20 m, và cột anten cao 45 m.

Kiểm tra lại phạm vi bảo vệ của các kim thu sét vừa chọn

- Phạm vi bảo vệ của 1 cột thu sét:
  - Phạm vi bảo vệ của một cột  $h = 20$  m,  $h_x = 11$  (m):

$$P = 1 \text{ vì } h = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$$

$$\text{Vi: } h_x = 11 \text{ (m)} \leq \frac{2}{3}h = 13.3 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_x = 1,5h \left(1 - \frac{h_x}{0,8h}\right) = 1,5 \cdot 20 \cdot \left(1 - \frac{11}{0,8 \cdot 20}\right) = 9.375 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của một cột  $h = 20 \text{ m}$ ,  $h_x = 8 \text{ (m)}$ :

$$P = 1 \text{ vì } h = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$$

$$\text{Mà } h_x = 8 \text{ (m)} \leq \frac{2}{3}h = 13.3 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_x = 1,5h \left(1 - \frac{h_x}{0,8h}\right) = 1,5 \cdot 20 \cdot \left(1 - \frac{8}{0,8 \cdot 20}\right) = 15 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của một cột  $h = 20 \text{ m}$ ,  $h_x = 6 \text{ (m)}$ :

$$P = 1 \text{ vì } h = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$$

$$\text{Mà } h_x = 6 \text{ (m)} \leq \frac{2}{3}h = 13.3 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_x = 1,5h \left(1 - \frac{h_x}{0,8h}\right) = 1,5 \cdot 20 \cdot \left(1 - \frac{6}{0,8 \cdot 20}\right) = 18.75 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của một cột  $h = 48 \text{ m}$ ,  $h_x = 11 \text{ (m)}$ :

$$\text{Ta có: } h = 48 \text{ (m)} > 30 \text{ (m)} \Rightarrow P = \frac{5.5}{\sqrt{h}} = \frac{5.5}{\sqrt{48}} = 0.79$$

$$\text{Vi: } h_x = 11 \text{ (m)} \leq \frac{2}{3}h = 32 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_x = 1,5h \cdot p \cdot \left(1 - \frac{h_x}{0,8h}\right) = 1,5 \cdot 48 \cdot 0,79 \cdot \left(1 - \frac{11}{0,8 \cdot 48}\right) = 40.59 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của một cột  $h = 48 \text{ m}$ ,  $h_x = 8 \text{ (m)}$ :

$$\text{Ta có: } h = 48 \text{ (m)} > 30 \text{ (m)} \Rightarrow P = \frac{5.5}{\sqrt{h}} = \frac{5.5}{\sqrt{48}} = 0.79$$

$$\text{Vi: } h_x = 8 \text{ (m)} \leq \frac{2}{3}h = 32 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_x = 1,5h \cdot p \cdot \left(1 - \frac{h_x}{0,8h}\right) = 1,5 \cdot 48 \cdot 0,79 \cdot \left(1 - \frac{8}{0,8 \cdot 48}\right) = 45,03 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của một cột  $h = 48 \text{ m}$ ,  $h_x = 6 \text{ (m)}$ :

$$\text{Ta có: } h = 48 \text{ (m)} > 30 \text{ (m)} \Rightarrow P = \frac{5.5}{\sqrt{h}} = \frac{5.5}{\sqrt{48}} = 0.79$$

$$\text{Vì: } h_x = 6 \text{ (m)} \leq \frac{2}{3}h = 32 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_x = 1,5h.p.(1 - \frac{h_x}{0,8h}) = 1,5.48.0,79.(1 - \frac{6}{0,8.48}) = 47,99 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của 2 cột thu sét có cùng độ cao:

- Phạm vi bảo vệ của cột 1 và 2 với:  $h = 20 \text{ m}$ ,  $h_x = 11 \text{ (m)}$ ,  $a = 58 \text{ (m)}$ :

$$P = 1 \text{ vì } h = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$$

$$h_0 = h - \frac{a}{7} = 20 - \frac{58}{7} = 11,7 \text{ (m)} > 11 \text{ (m)} \quad (\text{thỏa mãn})$$

$$\text{Vì: } h_x = 11 \text{ (m)} > \frac{2}{3}h_0 = 7,81 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_{0x} = 0,75h_0(1 - \frac{h_x}{h_0}) = 0,75.11,7.(1 - \frac{11}{11,7}) = 0,525 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của cột 1 và 2 với:  $h = 20 \text{ m}$ ,  $h_x = 8 \text{ (m)}$ :

$$P = 1 \text{ vì } h = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$$

$$h_0 = h - \frac{a}{7} = 20 - \frac{58}{7} = 11,7 \text{ (m)} > 8 \text{ (m)} \quad (\text{thỏa mãn})$$

$$\text{Vì: } h_x = 8 \text{ (m)} > \frac{2}{3}h_0 = 7,8 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_{0x} = 0,75.h_0.(1 - \frac{h_x}{h_0}) = 0,75.11,7.(1 - \frac{8}{11,7}) = 2,775 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của cột 1 và 2 với:  $h = 20 \text{ m}$ ,  $h_x = 6 \text{ (m)}$ :

$$P = 1 \text{ vì } h = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$$

$$h_0 = h - \frac{a}{7} = 20 - \frac{58}{7} = 11,7 \text{ (m)} > 6 \text{ (m)} \quad (\text{thỏa mãn})$$

$$\text{Vì: } h_x = 6 \text{ (m)} < \frac{2}{3}h_0 = 7,81 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_{0x} = 1,5.h_0.(1 - \frac{h_x}{0,8h_0}) = 1,5.11,7.(1 - \frac{6}{0,8.11,7}) = 2,55 \text{ (m)}$$

- Phạm vi bảo vệ của 2 cột thu sét có độ cao khác nhau:

- Phạm vi bảo vệ của 2 cột có độ cao khác nhau; cột 1 và cột A:

Ta có:  $h_{\text{cột 1}} = h_1 = 20 \text{ m}$ ,  $h_{\text{cột A}} = h_A = 48 \text{ m}$ ,

khoảng cách giữa 2 cột là  $a_{1-A} = 55 \text{ m}$ ,

$$\text{Ta có: } h_A = 48 \text{ (m)} > 30 \text{ (m)} \Rightarrow P = \frac{5.5}{\sqrt{h}} = \frac{5.5}{\sqrt{48}} = 0.79$$

Độ cao cần bảo vệ:  $h_x = 11 \text{ (m)}$ ;

Gọi  $h_{1-A}$  là độ cao của cột thu sét giả tưởng của cột 1 và cột A,  $\Rightarrow h_{1-A} = h_1 = 20 \text{ (m)}$

$\Rightarrow$  Khoảng cách giữa  $h_{1-A}$  và  $h_A$  là  $a'$ :

$$\Rightarrow a' = 1,5 \cdot h_A \cdot P \cdot \frac{h_A - h_{1-A}}{h_A + h_{1-A}} = 1,5 \cdot 48 \cdot 0,79 \cdot \frac{48 - 20}{48 + 20} = 23,4 \text{ m}$$

Gọi  $b$  là khoảng cách giữa cột 1 và cột  $h_{1-A} \Rightarrow b = a - a' = 55 - 23,4 = 31,6 \text{ m}$

$\Rightarrow$  Chiều cao bé nhất giữa 2 cột 1 và cột  $h_{1-A}$  có thể bảo vệ được là:

$$h_0 = h - \frac{b}{7P} = 20 - \frac{31,6}{7} = 15,48 \text{ (m)} > 11 \text{ (m)} \quad (\text{thỏa mãn})$$

(  $P = 1$  vì  $h_1 = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$  )

$$\text{Vì: } h_x = 11 \text{ (m)} > \frac{2}{3} h_0 = 10,3 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_{0,x} = 0,75 h_0 \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right) = 0,75 \cdot 15,48 \cdot \left(1 - \frac{11}{15,48}\right) = 3,36 \text{ (m)}$$

Với Độ cao cần bảo vệ:  $h_x = 8 \text{ (m)}$ ;

$\Rightarrow$  Chiều cao bé nhất giữa 2 cột 1 và cột  $h_{1-A}$  có thể bảo vệ được là:

$$h_0 = h - \frac{b}{7P} = 20 - \frac{31,6}{7} = 15,48 \text{ (m)} > 8 \text{ (m)} \quad (\text{thỏa mãn})$$

(  $P = 1$  vì  $h_1 = 20 \text{ (m)} < 30 \text{ (m)}$  )

$$\text{Vì: } h_x = 8 \text{ (m)} < \frac{2}{3} h_0 = 10,3 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow r_{0,x} = 1,5 \cdot h_0 \cdot \left(1 - \frac{h_x}{0,8 h_0}\right) = 1,5 \cdot 15,48 \cdot \left(1 - \frac{8}{0,8 \cdot 15,48}\right) = 8,22 \text{ (m)}$$

Do khoảng cách giữa cột 1 với cột A giống khoảng cách giữa cột 2 với cột A nên phạm vi bảo vệ của chúng là như nhau.

**Kết luận:** Từ các kết quả tính toán trên, chiều cao của kim thu sét đã chọn có thể bảo vệ hoàn toàn được trạm biến áp 110 kv khỏi sét đánh trực tiếp.

## **4.2. NỐI ĐẤT TRẠM 110/22KV**

### **4.2.1. Khái niệm chung**

Nối đất của hệ thống thu sét (HTTS ) đóng vai trò rất quan trọng trong việc phát huy tác dụng bảo vệ của HTTS. Nếu nối đất không đạt yêu cầu thì hậu quả còn xấu hơn là khi không đặt HTTS.

Tác dụng của nối đất là để tản nhanh vào đất dòng điện sự cố ( rò cách điện, ngắn mạch, chạm đất hoặc dòng điện sét ) và giữ cho điện áp trên các phần tử được nối đất.

Theo chức năng của nó, nối đất trong hệ thống điện được chia làm 3 loại:

- Nối đất làm việc
- Nối đất an toàn ( nối đất bảo vệ)
- Nối đất chống sét

Trong thiết kế này, đối với cấp điện áp 110 kV nối đất an toàn và nối đất chống sét được dùng chung và thực hiện song song.

### **4.2.2. Tính toán và thiết kế hệ thống nối đất**

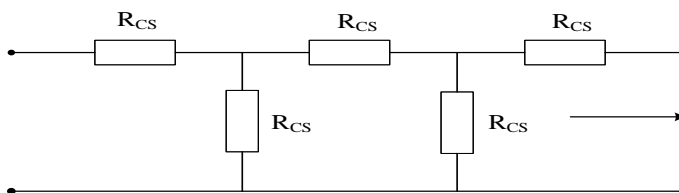
Đối với trạm 110kV trở lên, phần lớn các trường hợp HTTS được đặt trên kết cấu công trình trạm , nên phần dòng sét sẽ tản qua mạch nối đất an toàn của trạm vào trong đất. Lưới có điện áp từ 110 kV trở lên thuộc hệ thống có trung tính trực tiếp nối đất (dòng ngắn mạch lớn), theo quy phạm thì nối đất an toàn của trạm phải thỏa yêu cầu:  $R_{at} \leq 0,5\Omega$ .

Nếu gọi phần nối đất phải thiết kế là nối đất nhân tạo có điện trở tản là  $R_{nt}$ , thì điện trở tản tổng của toàn bộ HTNĐ phải thỏa yêu cầu:  $R_{at} = \frac{R_m R_{nt}}{R_m + R_{nt}} \leq 0,5\Omega$  và  $R_m \leq 1\Omega$ ,  $R_m, R_{nt}$ : lần lượt là điện trở tự nhiên và nhân tạo.

Quy định  $R_m \leq 1\Omega$  nhằm tăng cường an toàn và dự phòng cho các trường hợp khi HTNĐ có thay đổi.

#### 4.2.2.1. Nối đất tự nhiên

- Phần nối đất có sẵn cần tận dụng là các đường ống kim loại chôn ngầm tiếp xúc trực tiếp với đất, trừ các ống dẫn các chất dễ cháy nổ, vỏ cáp bằng chì chôn ngầm trong đất. Cốt thép của móng bê tông của xà, cột trong trạm và nối đất của dây chống sét – cột điện của các đường dây có dây chống sét kéo đến tận xà trạm.



- Đối với những đường dây có đặt dây chống sét (DCS) trên toàn tuyến, số cột có đặt DCS  $m > 20$ , thì có thể tính gần đúng áp dụng công thức tài liệu[3]

$$R_{CS-C} = \frac{R_C}{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{R_C}{R_{CS}} + \frac{1}{4}}}$$

Trong đó:  $R_c$  : Điện trở nối đất của cột điện 110 kv

Chọn  $R_c = 10\Omega$  khi  $\rho < 500\Omega m$

$R_{cs}$ : Điện trở tác dụng của đoạn DCS trong 1 khoảng vượt ( giả thiết các khoảng vượt đều bằng nhau)

$$R_{cs} = k.r_0.l$$

Trong đó:  $r_0$ : Điện trở của 1 đơn vị chiều dài DCS



L: Chiều dài trung bình của khoảng vượt

K: Hệ số phụ thuộc số dây chống sét trên đường dây

Với  $\rho = 92\Omega m$ , đất khô, trụ nổi đất dạng cọc, độ chôn sâu  $t_0 = 0,8$  m. Tra bảng PL03 ta có  $k_m = 1.4$

$$\rho_{tt} = k_m \cdot \rho = 1,4 \cdot 92 = 128,8(\Omega m)$$

Đường dây 110 kv dùng DCS loại TK – 50 có  $r_0 = 3,7(\Omega/Km)$

Chiều dài trung bình của khoảng vượt:  $l_{kv} = 200(m)$

Đường dây 110 kv treo 1 DCS nên  $k = 1$

$$R_{cs-110} = k \cdot r_0 \cdot l = 1 \cdot 3,7 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 0,74(\Omega)$$

$$R_{CS-C} = \frac{R_C}{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{R_C}{R_{CS}} + \frac{1}{4}}} = \frac{10}{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{10}{0,74} + \frac{1}{4}}} = 2,38(\Omega)$$

Vậy điện trở tản tự nhiên của trạm 110KV:

$$R_m = \frac{R_{CS-C}}{n} = \frac{2,38}{4} = 0,595(\Omega)$$

#### 4.2.2.2. Nối đất nhân tạo

Hệ thống nối đất nhân tạo là bộ phận nối đất phải thiết kế thêm để thoả mãn yêu cầu về điện trở nối đất, để tiếp đất các trang thiết bị của trạm một cách thuận lợi và để cân bằng thế.

Nó gồm mạch vòng nối đất ven chu vi trạm ( $R_{mv}$ ), bản thân là một mạch vòng thanh kết hợp với nhiều cọc rải đều ven chu vi. Trong phạm vi trạm còn có một hệ thống thanh ngang, dọc tạo thành một lưới nối đất, có nhiệm vụ cân bằng thế trong khu vực trạm và để tiếp đất thuận lợi các thiết bị điện.

Ngoài ra theo quy phạm của yêu cầu chống sét cho trạm phân phối điện, thì trong mọi trường hợp, khi nối đất chống sét với nối đất an toàn (trường hợp lợi dụng kết cấu công trình để đặt hệ thống thu sét), dưới chân các cột thu sét và dưới chân xà đỡ các dây chống sét của các đường dây nối vào trạm phải

có nối đất bổ sung để tản dòng điện sét thuận lợi ( $R_{bs}$ ). Toàn bộ các nối đất bổ sung này đều tham gia tản dòng điện ngắn mạch chạm đất tần số công nghiệp.

Khi bỏ qua điện trở tản của lưới cân bằng thế thì điện trở nối đất nhân tạo tính theo công thức:  $R_{nt} = R_{mv} // R_{bs\Sigma}$

**a. Nối đất mạch vòng:**

Thiết kế nối đất mạch vòng tổ hợp thanh và cọc.

- Điện trở tản của thanh mạch vòng: Thanh dùng vật liệu sắt tròn đường kính

$d = 20(\text{mm})$ , độ chôn sâu  $t_0 = 0,8(\text{m})$ . Tra bảng PL03 ta có  $k_m = 1.6$

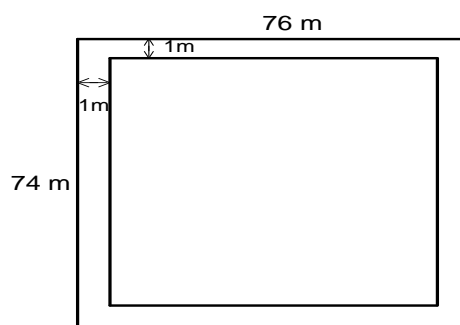
Với  $\rho = 92\Omega\text{m}$ , đất khô.

$$R_t = \frac{\rho_t}{2\pi L} \ln \frac{KL^2}{d.t}$$

Với:  $\rho_t = k_m \cdot \rho = 1.6 \cdot 92 = 147.2(\Omega\text{m})$

Trạm biến p thiết kế có diện tích  $74 \times 76(\text{m}^2)$

Mạch vòng thiết kế có thông số như sau:



**Hình 4.8:** Mạch vòng thiết kế của trạm

Chiều dài  $l_1 = 76 - 2 = 74 \text{ m}$

Chiều rộng:  $l_2 = 74 - 2 = 72 \text{ m}$

Suy ra chu vi mạch vòng:  $L = 2 \cdot (l_1 + l_2) = 2 \cdot (72 + 74) = 292 \text{ (m)}$ .

Thanh dùng vật liệu sắt tròn đường kính  $d = 20(\text{mm})$ , độ chôn sâu  $t_0 = 0,8(\text{m})$ .

Tra bảng PL03 ta có  $k_m = 1.6$

Với  $\rho = 92\Omega m$ , đất khô.

$$R_t = \frac{\rho_{tt}}{2\pi L} \ln \frac{KL^2}{dt}$$

Với:  $\rho_{tt} = k_m \cdot \rho = 1.6 \cdot 92 = 147.2(\Omega m)$

Tỉ số:  $\frac{76}{74} = 1,03$  dùng phương pháp nội suy tuyến tính ta được hệ số hình dáng của thanh.

Tra bảng:  $K=f(l_1/l_2)$

$L_1/l_2$	1	1,5	2	3	4
K	5,53	5,81	6,42	8,17	10,4

$$K = \frac{1,03-1}{1,5-1} (5,81-5,53) + 5,53 = 5,545$$

$$L = 2 \cdot (76 + 74) = 300(m)$$

Suy ra: 
$$R_t = \frac{\rho_{tt}}{2\pi L} \ln \frac{KL^2}{dt} = \frac{147.2}{2 \cdot \pi \cdot 292} \cdot \ln \frac{5,545 \cdot 292^2}{0,02 \cdot 0,8} = 1.38(\Omega)$$

- Điện trở tản của cọc: Cọc dùng vật liệu sắt tròn đường kính  $d = 30$  (mm), độ chôn sâu  $t_0 = 0,8(m)$ , dài 3(m).

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2 \cdot \pi \cdot l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$$

Tra bảng PL03: được hệ số  $k_m = 1.4$ ,  $\rho = 92(\Omega m)$

$$\Rightarrow \rho_{tt} = K_m \cdot \rho_{do} = 1.4 \times 92 = 128,8(\Omega m)$$

$$t = t_0 + \frac{1}{2} l_c = 0,8 + \frac{1}{2} \times 3 = 2,3(m)$$

Điện trở tản của 1 cọc:

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2 \cdot \pi \cdot l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \frac{128,8}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,03} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 35.15(\Omega)$$

$$N = \frac{L}{a} = \frac{316}{6} = 53(\text{cọc})$$

Sử dụng PL05 và PL07 dùng phương pháp nội suy và ngoại suy ta có:

a/lc	a (m)	N (cọc)	$\eta_t$	$\eta_c$
2	6	53	0,28	0,59

Điện trở tản của mạch vòng áp dụng tài liệu[3]

$$R_{mv} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c \cdot \eta_t + n \cdot \eta_c \cdot R_t} = \frac{35,15 \cdot 1,38}{35,15 \cdot 0,28 + 53 \cdot 0,59 \cdot 1,38} = 0,915(\Omega)$$

### b. Nối đất bổ sung: ( $R_{bs} \Sigma$ )

- Trong mọi trường hợp để tản dòng sét thuận lợi ta phải thực hiện nối đất bổ sung tại chỗ cột thu sét hoặc dây chống sét nối vào hệ thống nối đất của trạm, đồng thời phải đảm bảo khoảng cách theo thanh dẫn từ chỗ nối của máy biến áp đến chỗ nối đất của cột thu sét và dây chống sét từ 15 m trở lên.

- Chọn nối đất bổ sung dạng 3 tia, mỗi tia dài 5 m, tia làm bằng sắt tròn có đường kính 20 mm, chôn sâu  $t_0 = 0,8$  m.

- Điện trở tản của một thanh:

$$\text{Tra } k_m = 1,6, \rho = 92(\Omega m)$$

$$\Rightarrow \rho_u = K_m \cdot \rho_{do} = 1,6 \cdot 92 = 147,2(\Omega m)$$

$$R_t = \frac{\rho_u}{2\pi l_t} \ln \frac{l_t^2}{t_0 d_t} = \frac{147,2}{2 \cdot \pi \cdot 5} \ln \frac{5^2}{0,8 \cdot 0,02} = 34,47(\Omega)$$

- Điện trở tản của tổ hợp 3 tia dài 5 m:

Tra bảng PL.11 được hệ số sử dụng  $\eta = 0,75$

- Điện trở nối đất bổ sung:

$$R_{BS} = \frac{R_t}{\eta \cdot n} = \frac{34,47}{3 \cdot 0,75} = 15,32(\Omega)$$

- Ta đặt 4 điểm nối đất bổ sung tại 4 chân cột chống sét. Điện trở tản xoay chiều của toàn bộ nối đất bổ sung của trạm.

$$R_{BS\Sigma} = \frac{R_{BS}}{m} = \frac{15,32}{4} = 3,83(\Omega)$$

- Điện trở nối đất nhân tạo:

$$R_{nt} = \frac{R_{mv} \cdot R_{bs\Sigma}}{R_{mv} + R_{bs\Sigma}} = \frac{0,915 \cdot 3,83}{0,915 + 3,83} = 0,738(\Omega)$$

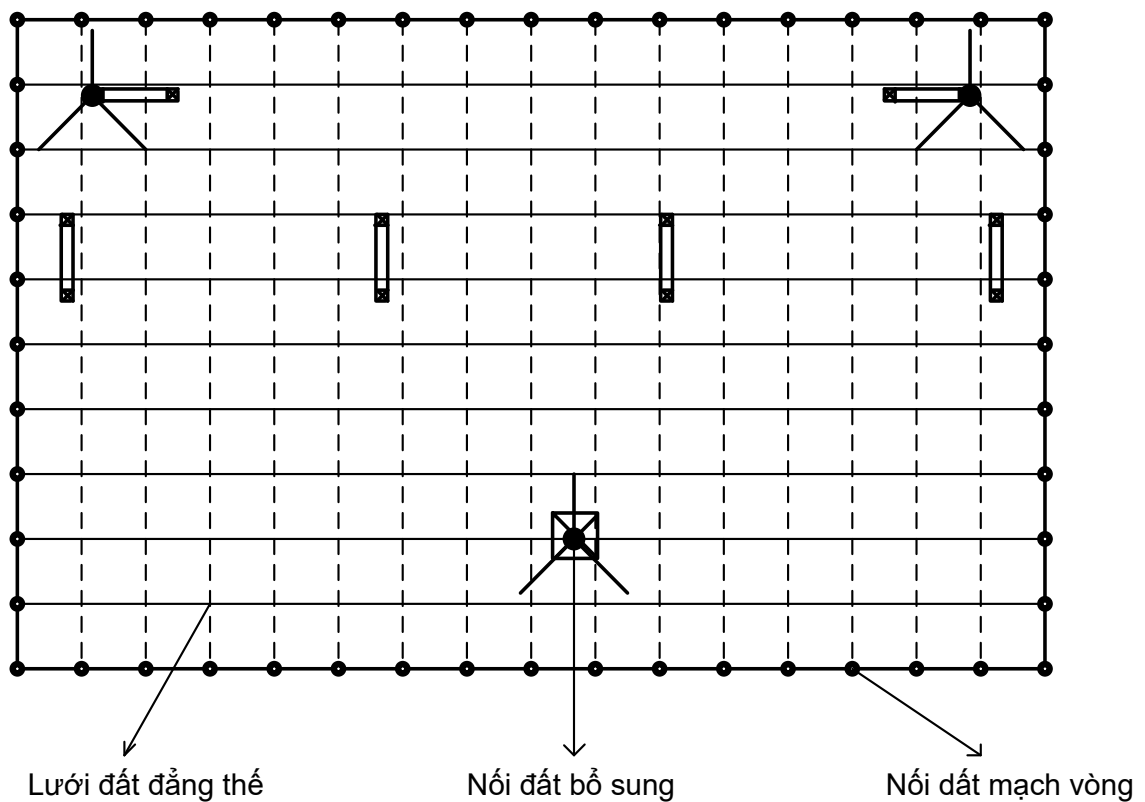
- Điện trở tản của toàn bộ hệ thống nối đất trong nhà máy:

$$R_{nd} = \frac{R_m \cdot R_{nt}}{R_m + R_{nt}} = \frac{0,595 \cdot 0,738}{0,595 + 0,738} = 0,33(\Omega) < 0,5(\Omega)$$

Vậy HTND an toàn của trạm đã thỏa mãn yêu cầu

Để không xảy ra hư hỏng cách điện của các trang thiết bị điện hoặc gây nên phóng điện ngược đến các bộ phận mang điện thì điện áp xung giáng lên đó không được bằng hoặc lớn hơn mức cách điện xung của trạm

Và theo thiết kế khoảng cách từ chỗ nối đất của CTS tới chỗ nối đất trung tính của MBA > 15 m,



**Hình 4.9:** Sơ đồ hệ thống nối đất của trạm:

## Chương 5.

### THIẾT KẾ RELAY CHO TRẠM BIẾN ÁP

#### 5.1. CÁC VẤN ĐỀ CHUNG CỦA BẢO VỆ RELAY

- Thiết kế bảo vệ relay cho máy biến áp 3 pha 2 cuộn dây:

Các thông số chính:

Thông số hệ thống:

Công suất hệ thống:  $S_N = 500$  (MW)

$\cos \varphi = 0.8$

Số đường dây: 2

Thông số của tải:

Phụ tải 22 (KV)

Công suất tải 51 (MW)

$\cos \varphi = 0.8$

Số đường dây: 7

##### 5.1.1. Nhiệm vụ và các yêu cầu cơ bản của hệ thống bảo vệ:

Nhiệm vụ của thiết kế bảo vệ relay là thiết bị dùng để phát hiện và đưa tín hiệu đi cắt các phần tử hư hỏng thông qua máy cắt điện. Khi xuất hiện chế độ làm việc không bình thường relay sẽ phát hiện và tùy thuộc theo yêu cầu có thể tác động để khôi phục chế độ làm việc bình thường hoặc báo tín hiệu chế độ làm việc bình thường hoặc báo tín hiệu hoặc cô lập hoàn toàn sự cố.

Yêu cầu đối với hệ thống bảo vệ relay là phải đảm bảo:

- Tính chọn lọc.
- Tác động nhanh.
- Độ nhạy khi tác động.
- Độ tin cậy khi làm việc.

### 5.1.2. Các đại lượng cơ bản

- Chọn công suất cơ bản  $S_{dm}=100$  ( MVA )
- Chọn các cấp điện áp cơ bản:

- Cấp 110 ( kV ) :  $U_{cb2} = 115$  ( kV )
- Cấp 20 ( kV ) :  $U_{cb3} = 23$  ( kV )

$$I_{cb(110\text{ KV})} = 0.5 \text{ (KA)}$$

$$I_{cb(110\text{ KV})} = 0.5 \text{ (kA)}$$

### 5.1.3. Tính toán các thông số điện kháng thứ tự thuận, thứ tự nghịch, thứ tự không:

Công thức tính ngắn mạch áp dụng trong tài liệu[8]:  $I_N^{(n)} = m \frac{I_{cb}}{X_\Sigma^*}$

- Ngắn mạch 3 pha:  $n = 3, m = 1, X_\Sigma^* = X_{1\Sigma}^* = X_{1HT}^*$
- Ngắn mạch 2 pha:  $n = 2, m = \sqrt{3}, X_\Sigma^* = X_{1\Sigma}^* + X_{2\Sigma}^* = X_{1HT}^* + X_{2HT}^*$
- Ngắn mạch 1 pha:  $n = 1, m = 3, X_\Sigma^* = X_{1\Sigma}^* + X_{2\Sigma}^* + X_{0HT}^* = X_{1HT}^* + X_{2HT}^* + X_{0HT}^*$

Trong đó:

$X_{1\Sigma}^*$ : Điện kháng tương đối thành phần thứ tự thuận.

$X_{2HT}^*$ : Điện kháng tương đối thành phần thứ tự nghịch.

$X_{0HT}^*$ : Điện kháng tương đối thành phần thứ tự không

- Điện kháng thứ tự thuận, thứ tự nghịch, thứ tự không của hệ thống:

$$X_{1HT}^\bullet = X_{2HT}^\bullet = X_{0HT}^\bullet = \frac{S_{cb}}{S_{\Sigma HT}} = 0,2(dv) \quad (\text{Đã tính ở mục 2.2.2})$$

- Điện kháng thứ tự thuận, thứ tự nghịch, thứ tự không của máy biến áp:

$$X_{1MBA}^\bullet = X_{0MBA}^\bullet = 0,206(dv) \quad (\text{Đã tính ở mục 2.2.2})$$

- Điện kháng thứ tự thuận, thứ tự nghịch, thứ tự không của đường dây:

- Đường dây 110 KV:

$$X_{1dd110}^{\bullet} = 0,004(dv) \quad (\text{Đã tính ở mục 2.2.2})$$

- Đường dây 22 KV: Gồm 7 đường dây có  $S_{\max} = 60,56$  MVA, dài 1 Km.

$$X_{1dd22}^{\bullet} = x_0 \cdot l \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \frac{100}{22^2} = 0,083(dv)$$

Phụ tải 22 kv có 7 đường dây với  $S_{\max} = 60,56$  MVA, công suất được tính chia đều cho 7 lộ => công suất max mỗi lộ là:  $S_{\max \text{ lộ}} = 60,56/7=8,66$ (MVA)

Căn cứ vào phụ tải ta chọn MBA cho phụ tải 22 kv là 8,66 MVA, tổ đấu dây  $\Delta/Y$

$$\text{Có } U_{N\%}=8,0 \Rightarrow X_{1pt22}^{\bullet} = U_{N\%} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm} \cdot 100\%} = \frac{8 \cdot 100}{100 \cdot 8,66} = 0,92(dv)$$

- Điện kháng tương đương thứ tự thuận (nghịch):

$$X_{1dd110}^{\bullet} = 0,004(dv) = X_{2dd110}^{\bullet}$$

$$X_{1HT}^{\bullet} = X_{2HT}^{\bullet} = 0,2(dv)$$

$$X_{1MBA}^{\bullet} = X_{2MBA}^{\bullet} = \frac{0,206}{2} = 0,103(dv)$$

$$X_{1tddd22}^{\bullet} = X_{2tddd22}^{\bullet} = \frac{0,083}{7} = 0,012(dv)$$

$$X_{1pt22}^{\bullet} = X_{2pt22}^{\bullet} = \frac{0,92}{7} = 0,13(dv)$$

- Điện kháng tương đương thứ tự không:

$$X_{0dd110}^{\bullet} = 3 \cdot X_{1dd110}^{\bullet} = 3 \cdot 0,004 = 0,012(dv)$$

$$X_{0dd22}^{\bullet} = 3 \cdot X_{1dd22}^{\bullet} = 3 \cdot 0,012 = 0,036(dv)$$

$$X_{0tdHT}^{\bullet} = 3 \cdot X_{1tdHT}^{\bullet} = 0,2 \cdot 3 = 0,6(dv)$$

$$X_{0pt22}^{\bullet} = 3 \cdot X_{1pt22}^{\bullet} = 3 \cdot 0,13 = 0,39(dv)$$

#### 5.1.4. Tính toán ngắn mạch, phân bố dòng của trạm biến áp

Áp dụng công thức tài liệu [8]

$$\text{- Dòng ngắn mạch 3 pha: } I_N^{(3)} = \frac{I_{cb}}{X_{1\Sigma}^*}$$



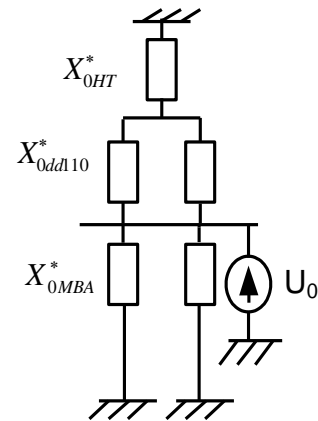
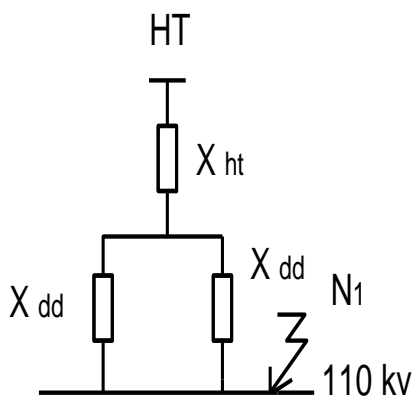
- Dòng ngắn mạch 2 pha:  $I_N^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{cb}}{X_{1\Sigma}^* + X_{2\Sigma}^*} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_N^{(3)}$
- Dòng ngắn mạch 1 pha chạm đất:  $I_N^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{cb}}{X_{1\Sigma}^* + X_{2\Sigma}^* + X_{0\Sigma}^*}$

Chế độ làm việc bình thường:

Chế độ làm việc bình thường khi:

- Hai máy biến áp làm việc bình thường.
- Hai đường dây làm việc song song.
- Máy cắt liên lạc 110 kV đóng.

#### 5.1.4.1. Ngắn mạch tại thanh góp 110 KV (N1):



**Hình 5.1a:**Sơ đồ thay thế thứ tự thuận không

**Hình 5.1b.**Thay thế thứ tự

Ngắn mạch 3 pha:

$$X_{1\Sigma}^* = 0,204(dv) \quad (\text{Đã tính ở mục 2.2.2})$$

$$I_{N1(3)} = 2,55 (kA) \quad (\text{Đã tính ở mục 2.2.2})$$

Ngắn mạch 2 pha:

$$I_{N1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{N1}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2,55 = 2,21 (kA)$$

Ngắn mạch 1 pha chạm đất:

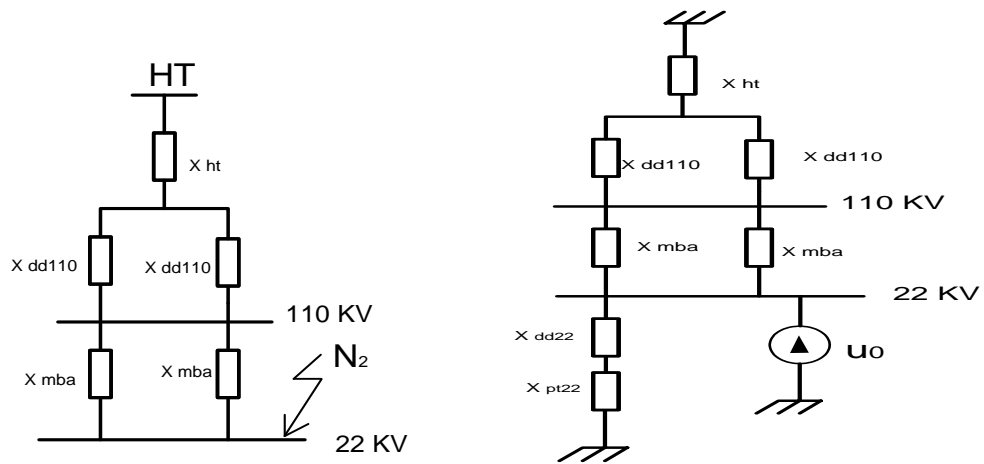
$$X_{0tdHT} = X_{0HT} + X_{0td110} = 0,012 + 0,6 = 0,612(dv)$$

$$X_{0tdMBA} = \frac{0,206}{2} = 0,103(dv)$$

$$X_{0\Sigma} = \frac{X_{0tdHT} \cdot X_{0tdMBA}}{X_{0tdHT} + X_{0tdMBA}} = \frac{0,612 \cdot 0,103}{0,612 + 0,103} = 0,088(dv)$$

$$I_{N1} = \frac{3 \cdot I_{cb1}}{X_{1\Sigma} + X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{3 \cdot 0,52}{0,204 + 0,204 + 0,088} = 3,15(kA)$$

#### 5.1.4.2. Ngắn mạch tại thanh góp 22 kV (N4):



**Hình 5.2a:**Sơ đồ thay thế thứ tự thuận

**Hình 5.2b:**Sơ đồ thứ tự không

Dựa theo tính toán ngắn mạch của thanh cái 110 kV ta có

- Ngắn mạch 3 pha:

$$X_{1\Sigma} = 0,307(dv) \quad (\text{Đã tính ở mục 2.2.2})$$

$$I_{N2}^{(3)} = 8,53 (kA) \quad (\text{Đã tính ở mục 2.2.2})$$

- Ngắn mạch 2 pha:

$$I_{N2}^{(2)} = 7,39 (kA)$$

- Ngắn mạch 1 pha chạm đất:

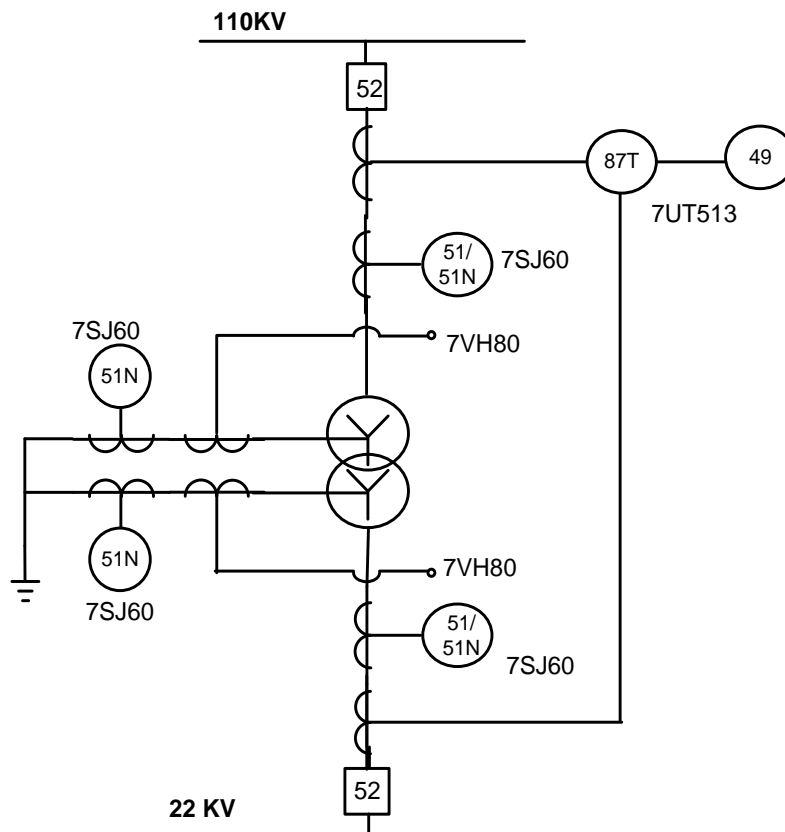
$$X_{0\Sigma} = 0,751 (dv)$$

$$I_{N2}^{(1)} = 6,78 \text{ (kA)}$$

Bảng 5.1: Bảng tổng hợp dòng ngắn mạch

Vị trí ngắn mạch	$I_N^{(3)}$ (kA)	$I_N^{(2)}$ (kA)	$I_N^{(1)}$ (kA)
N <sub>1</sub> (Tại thanh góp 110 KV)	2,55	2,21	3,15
N <sub>2</sub> (Tại thanh góp 22 KV)	8,53	7,39	6,78

## 5.2. THIẾT KẾ BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP CHO TRẠM 110/22KV



Hình 5.3: Sơ đồ bảo vệ máy biến áp

- Trong giai đoạn hiện nay, khi thiết kế bảo vệ role người ta thường dùng các role kỹ thuật số do ưu điểm và tính năng làm việc của nó:

- Tích hợp được nhiều tính năng vào một bộ bảo vệ.
- Tiêu thụ điện năng thấp và không có các chi tiết tác động cơ khí.
- Độ tin cậy cao.
- Độ chính xác cao do các bộ lọc số và các thuật toán đo lường tối ưu.
- Có thể tự động ghi chép và lưu trữ dữ liệu khi làm việc.
- Có khả năng giao tiếp đa phương tiện với các thiết bị khác.
- Khi vận hành thì bên trong máy áp có hai dạng sự cố cơ bản:

Sự cố bên trong máy biến áp: gồm các sự cố bên trong vùng bảo vệ của máy biến áp (bên trong vị trí đặt BI).

Sự cố bên ngoài máy biến áp: gồm các hiện tượng nguy hiểm xảy ra bên ngoài máy biến áp như quá tải, quá điện áp, tần số thấp, ngắn mạch ngoài. Đối với sự cố bên ngoài, bảo vệ dòng điện thường được dùng làm bảo vệ dự trữ. Máy biến áp không cho phép quá tải trong thời gian dài và role nhiệt được dùng để phát hiện tình trạng quá tải và cho tín hiệu báo động.

- Role hơi:

Thường role hơi được nhà chế tạo máy biến áp chế tạo đi kèm theo máy biến áp, role hơi có tác dụng khi có sự cố bên trong thùng dầu máy biến áp, nó có hai mức tác động :

Mức 1: Tác động khi sự cố và khi cuộn dây phát nóng quá mức hoặc có khí do không khí còn tụ lại trong dầu bốc lên theo hướng bình dầu phụ làm role hơi tác động báo tín hiệu làm việc không bình thường của máy biến áp, ở mức này role không tác động cắt máy cắt.

Mức 2: Khi có sự cố nặng, hỗn hợp hơi và dầu bốc lên mạnh, role hơi sẽ tác động cắt máy cắt và đồng thời có tín hiệu báo sự cố máy biến áp.

- Do vậy khi tính toán thiết kế chọn phương án bảo vệ role phải đảm bảo:

- Không tác động nhằm khi sự cố ngoài phạm vi bảo vệ.
- Các loại bảo vệ chính cho trạm.
- Các loại bảo vệ dự trữ cho trạm.
- Phối hợp thời gian tác động chọn lọc cho trạm.
- Do yêu cầu làm việc nên đối với máy biến áp có các loại rơle thông dụng để bảo vệ:
  - Máy cắt AC: 52.
  - Rơle quá dòng cắt nhanh : 50
  - Rơle quá dòng cực đại : 51
  - Rơle quá dòng chống chạm đất thời gian trễ: 51N
  - Rơle nhiệt độ: 49
  - Rơle so lệch máy biến áp: 87T.

### **5.2.1. Bảo vệ máy biến áp**

#### **Các sự cố máy biến áp**

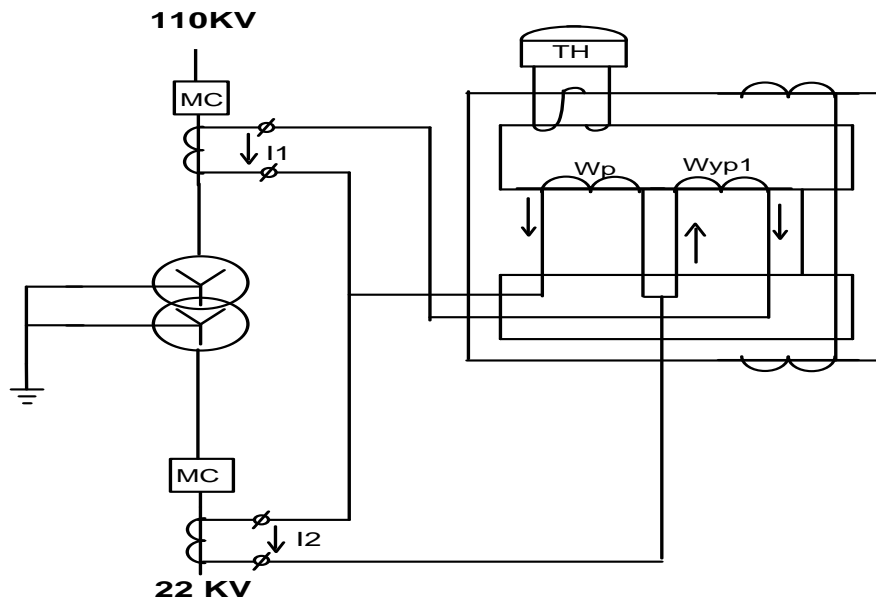
- Các sự cố cơ bản của máy biến áp là ngắn mạch giữa các pha, chạm đất một pha trong các cuộn dây, ở các đầu ra, ở các thanh dẫn điện vào, và các vòng dây chạm chập nhau trong máy biến áp.

- Ngắn mạch giữa các pha xảy ra thông thường nhất là ở các đầu ra và các thanh dẫn điện vào máy biến áp, ngắn mạch giữa các cuộn dây của các pha trong máy biến áp rất ít khi xảy ra. Thông thường xảy ra nhất là chạm vỏ một pha hoặc các vòng dây chạm chập nhau.

- Chế độ làm việc không bình thường của máy biến áp là chế độ khi có ngắn mạch ngoài đi qua các cuộn dây hay máy biến áp bị quá tải, tạo nên tình trạng không bình thường về nhiệt. Dầu trong máy biến áp hạ xuống thấp quá mức cho phép cũng là hiện tượng làm việc không bình thường.

- Khi có sự cố trong máy biến áp, bảo vệ phải đi cắt tất cả các máy cắt nối vào máy biến áp. Trong trường hợp các máy biến áp làm việc song song thì chỉ cắt máy biến áp bị sự cố.

### 5.2.2. Bảo vệ so lệch dọc máy biến áp



**Hình 5.4:** Sơ đồ bảo vệ

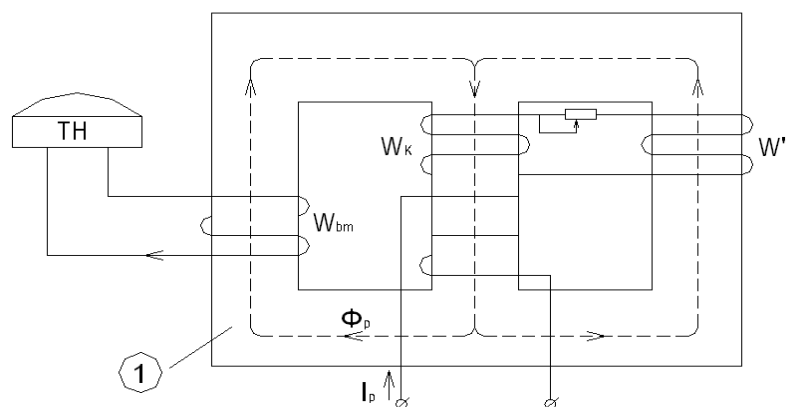
- Bảo vệ so lệch dọc máy biến áp làm việc dựa trên sự so sánh các vector dòng điện ở hai đầu vùng bảo vệ.

- Chọn các biến dòng điện và chế độ làm việc của chúng: các biến dòng điện ở phía mỗi cuộn dây của máy biến áp được chọn theo điều kiện dòng điện định mức của cuộn dây tương ứng.

- Thang các dòng điện định mức của máy biến áp và của các biến dòng điện không tương ứng với nhau là nguyên nhân làm các dòng điện trong mạch vòng không cân bằng nhau, do đó có dòng không cân bằng trong mạch bảo vệ.

- Dùng Relay loại 7UT513 của hãng Siemens

### 5.2.2.1. Cấu tạo và nguyên lý của role 7UT513



**Hình 5.5:** Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý của relay **7UT513**

- Các hệ thống bảo vệ so lệch làm việc theo nguyên lý so sánh dòng và vì vậy cũng được hiểu như hệ thống cân bằng dòng. Chúng sử dụng nguyên tắc trên thực tế là dòng  $I$  rời khỏi một đối tượng bảo vệ trong điều kiện bình thường phải bằng dòng đưa vào nó. Bất cứ sự sai lệch nào cũng chỉ thị có sự cố bên trong vùng được bảo vệ.

- Khi ngắn mạch bên trong vùng bảo vệ dòng điện  $I_p$  bằng tổng các dòng điện phía thứ cấp của các biến dòng điện nên role tác động.

$$I_p = I_1 + I_2$$

- Tuy nhiên đối với biến dòng điện ở chế độ làm việc bình thường hay có ngắn mạch ngoài đều xuất hiện dòng điện không cân bằng. Do đó để bảo vệ không làm việc sai từ các dòng điện không cân bằng này, việc dùng biến dòng điện bão hòa trung gian thực hiện bão hòa nhanh trong role **7UT513**

- Nếu lõi thép của biến dòng điện bão hòa làm bằng thép có đường đặc tính từ trễ rộng và giá trị cảm ứng từ làm việc chọn gần bằng trị số cảm ứng bão hòa, thì thành phần không chu kỳ của dòng điện ngắn mạch  $I_{KCK} = f(t)$  trong cuộn sơ cấp tạo nên sự biến thiên từ thông  $\Delta\Phi$  không lớn, do đó nó hầu như không biến đổi sang cuộn thứ cấp.

Role **7UT513** bao gồm bộ phận để cân bằng dòng điện thứ cấp của biến dòng và biến dòng điện bảo hòa trên đó có cuộn dây thứ cấp, cấp nguồn cho role thừa hành. Cuộn dây  $W_p$  được nối theo sơ đồ so lệch, cuộn dây  $W_{bm}$  cung cấp nguồn cho role thừa hành. Cuộn dây cân bằng  $W_{yp1}$  được mắc vào một nhánh của bảo vệ để cân bằng dòng điện thứ cấp. Số vòng dây của cuộn cân bằng  $W_{yp1}$  được điều chỉnh bằng cách thay đổi con nối sao cho khi ngắn mạch ngoài, dòng điện vào role và dòng điện trong cuộn dây  $W_{bm}$  không có. Khi các dòng so lệch gây ra không chỉ từ các sự cố bên trong máy biến áp mà còn là dòng từ hóa MBA khi đóng MBA nối song song hoặc 1 MBA bị quá điện áp, chúng sinh ra thành phần sóng hài.

Dòng từ hóa có thể lớn gấp nhiều lần dòng định mức, thành phần chủ yếu là sóng hài bậc 2 (lớn gấp 2 lần dòng định mức). Trên thực tế nó không có mặt trong trường hợp có ngắn mạch. Nếu thành phần bậc 2 vượt quá ngưỡng, lệnh cắt bị khóa.

Vì hãm dòng từ hóa làm việc độc lập cho từng pha, bảo vệ vẫn làm việc hoàn toàn ngay cả khi đóng MBA vào 1 sự cố 1 pha. Khi đó dòng từ hóa có thể xuất hiện chỉ ở các pha không có sự cố. tuy vậy, cũng có thể đặt bảo vệ để không chỉ pha có từ hóa chứa sóng hài vượt quá ngưỡng cho phép được hãm mà những pha khác của cấp bảo vệ so lệch cũng bị khóa.

Các sự cố có dòng lớn trong máy biến áp được bảo vệ có thể giải trừ ngay lập tức mà không cần xét đến độ lớn của dòng hãm. Khi đó độ lớn của các dòng so lệch có thể loại trừ đó là sự cố bên ngoài.

Bảo vệ so lệch máy biến áp 7UT513 cung cấp bảo vệ dòng lớn không hãm này. Nó có thể làm việc ngay cả khi dòng so lệch chứa 1 phần đáng kể sóng hài bậc 2 gây ra bởi việc biến dòng bị bảo hòa bởi thành phần 1 chiều trong dòng ngắn mạch có thể bị chức năng hãm dòng từ hóa coi như dòng từ hóa máy biến áp.



Cấp dòng điện lớn này đánh giá sóng cơ bản của các dòng điện cũng như các giá trị tức thời. sử lý giá trị tức thời bảo đảm cắt nhanh ngay cả khi sóng cơ bản bị gảm mạch do biến dòng bị bảo hòa.

- Từ thông xoay chiều  $\Phi_{PCK}$  khép mạch qua khung từ (1) tạo ra ở cuộn dây  $W_{bm}$  một dòng điện  $I_2$ . Từ thông không chu kỳ  $\Phi_{PKCK}$  thay đổi với tốc độ chậm theo thời gian nên không tạo ra dòng điện trong cuộn dây  $W_{bm}$  mà toàn bộ tiêu tán cho việc từ hóa mạch từ.

- Khi có cuộn dây ngắn mạch, thành phần từ thông xoay chiều  $\Phi_{PCK}$  làm sinh ra ở các vòng  $W_K$  sức điện động  $E_K$  và dòng điện  $I_K$ . Dòng điện  $I_K$  lại tạo nên một sức từ động  $F_K = I_K \cdot W_K$  và  $F'_K = I'_K \cdot W'_K$ . Sức từ động  $F_K$  tác động ngược chiều với sức từ động  $F_{CK}$  và hầu như toàn bộ triệt tiêu nhau. Kết quả sức từ động  $F_1 = F_{CK} - F_K$  tạo ra từ thông  $\Phi_n \ll \Phi_{PCK}$ .

- Sức từ động  $F'_K$  tạo nên từ thông  $\Phi'_K$  khép mạch qua mạch từ (1) cùng với từ thông  $\Phi_n$ .

- Số vòng dây ngắn mạch được chọn sao cho từ thông tổng trong mạch từ (1)  $\Phi_2 = \Phi_{PCK1} + \Phi'_{K1}$  nhỏ hơn từ thông  $\Phi_{PCK}$ .

- Bằng cách như vậy cuộn dây ngắn mạch giảm thấp thành phần từ thông xoay chiều được tạo nên bởi dòng điện chu kỳ  $I_{PCK}$  cấp cho cuộn dây  $W_{bm}$ .

- Sức từ động  $F_{KCK}$  được tạo bởi dòng điện không chu kỳ  $I_{PKCK}$  không ảnh hưởng bởi cuộn dây ngắn mạch  $W_K$ . Vì tốc độ thay đổi của dòng điện không chu kỳ  $I_{PKCK}$  rất bé nên dòng điện không chu kỳ  $I_{PKCK}$  không tạo nên sức điện động trong cuộn dây  $W_{bm}$ . Điều này có nghĩa là từ thông không chu kỳ  $\Phi_{PKCK}$  được tạo nên bởi sức từ động  $F_{KCK} = I_{PKCK} \cdot W_P$  và tác dụng từ hóa của nó thực tế không phụ thuộc vào cuộn dây ngắn mạch.

- Cuộn dây ngắn mạch làm giảm sự biến đổi thành phần dòng điện chu kỳ qua role và không ảnh hưởng đến giá trị cũng như tác động của thành phần

không chu kỳ. Ảnh hưởng của cuộn dây ngắn mạch  $W_K$  tương đương với việc giảm thành phần dòng điện chu kỳ trong cuộn dây  $W_P$  từ  $I_{PCK}$  đến giá trị  $I'_{PCK}$  nào đấy khi giữ nguyên  $I_{PCK}$ . Thay đổi điện trở R là thay đổi quan hệ về góc pha giữa dòng điện  $I_K$  với dòng điện  $I_{PCK}$ . Điều này cho phép điều chỉnh ảnh hưởng của vòng ngắn mạch đến hoạt động của role.

Relay loại 7UT513 của hãng Siemens

Relay có dòng làm việc  $I_{dmRL} = 1 (A)$

Chọn tỷ số biến dòng chính.

**a. Phía 110 kv:**

$$I_{lvmax} = \frac{S_{lvmax}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{60,56.10^6}{\sqrt{3}.110.10^3} = 317,9(A) = 0,317 (kA)$$

Chọn biến dòng tỷ số:  $n_{BI}=600/1 (A)$

$$\Rightarrow \text{Dòng đầy tải thứ cấp: } I_{TC} = \frac{I_{lvmax}}{n_{BI}} = \frac{317,9}{600} = 0,53 (A)$$

**b. Phía 22 kv:**

Dựa theo tính toán của cấp điện áp 110kV ta có:

$$I_{lvmax} = \frac{S_{lvmax}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{60,56.10^6}{\sqrt{3}.22.10^3} = 1589,3 (A)$$

Chọn biến dòng tỷ số:  $n_{BI}=3000/1 (A)$

$$\Rightarrow \text{Dòng đầy tải thứ cấp: } I_{TC} = \frac{I_{lvmax}}{n_{BI}} = \frac{1589,3}{3000} = 0,53 (A)$$

**5.2.2.2. Bảo vệ so lệch cuộn dây MBA(87T)**

Chọn thời gian tác động  $t=0(S)$

- Bảo vệ so lệch 87T làm bảo vệ so lệch chống ngắn mạch nhiều pha trong cuộn dây máy biến áp. Bảo vệ sử dụng đặc tính hàm là loại rơ le so lệch tác động hàm có dòng điện khởi động thay đổi khi dòng điện ở trong các nhánh của mạch bảo vệ thay đổi. Bộ phận so sánh của rơ le sẽ so sánh trị số tuyệt đối cc định trn cc nhnh của my biến p:

- Đại lượng làm việc tỷ lệ với dòng điện so lệch áp dụng tài liệu[7]:

$$I_{LV} = |I_{LV}| = |I_{SL}| = |I_{T1} + I_{T2} + I_{T3}|$$

- Đại lượng hàm tỷ lệ với hiệu của hai véc tơ dòng điện hay tổng số học của cc dòng điện:

$$I_h = |I_n| = k(|I_{T1}| - |I_{T2}| - |I_{T3}|)$$

$$K = 0.8 \text{ hằng số tỷ lệ.}$$

- Khi có ngắn mạch bên trong giới hạn của máy biến áp, thì bảo vệ này sẽ tác động tức thời đưa tính hiệu mở tất cả các máy cắt của các nhánh nối vào máy biến áp.

### **Tính tổn so lệch cuộn cao hạ:**

Ngắn mạch 2 pha ở cuộn cao:  $I_{N1}^{(2)} = 2,21 \text{ ( kA )}$

Ngắn mạch 1 pha ở cuộn hạ:  $I_{N2}^{(1)} = 6,78 \text{ ( kA )}$

- Quy đổi về thứ cấp:

$$\text{Cao áp: } I_{TC1} = \frac{2,21 \cdot 10^3}{600/1} = 3,68 \text{ ( kA )}$$

$$\text{Hạ áp: } I_{TC2} = \frac{6,78 \cdot 10^3}{3000/1} = 2,26 \text{ ( kA )}$$

- Dòng điện làm việc:

$$I_{LV} = |I_{LV}| = |I_{SL}| = |I_{T1} + I_{T2} + I_{T3}| = 3,68 + 2,26 = 5,94 \text{ ( A )}$$

- Dòng điện hãm:

$$I_h = |I_n| = K \cdot (|I_{T1}| - |I_{T2}| - |I_{T3}|) = 0,8 \cdot (3,68 - 2,26) = 1,136 \text{ ( A )}$$

$$\frac{I_{lv}}{I_{đmBI}} = \frac{7,07}{1} = 7,07 \text{ ( A )}$$

$$\frac{I_h}{I_{dmBI}} = \frac{1,136}{1} = 1,136 (A)$$

$$\Rightarrow I_{kdd} = I_{kddmin} + k_h \cdot I_h, \quad \text{chọn } I_{kddmin} = 0,35 * I_{dmRL} = 0,35 * 1 = 0,35 (A)$$

$$\Rightarrow I_{kd} = 0,35 + 0,8 * 1,136 = 1,2588 (A)$$

Độ nhạy của relay:

$$K_{nhay} = \frac{I_{Nmin}}{I_{kd}} = \frac{2,21 \cdot 10^3}{1,136} = 1945 > 2 \text{ (Thỏa mãn đk)}$$

### 5.2.2.3. Bảo vệ so lệch chạm đất (87N)

- Bảo vệ so lệch 87N chống chạm đất máy phát, và là bảo vệ dự trữ cho 87T, để so sánh dòng thứ không đưa vào bảo vệ, sử dụng đặc tính hãm là loại role so lệch tác động hãm có dòng điện khởi động thay đổi khi dòng điện ở trong các nhánh của mạch bảo vệ thay đổi. Bộ phận so sánh của role sẽ so sánh trị số tuyệt đối hai đại lượng:

- Đại lượng làm việc tỷ lệ với dòng điện so lệch áp dụng tài liệu [7]:

$$I_{LV} = |I_{LV}| = |I_{SL}| = |I_{T1} + I_{T2}|$$

- Đại lượng hãm:

$$I_h = |I_n| = k(|I_N - I_0| - |I_N + I_0|)$$

- Tính toán bảo vệ:

Khi ngắn mạch 1 pha chạm đất: dòng ngắn mạch 1 pha nhỏ nhất:  $I_{N1}^{(1)} = 3,15$  (kA)

- Quy đổi về thứ cấp:

$$I_{T1} = \frac{3,15 \cdot 10^3}{3000/1} = 1,05 (A)$$

- Khi ngắn mạch bên trong MBA:  $I_0 = I_N$

$$\text{Dòng lm việc : } I_{LV} = |I_N| = |I_{T1}| = 1,05 (A)$$

Dòng hm:  $I_h = |I_n| = k(|I_N - I_0| - |I_N + I_0|) = -2 * K * |I_N| < 0$ ; (K = 0,8 hằng số tỷ lệ).  $\Rightarrow I_h = -2 * 0,8 * 1,05 = -1,68 (A)$

- Khi ngắn mạch chạm đất bên trong, thành phần hãm không xuất hiện vì lúc đó  $I_h \leq 0$

- Vậy chỉ cần dòng chạm đất nhỏ trong vùng bảo vệ rơ le thì sẽ cho tính hiệu tác động mở máy cắt trên tất cả các nhánh.

#### **5.2.2.4. Relay quá dòng chống chạm đất 51N**

Bảo vệ 51N dùng để chống chạm đất cuộn dây MBA. Bảo vệ này là bảo vệ dự trữ cho 87 N.

Dòng điện trung tính qua MBA: khi ngắn mạch 1 pha nhỏ nhất từ 22 KV đổ về:

$$I_N^{(1)} = 6,78 \text{ ( kA )}$$

Trong điều kiện vận hành bình thường, dòng thứ tự không chạy qua trung tính máy biến áp thường có giá trị nhỏ hơn 20(A), nên dòng khởi động bảo vệ được chọn:

$$I_{kd} = 50 \text{ ( A )}.$$

$$\text{Độ nhạy bảo vệ: } K_{nhay} = \frac{0,4 \cdot I_N^1}{I_{kd}} = \frac{0,4 \cdot 6,78 \cdot 10^3}{50} = 54,24 > 1,5 \text{ (thỏa đk )}.$$

$I_N^{(1)} = 6,78 \text{ kA}$ , dòng qua trung tính MBA khi có ngắn mạch 1 pha chạm đất.

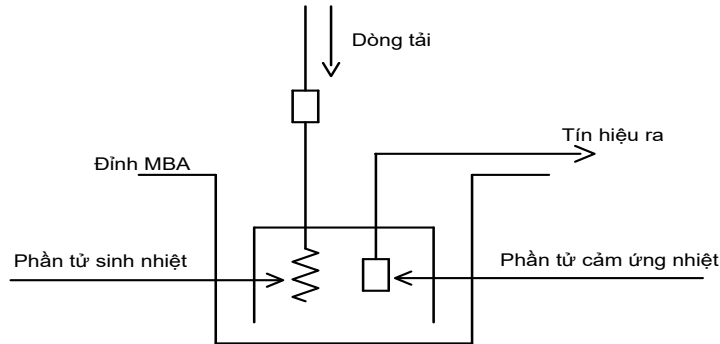
Thời gian tác động bảo vệ  $t = 1\text{s}$

#### **5.2.2.5. Bảo vệ quá nhiệt 49:**

Định mức máy biến áp phụ thuộc vào độ tăng nhiệt độ so với nhiệt độ môi trường xung quanh ‘cực đại’ nhiệt độ môi trường thấp hơn nhiệt độ cho phép của máy biến áp.

Theo yêu cầu quá nhiệt độ của cuộn dây không được quá nhiệt, nhiệt độ của cuộn dây dưới  $95^0$  được xem là bình thường. Bảo vệ quá tải được đánh giá qua nhiệt độ cuộn dây, nhiệt độ này được đo bằng phần tử cảm ứng nhiệt. Phần tử cảm ứng nhiệt được bỏ trong hộp nhỏ và được đặt ở đỉnh của thùng dầu máy biến áp, một phần tử sinh nhiệt nhận điện từ máy biến dòng một pha

từ đầu cực phía hạ áp máy biến áp cũng được bỏ trong hộp nhỏ. Nhiệt độ của phần tử sinh nhiệt này giống như nhiệt độ cuộn dây máy biến áp, do đó phần tử cảm ứng nhiệt phản ánh nhiệt độ cuộn dây của máy biến áp trong tất cả các trường hợp (nhiệt độ môi trường và tải).



**Hình 5.6:** Sơ đồ relay cảm ứng nhiệt 49

#### 5.2.2.6. Bảo vệ so lệch (87BB)

-Bảo vệ so lệch 87BB đóng vai trò là bảo vệ chính chống ngắn mạch nhiều pha trên hệ thống thanh góp 110kv. Khi bảo vệ này tác động tức thời sẽ đưa tín hiệu mở tất cả các máy cắt của các nhánh nối với máy biến áp và riêng rẽ từng tuyến phụ tải khi gặp sự cố.

- Dòng điện ngắn mạch lớn nhất qua nơi đặt bảo vệ khi có ngắn mạch 3 pha trên 2 thanh góp 110KV theo tính toán ngắn mạch:

- Ở đây tính toán dùng relay so lệch tác động hãm, relay này có dòng điện khởi động thay đổi, khi dòng điện trong các nhánh của mạch bảo vệ thay đổi. Bộ phận so sánh của relay sẽ so sánh trị tuyệt đối của hai đại lượng:

- Đại lượng làm việc tỷ lệ với dòng điện so lệch áp dụng tài liệu[7]

$$I_{LV} = |I_{LV}| = |I_{TI} + I_{TII}|$$

- Đại lượng hãm tỷ lệ với hiệu hai vectơ dòng điện:

$$I_h = |I_n| = |I_{TI} - I_{TII}| \cdot K$$

- Với K là hằng số tỷ lệ chọn  $K=80\%=0.8$  (Hãng Siemens).

- Khi có sự cố bên trong vùng bảo vệ, thì relay so lệch thanh cái 87BB sẽ tác động tức thời và được tính toán như sau:
- Dòng định mức trên thanh cái 110 KV:  $S_{max} = 60,56$  (MVA)

$$U_{dm} = 110(KV)$$

$$I_{dm110} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{60,56}{\sqrt{3}.110} = 0,318 \text{ kA}$$

- Chọn biến dòng có tỷ số  $n_{BI} = 600/1$  (sơ đồ BI dấu sao hoàn toàn giống nhau)
- Các thông số tính toán ngắn mạch ở đơn vị tương đối :

$$X_{1\Sigma} = 0,204(dv) ; \quad X_{2\Sigma} = 0,307(dv)$$

- Khi ngắn mạch hai pha tại điểm ngắn mạch đầu cực:

$$I_{N1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}.I_{cb}^{110}}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma}} = \frac{\sqrt{3}.0,52}{0,204 + 0,307} = 1,76 \text{ kA}$$

- Và dòng ngắn mạch ở cực đối diện (nhánh song song), cùng thời điểm ngắn mạch:

$$I_{N2}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}.2,55}{2} = 1,47 \text{ kA}$$

- Với  $I_{N1}^{(3)} = 2,55$  kA (ngắn mạch 3 pha tại thanh cái 110 kV)
- Quy đổi về thứ cấp:

$$I_{TCI} = \frac{I_{N1}^{(2)}}{n_{BI}} = \frac{1,76}{600/1} = 2,9 \text{ (A)}$$

$$I_{TCII} = \frac{I_{N2}^{(2)}}{n_{BI}} = \frac{1,47}{3000/1} = 0,49 \text{ (A)}$$

- Dòng làm việc:  $I_{LV} = |I_{SL}| = |I_{TCI}| + |I_{TCII}| = 2,9 + 0,49 = 3,39 \text{ (A)}$
- Dòng điện hãm:  $I_h = K . |I_{TCI}| + |I_{TCII}| = 0,8 . (2,9 - 0,49) = 1,928 \text{ (A)}$

$$\frac{I_{lv}}{I_{dm}} = \frac{3,39}{1} = 3,39$$

$$\frac{I_h}{I_{dm}} = 1,928/1 = 1,928$$

- Bảo vệ so lệch 87BB là bảo vệ chính cho thanh cái 110 kV sẽ tác động tức thời khi có sự cố bên trong vùng bảo vệ thanh cái.

## KẾT LUẬN

Sau thời gian làm đồ án tốt nghiệp thiết kế trạm biến áp 110/22 kV, với sự hướng dẫn của thầy giáo GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn đến nay em đã hoàn thành đồ án với đề tài “**Thiết kế trạm biến áp 110/22kV cấp điện cho khu công nghiệp Nomura**”. Qua đồ án này em đã thực hiện các vấn đề sau:

- Tính toán được máy biến áp mà trạm biến áp Nomura cần.
- Lựa chọn thiết bị cho trạm biến áp.
- Tính toán bảo vệ cho trạm biến áp.

Khu công nghiệp Nomura là nơi có nhiều tiềm năng phát triển kinh tế, nhất là các ngành công nghiệp nên việc xây dựng trạm biến áp là rất cần thiết. Nó sẽ cung cấp điện tốt và ổn định cho toàn khu vực trong khu công nghiệp hiện nay và trong tương lai. Vì vậy mà việc thiết kế trạm là một vấn đề lớn cần có thời gian nghiên cứu kỹ.

Với những kiến thức có hạn, nên đồ án này không tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của thầy cô trong khoa Điện-Điện tử và các bạn đồng nghiệp để bản đồ án được hoàn thiện.

Em xin chân thành cảm ơn!



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn(2005), **Máy điện**, Nhà xuất bản Xây Dựng
2. Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tâm(2001), **Thiết kế cấp điện**, Nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật.
3. TS. Trần Văn Tóp(2007),**Kỹ thuật điện cao áp,Quá điện áp và bảo vệ quá điện áp**, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
4. PGS Nguyễn Hữu Khái (2005), **Thiết kế Nhà máy điện và Trạm biến áp Phần điện**, Nhà xuất bản Khoa Học kỹ thuật.
5. PGS Nguyễn Hữu Khái (2009),**Giáo trình Nhà máy điện và trạm biến áp**, Nhà xuất bản Giáo Dục.
6. Trịnh Hùng Thám, Nguyễn Hữu Khái, Đào Quang Thạch, Lã Văn Út, Đào Văn Hòa, Đào Kim Hoa(1996), **Nhà máy điện và Trạm Biến áp**, Nhà xuất bản Khoa Học kỹ thuật.
7. Công ty P&3T (2011),**Tài liệu Đào tạo chuyên đề “Hệ thống relay bảo vệ trong TBA- phân nâng cao”**, Công ty điện lực dầu khí Cà Mau.
8. GS.TS Lã Văn Út (2007), **Ngắn mạch trong hệ thống điện**, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.

