

---

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong công cuộc công nghiệp hoá - hiện đại hoá đất nước, quá trình phát triển sản xuất được nâng cao. Nhu cầu về điện năng trong các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp dịch vụ và đời sống sinh hoạt tăng trưởng không ngừng.

Xuất phát từ thực tế việc cung cấp điện cho các khu dân cư, công trình khoa học, xây dựng hay sản xuất là một vấn đề ngày càng cấp bách, đòi hỏi chất lượng điện năng cung cấp phải tốt, giá thành rẻ và hợp lý. Chính vì lẽ đó mà các nhà máy điện, các trạm phân phối, các trạm biến áp trung gian ngày càng phải được tăng lên để có nguồn điện hợp lý đến từng khu vực, trong nhà máy trong hộ tiêu thụ. Việc giải quyết đúng đắn vấn đề kinh tế – kỹ thuật trong thiết kế xây dựng và vận hành chúng mang lại ích cho sự phát triển của ngành điện hiện nay.

Sau 4 năm học tập và nghiên cứu tại trường cùng với sự hướng dẫn của cô giáo thạc sĩ Đỗ Thị Hồng Lý em đã được giao đề tài tốt nghiệp: “Thiết kế trạm biến áp trung gian 110kV Chí Linh – Hải Dương”. Đề tài gồm những nội dung sau:

Chương 1. Giới thiệu chung về trạm biến áp.

Chương 2. Lựa chọn các thiết bị điện trong trạm biến áp.

Chương 3. Tính toán ngắn mạch.

Chương 4. Hệ thống nối đất của trạm.

Chương 5. Phương pháp bảo vệ, đo lường và điều khiển trạm biến áp.

---

## CHƯƠNG 1.

# GIỚI THIỆU CHUNG VỀ TRẠM BIẾN ÁP

### 1.1. KHÁI QUÁT CHUNG.

Trạm biến áp dùng để biến đổi điện năng từ cấp điện năng này sang cấp điện áp khác. Nó đóng vai trò rất quan trọng trong hệ thống cung cấp điện. Nhà máy điện và trạm biến áp là các phần tử quan trọng trong hệ thống điện có thể cung cấp điện năng cho phụ tải ở một nơi khác xa hơn, khoảng cách xa đó nhiều cây số. Sự chọn lựa một trung tâm phát triển liên quan đến nhiều vấn đề nh- cần một số vốn đầu t- ban đầu lớn, phí tổn khai thác nhiều hay ít, và vị trí cần thiết để lắp đặt ở xa nơi công chúng để tránh gây bụi bặm và ồn ào. Do đó ở hầu hết mọi nơi điện năng đ- ợc truyền tải, chuyên chở từ một nơi nào đó (nhà máy phát điện) đến nơi tiêu thụ, sự truyền tải một số điện năng đi xa sẽ nảy sinh ra nhiều vấn đề nhất là chi phí cho hệ thống các truyền tải điện và tổn hao điện năng. Ph- ơng pháp hữu hiệu nhất để giảm chi phí này là bằng cách nâng mức điện áp cao, khi đó tiết diện dây cáp và tổn hao điện năng truyền tải giảm đáng kể. Tuy nhiên mức điện áp chỉ nâng đến một cấp nào đó để phù hợp với vấn đề cách điện và an toàn.

Hiện nay n- ớc ta đã nâng mức điện áp lên đến 500 (KV) để tạo thành hệ thống điện hoàn hảo vận hành từ năm 1994 đến nay. Chính vì lẽ đó trạm biến áp thực hiện nhiệm vụ chính là nâng điện áp lên cao khi truyền tải, rồi những trung tâm tiếp nhận điện năng (cũng là trạm biến áp) có nhiệm vụ hạ mức điện áp xuống để phù hợp với nhu cầu. Hiện nay n- ớc ta đang sử dụng các cấp điện áp sau đây:

#### 1.1.1. Cấp cao áp.

- \* 500kV dùng cho hệ thống điện quốc gia nối liền ba vùng Bắc, Trung, Nam.
- \* 220kV dùng cho mạng điện khu vực.
- \* 110kV dùng cho mạng phân phối, cung cấp cho các phụ tải lớn.

---

### **1.1.2. Cấp trung áp.**

- 22kV trung tính nối đất trực tiếp, dùng cho mạng điện địa phương cung cấp cho các nhà máy vừa và nhỏ, cung cấp cho các khu dân cư.

### **1.1.3. Cấp hạ áp**

- 380/220 V dùng trong mạng hạ áp, trung tính nối đất trực tiếp. Do lịch sử để lại hiện nay nước ta cấp trung áp còn dùng 66, 35, 15, 10 và 6kV. Nhưng trong tương lai các cấp điện áp nêu trên sẽ được cải tạo để thống nhất cấp điện áp 22kV. Tuy có nhiều cấp điện áp khác nhau nhưng khi thiết kế, chế tạo vận hành thiết bị điện được chia làm hai loại cơ bản:

- Thiết bị điện hạ áp có  $U < 1000$  V.
- Thiết bị điện cao áp có  $U > 1000$  V.

Từ sự phân chia trên sẽ dẫn đến sự khác nhau về cấu trúc, chủng loại các khí cụ điện, của các công trình xây dựng và cả chế độ vận hành.

## **1.2. CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA MÁY BIẾN ÁP**

### **1.2.1. Công suất định mức.**

Công suất định mức của máy biến áp là công suất liên tục đi qua máy biến áp trong suốt thời gian phục vụ của nó ứng với các điều kiện tiêu chuẩn:  $U_{dm}$  điện áp định mức,  $f_{dm}$  tần số định mức và  $\theta_{dm}$  nhiệt độ môi trường làm mát định mức. Công suất máy biến áp và máy biến áp tự ngẫu một pha bằng 1/3 công suất máy biến áp và máy biến áp tự ngẫu ba pha tương ứng.

### **1.2.2. Điện áp định mức.**

Điện áp định mức của cuộn dây sơ cấp máy biến áp là điện áp giữa các pha của nó khi cuộn dây thứ cấp hở mạch và có điện áp bằng điện áp định mức thứ cấp. Điện áp định mức của cuộn dây thứ cấp máy biến áp là điện áp giữa các pha của nó khi không tải mà điện áp trên cực cuộn dây sơ cấp bằng điện áp định mức sơ cấp.

### **1.2.3. Hệ số biến áp.**

---

Hệ số biến áp  $k$  đ-ợc xác định bằng tỷ số giữa điện áp định mức của cuộn dây cao áp với điện áp định mức của cuộn dây hạ áp.

$$k = \frac{U_{Cdm}}{U_{Hdm}}$$

Hệ số biến áp của máy biến áp ba cuộn dây đ-ợc xác định theo từng cặp cuộn dây t-ơng ứng.

$$K_{C H} = \frac{U_{Cdm}}{U_{Hdm}}$$

$$K_{C T} = \frac{U_{Cdm}}{U_{Tdm}}$$

$$K_{T H} = \frac{U_{Tdm}}{U_{Hdm}}$$

#### 1.2.4. Dòng điện định mức.

Dòng điện định mức của cuộn dây sơ cấp và thứ cấp máy biến áp đ-ợc xác định theo công suất và điện áp định mức phù hợp với các cuộn dây của nó.

#### 1.2.5. Điện áp ngắn mạch.

Điện áp ngắn mạch  $U_N$  đặc tr-ng cho tổng trở toàn phần  $Z$  của máy biến áp và th-ờng đ-ợc biểu diễn bằng phần trăm của điện áp định mức.

$$U_N \% = \frac{U_N}{U_{dm}} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3}I_{dm}}{U_{dm}} \cdot Z \cdot 100$$

Trị số điện áp ngắn mạch  $U_N$  phụ thuộc vào công suất và điện áp định mức của máy biến áp và thay đổi theo phạm vi rộng từ (4,5 ÷ 5,5)% đối với máy biến áp công suất nhỏ, điện áp (10 ÷ 35) kV, đến (12 ÷ 14)% đối với máy biến áp công suất lớn, điện áp (220 ÷ 500)kV.

#### 1.2.6. Dòng không tải.

Dòng không tải  $I_{kt}$  là đại l-ợng đ-ợc làm cơ sở để tính công suất phản kháng tiêu thụ trên mạch từ hoá  $\Delta Q_{Fc}$ . Th-ờng trị số của dòng không tải cho bằng phần trăm dòng định mức của máy biến áp.

---

Trị số t-ong đối của nó giảm đi khi công suất và điện áp định mức của máy biến áp tăng, đối với máy biến áp (10 ÷ 35)kV,  $I_{kt} = (2,0 \div 2,5)\%$ , đối với máy biến áp (220 ÷ 500)kV,  $I_{kt} = (0,5 \div 0,3)\%$ . Quan hệ giữa dòng điện không tải và tổn hao không tải nh- sau:

$$I_{kt} \% = \frac{I_0}{I_{dm}} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3}U_{dm} I_0}{S_{dm}} \cdot 100 = \frac{S_0}{S_{dm}}$$

Vì  $\Delta Q_{Fe} > \Delta P_{Fe}$  nên có thể coi  $S_0 \approx \Delta Q_{Fe}$

$$I_{kt} \% \approx \frac{\Delta Q_{Fe}}{S_{dm}} \cdot 100$$

### 1.2.7. Mức cách điện định mức.

Mức cách điện định mức đ- ợc đo bằng các giá trị chịu quá áp ở tần số th- ờng khi thí nghiệm và bởi các thí nghiệm xung áp cao mô phỏng sét đánh, do đó không cần thí nghiệm khả năng chịu quá áp do dòng cắt.

### 1.2.8. Tổ đấu dây.

Tổ đấu dây của máy biến áp đ- ợc hình thành do sự phối hợp kiểu nối dây sơ cấp so với kiểu nối dây thứ cấp. Nó biểu thị góc lệch pha giữa các mức điện động cuộn dây sơ cấp và thứ cấp máy biến áp. Góc lệch pha phụ thuộc vào chiều quấn cuộn dây, cách kí hiệu các đầu dây, kiểu nối dây của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp. Do cách nối dây hình sao Y hay tam giác  $\Delta$  với những thứ tự khác nhau mà góc lệch pha giữa các sức điện động của cuộn dây sơ cấp và thứ cấp có thể là  $36^0$ ,  $60^0$ , ...,  $360^0$ .

Để thuận tiện ng- ời ta dùng kim đồng hồ biểu thị và gọi tên tổ nối dây của máy biến áp. Kim dài của đồng hồ biểu thị véc tơ sức điện động sơ cấp đặt cố định ở con số 12, kim ngắn biểu thị véc tơ sức điện động thứ cấp đặt t- ong ứng ở các con số 1, 2, ... , 12 tùy theo góc lệch pha giữa chúng là  $36^0$ ,  $60^0$ , ...,  $360^0$ . Trong máy biến áp ba pha cũng nh- nhóm ba máy biến áp một pha th- ờng cuộn dây điện áp thấp nối tam giác để bù sóng điều hòa bậc ba của dòng từ hóa. Cuộn dây cao áp và trung áp nối hình sao, do cuộn hạ áp nối tam

---

giác nên tiết diện dây dẫn nhỏ đi rất nhiều, vì khi đó dòng trong các pha giảm đi  $\sqrt{3}$  lần so với dòng dây. Cuộn dây cao và trung nối hình sao nên số vòng dây giảm  $\sqrt{3}$  lần, do đó không những giảm được khối lượng đồng mà còn tiết kiệm được cả cách điện. Các chữ cái viết hoa chỉ cuộn có áp lớn nhất.

D= tam giác, Y= sao, Z= zigzag (sao liên kết)

N= nối trung tính (có đầu nối trung tính đưa ra ngoài)

Các chữ cái thường dùng cho thứ cấp và tam cấp:

d= tam giác

y= sao

z= zigzag

n= nối trung tính

Mỗi tổ đấu dây rất phổ biến dùng trong máy biến áp phân phối là  $D_{yn11}$  có cuộn sơ cấp đấu tam giác, cuộn thứ cấp đấu hình sao với đầu nối trung tính. Thay đổi pha qua biến áp là  $30^\circ$ , nghĩa là áp thứ cấp của cuộn pha 1 ở vị trí thứ 11 giờ trên mặt đồng hồ, trong khi của pha một phía sơ cấp ở vị trí 12 giờ.

### 1.3. PHÂN LOẠI MÁY BIẾN ÁP

Có hai loại máy biến áp phân phối cơ bản: loại khô (nhựa đúc) và loại dầu.

#### 1.3.2. Máy biến áp loại khô

Các cuộn dây của máy biến áp loại này được cách điện bằng nhựa đúc trong chân không, dây quấn được bao bọc bởi hợp chất ba hợp phần nhựa epoxy với độ dẻo đảm bảo thấm thấu hoàn toàn vào cuộn dây, chất làm rắn anhydrit nâng mức đàn hồi để tránh phát sinh những vết nứt trong các chu trình, nhiệt độ xảy ra trong vận hành bình



*Hình 1.1. Máy biến áp khô*

---

th- ờng và có chất phụ gia  $Al(OH)_3$  và silic để tăng c- ờng đặc tính cơ nhiệt khi bị đốt nóng. Biến áp loại này cho phép đạt mức cách điện loại F ( $\Delta\theta=100k$ ) với tính chất chịu lửa tốt và tự dập tắt thời do đó đ- ợc coi nh- là không cháy, chống bị ăn mòn, độc hại bảo đảm mức độ an toàn cao cho ng- ời vận hành trong điều kiện sự cố, ngay cả khi xảy ra cháy và hoạt động tốt trong môi tr- ờng công nghiệp nhiều bụi độ ẩm cao, do đó chúng đ- ợc sử dụng ở những nơi cần độ an toàn cao nh- khi đặt trong nhà, tuy nhiên máy biến áp khô có giá thành lớn hơn (3 ÷ 5) lần giá thành của máy biến áp dầu có cùng công suất.

### 1.3.2. Máy biến áp dầu

Chất lỏng cách điện và làm mát thông dụng nhất trong máy biến áp là dầu khoáng chất. Vấn đề cháy nên có bộ phận DGDH (phát hiện khí, áp suất và nhiệt độ ) đảm bảo cho việc bảo vệ biến áp dầu, trong tr- ờng hợp sự cố DGDH phát hiện cắt nguồn trung áp cung cấp cho máy.

Dầu cách điện cũng là môi tr- ờng làm mát, nó nở ra khi tải nhiệt độ môi tr- ờng tăng do đó máy biến áp dầu thiết kế để chứa khối l- ượng chất lỏng thừa mà không tăng áp suất lên trong thùng.

Máy biến áp có thùng chứa đầy và kín hoàn toàn: Việc giãn nở của chất lỏng đ- ợc bù nhờ biến dạng đàn hồi của các cánh làm mát bên hông thùng dầu, tránh đ- ợc ôxy hóa của chất lỏng điện môi do đó không cần phải bảo trì th- ờng xuyên, không cần kiểm tra độ bền điện môi ít nhất trong m- ời năm, đơn giản trong lắp đặt, nhẹ hơn và thấp hơn so với loại có thùng dầu phụ, phát hiện tức thời sự rỉ dầu, n- ớc không thể vào trong thùng.



**Hình 1.2. Máy biến áp dầu một pha**



*a. MBA kín dây dầu*



*b. MBA có thùng dầu phụ*

### ***Hình 1.3. Máy biến áp dầu ba pha***

Máy biến áp có thùng chứa phụ ở áp suất khí quyển: Việc giãn nở của chất lỏng cách điện được thực hiện nhờ sự thay đổi mức chất lỏng trong thùng phụ đặt bên trên thùng chính của máy biến áp, không gian bên trên chất lỏng trong thùng phụ chứa đầy không khí có thể tăng lên khi mức chất lỏng giảm và thoát ra ngoài một phần khi mức này tăng. Không khí được lấy vào từ môi trường bên ngoài sẽ đi qua bộ lọc qua thiết bị hút ẩm (thùng chứa các hạt chống ẩm silicogen) trước khi vào thùng phụ. Trong một số thiết kế máy biến áp lớn có một túi không khí không thấm để cách li chất lỏng cách điện với khí quyển không khí chỉ vào qua bộ lọc và thiết bị hút ẩm.

## **1.4. ĐỊA LÍ, KINH TẾ, XÃ HỘI CỦA KHU VỰC**

### **1.4.1. Vị trí địa lí**

Huyện Chí Linh nằm ở phía Đông Bắc tỉnh Hải Dương. Huyện tiếp giáp với ba tỉnh: Bắc Ninh, Bắc Giang và Quảng Ninh.

- Phía Bắc giáp với tỉnh Bắc Giang.
- Phía Tây giáp với tỉnh Bắc Ninh.
- Phía Đông giáp với tỉnh Quảng Ninh.



- 
- Phía Tây Nam giáp với huyện Nam Sách và phía Đông Nam giáp với huyện Kinh Môn.

Địa hình nghiêng và thấp dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Bao quanh huyện là ba sông lớn (sông Th-ơng, sông Kinh Thầy và sông Đông Mai). Ngoài ra huyện còn đang mở rộng đ-ờng 18 và 183 nối liền với các tỉnh tạo điều kiện tốt cho việc giao l- u hàng hóa trong và ngoài tỉnh.

#### **1.4.2. Đất đai**

Huyện Chí Linh có 20 đơn vị hành chính trong đó có 17 xã và 3 thị trấn (Sao Đỏ, Chí Minh và Nông Tr-ờng) trong 17 xã có 13 xã thuộc vùng đồi núi thấp phù hợp với việc trồng cây ăn quả. Còn 4 xã thuộc vùng đồng bằng màu mỡ phù hợp với việc trồng cây l-ơng thực. Diện tích đất tự nhiên là 29618 ha. Trong đó đất nông nghiệp 9950 ha, đất lâm nghiệp chiếm 14496 ha. Đất dân c- và đất khác chiếm 5162 ha.

Nhiệt độ trung bình hàng năm là 24<sup>0</sup>C, l- ượng m- a trung bình hàng năm là 1500 ÷ 1700 mm, thuận lợi cho việc trồng cây phát triển. Độ ẩm không khí cao bình quân hàng năm từ 70 ÷ 80%.

#### **1.4.3. Sự phát triển kinh tế**

- Cơ cấu kinh tế: Tổng giá trị sản xuất theo toàn huyện năm 2005 đạt 757 ÷ 852 triệu đồng tăng 84% so với năm 2004. Trong đó nông nghiệp tăng 8,4% so với năm 2004 chiếm 286110 triệu đồng tăng 11%. Ngành công nghiệp xây dựng chiếm 286094 triệu đồng .

- Tình hình sản xuất nông nghiệp: Nhìn chung sản xuất nông nghiệp thời kì 1996 – 2004 đã có sự chuyển biến cơ cấu theo h-ớng cây l-ơng thực và cây công nghiệp ngắn ngày, diện tích ổn định sản l- ượng tăng tr- ởng khá nhanh. Diện tích sản l- ượng cây l-ơng thực và cây ăn quả tăng nhanh.

- Sản xuất công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp: Nhìn chung sản xuất công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp đã phát triển nhanh nh- ng thiếu vững chắc không có sự đầu t- phát triển những cơ sở mới, thiếu các ngành đầu t-

công nghệ cao, lao động chủ yếu là thủ công, năng suất lao động thấp tăng bình quân trong cả giai đoạn là 12,8% năm.

#### 1.4.4. Về xã hội của huyện Chí Linh

Sự nghiệp giáo dục những năm qua của huyện đ- ợc quan tâm tốt đã đạt đ- ợc nhiều thành tích đáng kể. Các tr- ờng trung học đạt tiêu chuẩn về ngành về số l- ợng giáo viên quản lí dạy học, chất l- ợng giáo dục có nhiều thay đổi về chất cũng nh- về l- ợng, qui mô tr- ờng lớp khang trang, huyện có tr- ờng cấp 3, trung học, tiểu học và mẫu giáo. Toàn huyện đạt phổ cập giáo dục. Về dân số kế hoạch gia đình: Đẩy mạnh tuyên truyền dân số, giảm tỉ lệ tăng dân số tự nhiên d- ới mức 1,1%. Ph- ơng h- ớng phát triển kinh tế xã hội huyện Chí Linh đến năm 2010: Chí Linh là huyện có tiềm năng phát triển nông nghiệp toàn diện, có nguồn nhân lực dồi dào, phát triển kinh tế xã hội theo h- ớng công nghiệp hóa - hiện đại hóa đất n- ớc.

### 1.5. NHU CẦU ĐIỆN NĂNG, TÍNH CẤP THIẾT CỦA CÔNG TRÌNH

Theo tổng số sơ đồ phát triển điện lực Việt Nam giai đoạn IV do viện Năng l- ợng lập thì nhu cầu phụ tải điện tỉnh Hải D- ơng, nhất là khu vực huyện Chi Linh, Nam Sách, và huyện Kinh Môn trong giai đoạn IV nh- sau:

#### 1.5.1. Phụ tải yêu cầu

*Bảng 1.1. Số liệu phụ tải yêu cầu*

Stt	Khu vực	P(MW) (2001)	P(MW) (2005)	P(MW) (2010)
1	Công nghiệp	2,017	2,936	3,218
2	Công nghiệp – th- ơng mại	1,347	2,807	6,0
3	Ánh sáng – sinh hoạt	2,7	6,1	11
4	Thủy lợi	0,136	0,136	0,136
5	Huyện Chí Linh	2	3,8	7,2
6	Huyện Nam Sách	2	3,6	7,1
7	Huyện Kinh Môn	2	3,5	6,8
	<b>Tổng</b>	<b>12,193</b>	<b>22,87</b>	<b>41,45</b>

---

### 1.5.2. Điện năng yêu cầu.

Thông qua bảng phụ tải ta thấy mức tăng tr-ởng phụ tải năm 2005 ÷ 2010 tăng nhanh. Trong đó toàn bộ khu vực đ-ợc cung cấp bằng đ-ờng dây 35KV AC90 và AC70 thông qua lộ 672 tăng áp Phả Lại và lộ 674 trạm thi công Phả Lại. Hiện nay khu vực huyện Chí Linh đang bắt đầu hình thành các khu công nghiệp trải từ Phả Lại đi Quảng Ninh nằm dọc đ-ờng 183.

**Bảng 1.2. Số liệu điện năng yêu cầu**

Stt	Khu vực	A.10 <sup>6</sup> (KWh)	A.10 <sup>6</sup> (KWh)	A.10 <sup>6</sup> (KWh)
		(2001)	(2005)	(2010)
1	Công nghiệp	6720	9.000	12.013
2	Công nghiệp- th-ơng mại	4978	8.231	16.453
3	Ánh sáng – sinh hoạt	519	519	519
4	Thủy lợi	7.300	16.000	29.000
5	Huyện Chí Linh	11.837	23.817	37.726
6	Huyện Nam Sách	10.706	22.631	34.679
7	Huyện Kinh Môn	10.271	21.961	33.817

Dựa vào phụ tải yêu cầu và điện năng yêu cầu thì phải nhất thiết xây dựng trạm biến áp để phân phối điện năng cho khu vực phục vụ nhu cầu sử dụng điện năng cho hoạt động công nghiệp, nông nghiệp và sinh hoạt.

---

## CHƯƠNG 2.

# LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN TRONG TRẠM BIẾN ÁP

## 2.1. SƠ ĐỒ LƯỚI ĐIỆN HIỆN TẠI

Huyện Chí Linh được cấp điện bằng lưới điện 110, 35 và 10, 6 kV. Hiện nay có ba trung tâm nguồn cấp, nguồn 110KV, một nguồn tăng áp 6/35kV về trạm trung gian Chí Linh 35/10kV. Trạm 35/10KV Chí Linh: Trạm có ba máy biến áp với tổng công suất là 4,4 MVA (1,8 + 1,6 + 1 MVA). Theo số liệu vận hành năm 2004 trạm quá tải 120% phía 10 kV có ba lộ xuất tuyến ra (các lộ 97, 972 và 973), mỗi xuất tuyến được lấy từ một máy biến áp.

Trạm tăng áp Phả Lại: Trạm có công suất đạt 4,8 MVA - 6,3/35 kV phía điện áp được lấy từ hệ thống thanh cái 6 kV của trạm 110/6kV thi công Phả Lại. Trạm có 110/35kV duy nhất xuất tuyến ra đường dây này cấp cho các phụ tải ở lân cận dọc đường quốc lộ 18.

Trạm biến áp 110/6kV thi công Phả Lại (E84) công suất đạt  $2 \times 6,3\text{MVA} - 110/6,3\text{kV}$ . Phía 110KV lấy từ hệ thống thanh cái 110kV nhà máy nhiệt điện Phả Lại (A80) (lộ 171) từ hệ thống thanh cái 6kV của trạm có 2 lộ xuất tuyến chính AC - 50 cấp điện trực tiếp cho phụ tải khu vực thị trấn Phả Lại và một số phụ tải đặc biệt chuyên dùng khác ở lân cận thị trấn Phả Lại. Do nhu cầu sử dụng điện ngày càng tăng trong khi đó các trạm biến áp đều được xây dựng trong những năm 80, gần đây trạm biến áp thi công Phả Lại được cải tạo và nâng cấp nhưng cũng chỉ là giải pháp trước mắt để bớt tình trạng quá tải. Hiện tại vào thời điểm mùa vụ chính chi nhánh điện Chí Linh luôn phải cắt bớt một số phụ tải để đảm bảo an toàn vận hành máy. Việc cắt điện chống quá tải đã làm ảnh hưởng không nhỏ tới đời sống, sản xuất sinh hoạt của người dân. Để giải quyết tình trạng quá tải thì việc xây dựng thêm trạm mới là vấn đề cấp bách.

---

## 2.2. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ ĐẶT TRẠM BIẾN ÁP

Trạm biến áp thường đặt ở trung tâm phụ tải, tuy vậy còn phải phụ thuộc vào nhiều yếu tố giao thông địa hình, vị trí đầu cuối trên lý thuyết xác định vị trí trạm như sau:

Vị trí trạm xác định theo tọa độ các điểm tải:

$$X = \frac{\sum X_i \cdot P_i}{\sum P_i}; \quad Y = \frac{\sum Y_i \cdot P_i}{\sum P_i} \quad (2.1)$$

Trong đó:  $X_i, Y_i$  : tọa độ điểm tải thứ  $i$

$P_i$  : công suất của điểm tải thứ  $i$

$X, Y$ : tọa độ của trạm biến áp

Trước tiên ta lấy một hệ tọa độ bất kỳ trên bản đồ địa lý, hình mỗi phụ tải ứng với ba thông số công suất  $P_i$ , hoành độ  $x_i$ , tung độ  $y_i$ , sau đó ta xác định vị trí của trạm theo công thức (2.1) vì Chí Linh đang hình thành khu công nghiệp nên phụ tải tập trung khá lớn, trong đó vị trí địa lý lại nằm giữa Nam Sách và Quảng Ninh cho nên trạm đặt trên đất Chí Linh các thông số tính toán tọa độ trạm được tính toán và ghi trên bảng.

Trên cơ sở dữ liệu đã tính toán ta có tọa độ trạm:

$$X = \frac{\sum X_i \cdot P_i}{\sum P_i} = \frac{16121,9}{14083} = 1,14$$

$$Y = \frac{\sum Y_i \cdot P_i}{\sum P_i} = \frac{23445,7}{14083} = 1,66$$

Dựa vào quá trình tính toán trên bản đồ ta xác định trạm nằm trên thị trấn Sao Đỏ. Dựa vào hệ thống lưới điện hiện có của khu vực đồng thời dự kiến phát triển lưới điện trong tương lai.

Sau khi tiến hành khảo sát thực địa đã chọn được vị trí xây dựng trạm.

**Bảng 2.1. Số liệu tính toán vị trí đặt trạm**

STT	Địa điểm	$P_i(KW)$	$X_i$	$Y_i$	$P_i X_i$	$P_i Y_i$
1	TT Sao Đỏ	2045	1,05	0,7	2147,2	1431,5
2	TT Phả Lại	2838	0,25	1,5	709,5	4257
3	TT Nông Tr- ờng	519	1,6	2,1	830,4	1089,9
4	Heo Thám	307	2,0	2,8	614	859,6
5	Bắc An	585	9	2,4	1170	1401,6
6	Lê Lợi	722	1	2,2	722	1588,4
7	Cộng Hòa	1749	1	2	1749	3498
8	Hoàng Tân	584	1,5	1,9	876	1109,6
9	Hoàng Tiến	153	2,2	1,8	336,6	275,4
10	Kênh Giang	691	1	0,3	691	207,3
11	Văn Đức	728	1,5	1,3	1092	946,4
12	An Lạc	375	1,4	1	525	375
13	Thái Học	1165	1,2	1,2	1398	1398
14	Tân Dân	599	1,1	0,7	658,9	419,3
15	Đồng Lạc	621	1,1	0,5	638,1	310,5
16	Chí Minh	715	1	1,1	715	786,5
17	Văn An	565	0,6	1,3	339	734,5
18	Cổ Thành	341	0,3	1,2	102,3	409,2
19	Nhân Huệ	437	1,5	2,6	649,5	1125,8
20	H- ng Đạo	582	0,3	2,1	158,4	1222,2
	<b>Tổng</b>	<b>14083</b>			<b>16121,9</b>	<b>23445,7</b>

- Vị trí: Dự kiến chọn tại khu vực cấy lúa nằm trên đ- ờng liên huyện Sao Đỏ - Đông Triều, địa điểm này khá gần trung tâm thị trấn cách trạm 35/10KV khoảng 500m. Cách khu công nghiệp sau này khoảng 1 km. Địa điểm khá thoáng thuận lợi cho đấu nối của tuyến đ- ờng dây.

- Phía Đông, Bắc, Tây đều là ruộng lúa, phía Nam là đ- ờng liên huyện đã rải nhựa để dàng vận chuyển vật liệu thuận lợi cho việc thi công và quản lí sau này.

- Đấu nối đ- ờng dây:

- Đ- ờng dây 110kV hai mạch AC185 Phả Lại – Quảng Ninh đi qua cách vị trí trạm khoảng 1036 m. Đ- ờng dây đấu nối vào trạm nhánh rẽ từ cột số 243 vào trạm 110kV Chí Linh hoàn toàn đi trên khu vực ruộng đồng lúa, đi qua 1 đ- ờng dây 35 kV và 2 đ- ờng dây 10 kV.

- Đ- ờng dây 35 kV xây dựng hai đoạn đ- ờng dây 35kV đấu nối vào đ- ờng dây hiện có kê trạm (cắt đổ đ- ờng dây hiện có) mỗi đoạn khoảng 30m.

Xây dựng thành 3 lộ:

- Một lộ đi trung gian thị trấn Sao Đỏ và trung gian Phả Lại.

- Một lộ đi trung gian Kinh Môn.

- Một lộ dự phòng.

- Đ- ờng dây 22KV xây dựng sau này cấp cho các phụ tải gần trạm để giảm bớt tải trạm trung gian thị trấn đồng thời cấp điện cho khu vực công nghiệp theo dự kiến.

### 2.3. TÍNH CÔNG SUẤT VÀ CHỌN DUNG LƯỢNG CHO MBA.

Trong quá trình thiết kế trạm biến áp trung gian 110/35/22kV Chí Linh, hiện nay đã đ- a vào vận hành từ tháng 3/2001 nên tôi chọn công suất theo ph- ơng pháp xây dựng đô thị phụ tải.

**Bảng 2.2: Số liệu tính toán công suất và chọn dung lượng máy biến áp**

t(h)	10/3	11/3	12/3	13/3	14/3	15/3	16/3
1-2	7,9	7,8	8,0	7,95	7,86	8,08	8,0
2-3	7,4	7,5	7,55	7,9	7,55	7,5	7,6
3-4	7,4	7,5	7,55	7,3	7,55	7,5	7,4
4-5	7,62	7,7	7,8	7,65	7,58	7,72	7,2
5-6	7,9	7,8	8,0	8,51	8,31	8,08	8,0
6-7	7,96	7,8	7,86	7,98	7,68	8,36	8,03
7-8	8,0	7,9	7,8	7,85	7,89	9,36	9,12
8-9	9,0	9,1	9,3	9,74	9,31	10,0	9,8

9-10	9,1	9,2	9,4	9,34	9,24	10,58	10,12
10-11	10,1	11,0	11,0	11,25	12,1	11,22	10,98
11-12	10,1	9,6	9,8	9,25	9,87	11,22	11,0
12-13	9,0	10,0	10,2	10,15	10,98	10,0	9,89
13-14	8,96	9,0	9,4	9,12	9,13	9,36	9,25
14-15	8,96	8,9	9,1	9,12	9,12	9,36	9,15
15-16	9,1	9,3	9,2	9,13	9,13	10,58	9,8
16-17	9,2	9,1	9,12	9,10	9,15	10,14	10,12
17-18	9,1	9,3	9,25	9,15	9,15	10,58	10,25
18-19	13,0	13,5	13,6	13,52	13,54	15,0	14,6
19-20	12,1	13,1	12,98	13,21	13,98	13,72	13,57
20-21	11,1	12,0	12,58	12,24	13,58	11,22	11,02
21-22	9,0	9,5	9,54	9,58	9,31	10,0	10,0
22-23	8,7	8,9	8,75	8,54	8,35	9,0	8,95
23-24	8,72	8,5	8,95	8,35	8,54	9,36	9,25
24-0	8,72	8,5	8,74	8,64	8,67	9,36	9,24

Trong quá trình đo đếm công suất vận hành của trạm trong 7 ngày, từ 10/3 ÷ 16/3/2005 và trạm vận hành với công suất lớn nhất vào ngày 15/3. Nên tôi chọn ngày 15/3 có công suất lớn nhất đi xây dựng đồ thị phụ tải ngày đêm và chọn công suất cho trạm. Qua đồ thị cho thấy trạm vận hành với tải lớn đạt 15 MW và thấp nhất đạt 7,5 MW. Nh- vậy ta chọn máy biến áp có dung l- ượng là 25 MW.

#### **2.4. LỰA CHỌN CẤP ĐIỆN ÁP.**

\*Cấp điện áp cao áp theo qui định lựa chọn 110kV.

\*Cấp điện áp phân trung áp: để cấp điện cho huyện Chí Linh, Kinh Môn, Nam Sách, khu vực nói chung, hiện nay đang dùng cấp điện áp 35 kV.

+ Cấp điện áp phía hạ áp lắp theo qui định của Bộ năng l- ượng từ nay về sau hạn chế cấp điện áp 10 kV, do đó phần hạ áp của trạm sẽ dùng cấp điện áp 22 kV của máy biến áp 25 MVA dùng cấp điện cho các khu vực huyện Chí Linh, Kinh Môn, Nam Sách và khu công nghiệp xây dựng sau này sẽ dùng cấp điện áp 22 kV này.

Nh- vậy dựa vào công suất đặt của khu vực và cấp điện áp lựa chọn. Chọn biến áp sau:



---

ABB 25.000/110

100/100/100%

$115 \pm 9 \times 1,78\%/38,5 \pm 2 \times 2,5\%/23 \text{ KV}$

$Y_0/\Delta_{11}/Y_0$

$U_k\%$

$\Delta P_0 = 36 \text{ KW}$

$U_{KC-T} = 10,5\%$

$\Delta P_k = 145 \text{ KW}$

$U_{KC-H} = 17\%$

$I\% = 1\%$

$U_{KT-H} = 6\%$

Máy biến áp có công suất 25 MVA, trong đó biểu thị 100/100/100% là công suất tối đa của máy biến áp. Trong đó  $115 \pm 9 \times 1,78\%$  có nghĩa là máy biến áp 19 nấc điều chỉnh điện áp phần 110 KV, còn  $38,5 \pm 2 \times 2,5\%$  có nghĩa là phần 35 KV có 5 nấc điều chỉnh điện áp kể cả nấc không, còn phần 23 KV không có nấc điều chỉnh.

$U_{KC-T} = 10,5\%$ : điện áp ngắn mạch giữa cuộn cao và cuộn trung.

$U_{KC-H} = 17\%$ : điện áp ngắn mạch giữa cuộn cao và cuộn hạ.

$U_{KT-H} = 6\%$ : điện áp ngắn mạch giữa cuộn trung và cuộn hạ.



*Hình 2.1. Máy biến áp 110 kV*

---

## 2.5. CHỌN MÁY CẮT

Máy cắt là thiết bị có khả năng đóng dẫn liên tục và cắt dòng điện trong điều kiện bất thường trong mạch ví dụ như ngắn mạch. Máy cắt được sử dụng để đóng mở dòng dây trên không, các nhánh cáp, máy biến áp, cuộn kháng và tụ điện. Chúng cũng được sử dụng cho thanh góp và dòng dây vòng trong trạm nhiều nhánh thanh góp sao cho điện năng có thể truyền từ một thanh góp này sang thanh góp khác. Máy cắt có nhiều loại, nhiều nước sản xuất. Máy cắt dầu, máy cắt chân không, máy cắt SF6.

Hiện nay các loại máy cắt dầu ít được sử dụng do tính năng - ưu việt của loại máy cắt chân không, máy cắt SF6 hơn hẳn. Máy cắt khí SF6 sử dụng khí SF6 làm môi trường dập hồ quang do nó có độ bền điện môi và dẫn suất cao. SF6 là khí mang điện tử âm có độ bền điện môi ở áp suất khí quyển gần bằng 3 lần không khí. Nó không cháy, không độc, không mùi trở về hóa học và có tính chất dập hồ quang tốt hơn không khí 4 lần ở cùng áp suất.

### Các điều kiện lựa chọn máy cắt:

+ Điện áp định mức của máy biến cắt: điện áp định mức của máy cắt được chọn tương ứng với điện áp của lưới điện.

+ Dòng điện định mức của máy cắt:

$$I_{dmMC} \geq I_{cb}$$

- Kiểm tra ổn định nhiệt khi ngắn mạch:

$$(I_{nh}^2 \cdot t_{nh})_{MC} \geq B_N$$

Đối với máy cắt có dòng định mức lớn hơn 1000 A thì ta không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

- Ổn định động khi ngắn mạch:

$$i_{xkMC} > i_{xkt} \quad (2.2)$$

- Điều kiện cắt:

$$S_{cdmMC} > S_{ctt} \quad (2.3)$$

$$I_{cdmMC} > I_{ctt} \quad (2.4)$$

Căn cứ vào dòng ngắn mạch 3 pha ở các phía 110 kV, 35 kV, 22 kV và căn cứ vào các điều kiện chọn máy cắt có các thông số định mức cho d-ới bảng sau:

**Bảng 2.3: Thông số tính toán và chọn thiết bị**

Stt	Nơi đặt thiết bị	Thông số tính toán			Thông số chọn thiết bị		
		$I_{dm}(A)$	$I_{nm}(kA)$	$I_{cut}(kA)$	$I_{dm}(A)$	$I_{nm}(kA)$	$I_{xk}(kA)$
1	Phần 110kV	131	8,66	10,392	1250	40	25
2	Phần 35kV	412	3,2	3,84	1250	40	25
3	Phần 22kV	656	3,26	3,912	1250	40	25

Chọn máy cắt cao áp khí SF6 – 115 KV ELF – SL 3 – 1 do hãng ABB sản xuất là loại máy cắt ba pha ngoài trời.

- Điện áp danh định                    123 kV
- Dòng điện danh định                1250 A
- Dòng điện cắt                            25 kA
- Tần số                                      50 Hz
- Bộ truyền động                        Lò xo
- Tổng thời gian cắt                    < 70 s
- Tổng thời gian đóng                 < 100 s



**Hình 2.2. Máy cắt khí SF6 – 110kV ELF – SL3 -1**

---

Các máy cắt lộ tổng 35 kV, 22kV và các máy cắt lộ đi đ- ợc chọn t- ong tự và đ- ợc trong các tủ máy cắt.

## 2.6 . CHỌN DAO CÁCH LY

Dao cách ly và thiết bị đóng cắt cơ khí, ở vị trí hở tạo nên khoảng cách điện, chúng có khả năng mở hoặc đóng mạch, nếu dòng điện đóng mở không đáng kể hoặc sự biến thiên điện áp giữa các đầu cực không đáng kể. Trong điều kiện bình th- ờng (ngắn mạch) dao cách ly có thể cho dòng điện chạy qua trong thời gian qui định. Nh- vậy điều kiện chọn dao cách ly giống máy cắt trừ điều kiện cắt.

Dựa vào dòng ngắn mạch ba pha phía 110kV và các điều kiện lựa chọn em chọn dao cách ly SGF 123 kV do ABB sản xuất. Đây là loại dao cách ly 2 trụ có thể một hoặc hai phía tiếp đất đặt ngoài trời. Các thông số định mức ghi đầy đủ:

- Điện áp danh định: 123 kV
- Dòng điện danh định: 1250 A

Điều khiển đóng cắt l- ới dao chính bằng động cơ (ngoài ra có thể đóng cắt bằng tay).

L- ới dao tiếp đất đóng bằng tay.



*Hình2.3. Dao cách ly SGF 123 kV*

---

## 2.7. LỰA CHỌN MÁY BIẾN DÒNG

Biến dòng điện BI là thiết bị biến đổi điện xoay chiều kiểu cảm ứng điện từ làm việc nh- một nguồn dòng trong cơ chế danh định có dòng thứ cấp tỉ lệ thuận với dòng sơ cấp. Cuộn sơ cấp BI đ- ọc mắc nối tiếp với đ- ồng dây cấp nguồn, cuộn thứ cấp đ- ọc mắc nối với tải (thiết bị đo l- ồng bảo vệ, role). Tải của biến dòng có khả năng chịu dòng (current with stand) có giá trị lớn từ phía sơ cấp.

Tùy theo cấu hình của l- ới mà yêu cầu có thể khác nhau. Ví dụ: trong hệ thống điện có điểm trung tính nối đất qua tổng trở cao thì yêu cầu về khả năng chịu tải của biến dòng không còn quan trọng, trong những tr- ờng hợp chung, khi khả năng có thể có dòng sự cố lớn (trừ sự cố chạm đất trong hệ thống có điểm trung tính nối đất qua tổng trở cao) để bảo vệ biến dòng bảo vệ cách li sự cố càng nhanh càng tốt. Chính vì lẽ đó mà các bảo vệ chống ngắn mạch và chạm đất dòng lớn đều thuộc loại cắt nhanh không thời gian.

Thời gian tổng để cô lập sự cố th- ờng nhỏ hơn 50 s cộng với thời gian thao tác máy cắt. Trong khoảng thời gian 200 ÷ 300 s các biến dòng có thể chịu sự cố lớn tới 100 lần giá trị danh định của biến dòng. Nếu thời gian cắt dòng sự cố càng nhanh càng nhanh càng tốt.

### **Điều kiện lựa chọn máy biến dòng:**

Sơ đồ nối dây và kiểu máy: sơ đồ nối dây có thể là đủ ba pha, hai pha hay một pha tùy thuộc vào nhiệm vụ của biến dòng, kiểu biến dòng phụ thuộc vào vị trí đặt nó.

+ Điện áp định mức:

$$U_{dmBI} \geq U_{dmHT} \quad (2.5)$$

+ Dòng sơ cấp định mức:

$$I_{dmBI} \geq I_{lvc} \quad (2.6)$$

+ Cấp chính xác: Cấp chính xác đ- ọc chọn phù hợp với yêu cầu của thiết bị nối vào phía thứ cấp.

+ Phụ tải thứ cấp: T-ong ứng với mỗi cấp chính xác biến dòng có một phụ tải định mức  $I_{dmBI}$ . Để đảm bảo yêu cầu chính xác tổng phụ tải phía thứ cấp  $Z_2$  không đ-ợc v-ợt quá phụ tải định mức.

$$Z_2 = Z_{\Sigma tb} + Z_{dd} \leq Z_{dmBI} \quad (2.7)$$

$$S_{tt} \leq S_{dmBI} \quad (2.8)$$

$Z_{\Sigma tb}$ : tổng phụ tải thiết bị

$Z_{dd}$ : phụ tải dây dẫn

+ Kiểm tra ổn định động theo điều kiện

$$\sqrt{2}K_d \cdot I_{dmSC} \geq i_{XK} \quad (2.9)$$

Trong đó:  $K_d$ : bội số ổn định động của máy biến dòng

$I_{dmSC}$ : dòng định mức sơ cấp của máy biến dòng

$$(I_{dmSC} \cdot K_{mdm})^2_{tnh} \geq BN \quad (2.10)$$

$K_{mdm}$ : bội số ổn định nhiệt định mức với thời gian ổn định nhiệt  $t_{nh}$ . Trên thực tế không phải biến dòng nào cũng phải kiểm tra tất cả các thông số theo các điều kiện trên. Tùy theo từng tr-ờng hợp mà ta có thể bỏ qua vì chúng mặc nhiên đ-ợc thực hiện. Khi đó các thông số tự động thỏa mãn điều kiện sẽ không đ-ợc nhà sản xuất cung cấp do đó mà ta không cần kiểm tra.

Biến dòng điện phân 110 kV đ-ợc lựa chọn 123/10/5P20 ITGEF 0,72

Trong đó 5P20 là cấp chính xác.

- Biến dòng điện loại một pha ngoài trời.
- Điện áp danh định:                   + 200 A phần sơ cấp  
  + 1 A phần thứ cấp
- Số cuộn dây thứ cấp: 4
- Công suất 10 VA.

Biến dòng có nhiệm vụ cung cấp cho thiết bị bảo vệ: rơ le 7UT513 công suất tiêu thụ của rơ le. Dây dẫn có chiều dài 70 m, suất điện trở của dây ta chỉ cần kiểm tra phụ tải phía thứ cấp là đủ.

Ta có  $M_a = 20$  (bội số dòng tới hạn cấp chính xác).

Tra trong sổ tay kỹ thuật điện (NXB KH - KT).

---

+ Điện áp thứ cấp danh định của biến dòng:

$$U_{Tcdd} = \frac{S_{dm}}{I_{tcd}} = \frac{10}{1} = 10(V)$$

+ Điện áp biểu dòng tới hạn của cấp chính xác:

$$U_{Tcdd} = M_a \cdot U_{Tctt} = 20 \cdot 10 = 10(V)$$

Tổng trở phía thứ cấp:

$$Z_{Tcdd} = \frac{U_{Tcdd}}{M_a \cdot U_{Tcdd}} = \frac{200}{20 \cdot 1} = 10$$

$$Z_2 = Z_{role} + Z_{dd} = 0,2 + 70 \cdot 0,0175 = 1,425 (\Omega)$$

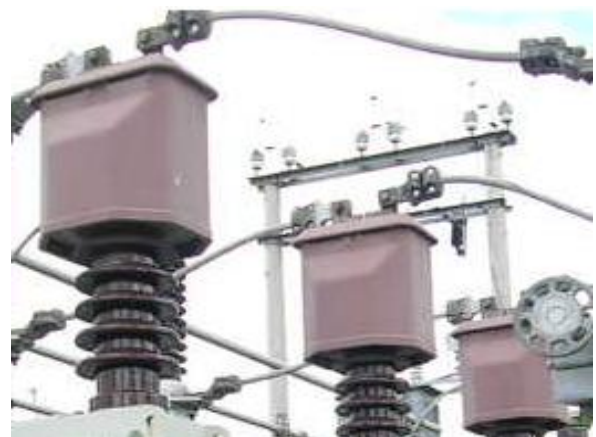
Trong đó  $\rho_{đồng} = 0,0175 \Omega \cdot mm^2/m$

Trong đó  $Z_{role}$ : là tổng trở của rơ le

Nh- vậy điều kiện  $Z_2 < Z_{Tcdd}$  đ- ợc thỏa mãn.



*Hình 2.4. Máy biến dòng điện  
110 kV kiểu ITGEF 0,72*



*Hình 2.5. Máy biến dòng điện  
35 kV kiểu PNB 355*

Các biến dòng phân 35 kV, 22 kV đ- ợc lựa chọn t- ơng tự thông số chi tiết đ- ợc ghi trên bảng liệt kê thiết bị ở bảng phụ lục.

## 2.8. LỰA CHỌN BIẾN ĐIỆN ÁP

**Biến điện áp đ- ợc lựa chọn trên các điều kiện sau:**

Sơ đồ nối dây nà kiểu biến điện áp.

---

Điều kiện về điện áp: điện áp định mức của biến điện áp phải phù hợp với điện áp của mạng.

Cấp chính xác phải phù hợp với nhiệm vụ của biến điện áp.

Công suất định mức của máy biến điện áp: tổng phụ tải nối vào biến điện áp phải nhỏ hơn hoặc bằng định mức của máy biến điện áp.

$$S_{mg} \leq S_{dmBU}$$

Chọn máy biến điện áp phân 110 kV. CV – 115 là loại máy biến điện áp điện dung ngoài trời có các thông số sau:

- Điện áp danh định sơ cấp:  $115/\sqrt{3}$  KV
- Điện áp danh định thứ cấp:  $\frac{0,1/\sqrt{3}}{0,1}$  KV
- Điện dung tổng 6400  $\mu$ F
- Có vị trí thông tin liên lạc
- Số cuộn dây thứ cấp: 2
- Cấp chính xác 0,5/3P.
- Phụ tải định mức 200 VA.

Phụ tải của các rơle số là rất nhỏ, chủ yếu là phụ tải của dây dẫn từ biến điện áp đến rơle và thiết bị đo, do đó mà ta bố trí biến điện áp sao cho khoảng cách từ biến điện áp tới các thiết bị là nhỏ nhất.



**Hình2.6. Máy biến điện áp  
110 kV, CV - 115**



**Hình2.7. Máy biến điện áp  
TU - C31, 35kV**



---

Các máy biến điện áp phân 35 kV, 22 kV đ- ợc lựa chọn đặt mua cùng các tủ đo l- ờng, các thông số đ- ợc ghi trên bảng phụ lục.

## 2.9. LỰA CHỌN CHỐNG SÉT VAN

Chống sét van là thiết bị sử dụng để bảo vệ thiết bị và trạm (đặc biệt là máy biến áp điện lực) chống lại quá điện áp khí quyển và quá điện áp đóng mở. Khi lựa chọn các thông số chú ý là: điện áp đánh thủng và điện áp đệm ngoài ra nó đ- ợc chọn theo các tiêu chuẩn sau đây:

- Điện áp tần số nguồn tối đa.
- Khả năng hấp thụ năng l- ợng.
- Mức bảo vệ .

Theo IFC 99 – 4 điện áp liên tục của van chống sét phải không đ- ợc thấp hơn trị số hiệu dụng của điện áp tần số nguồn có thể xảy ra 10 phút trong lúc làm việc. Điện áp này đ- ợc xác định dựa trên cơ sở của điện áp làm việc cao nhất tác động lên l- ới sét ở chế độ làm việc bình th- ờng. Nếu số liệu không đ- ợc rõ ràng có thể lấy bằng điện áp cao nhất Um đối với thiết bị.

Chống sét van phân 110 kV kiểu pexlimvo96-AH123

Chống sét van loại ba pha, loại oxit kẽm đặt ngoài trời.

- Điện áp danh định 112 kV.
- Điện áp làm việc 96 kV.
- Điện áp làm việc liên tục lớn nhất 77 kV.
- Dòng sét định mức 10 kA



**Hình 2.8. Chống sét van phân 110 Kv  
kiểu pexlimvo96-AH123**

Chống sét van dùng trung tính máy biến áp, chống sét van phân 35 kV, 22kV . Các thông số đ- ọc ghi trên bảng liệt kê thiết bị bảng phụ lục.

## 2.10. LỰA CHỌN THANH CÁI

Các thiết bị điện chính trong trạm, các khí cụ điện nối với nhau bằng thanh dẫn, thanh cái và cáp điện lực thanh dẫn, thanh cái th- ờng có hai loại: thanh dẫn cứng, thanh dẫn mềm. Thanh dẫn cứng th- ờng làm bằng đồng, nhôm đôi khi dùng thép khi dòng d- ới 200 ÷ 300 A.

### Điều kiện lựa chọn thanh dẫn cứng:

Chọn thiết bị theo dòng cho phép lâu dài:

$$I_{cb} \leq I_{cp}$$

$I_{cb}$ : là giá trị dòng cho phép lâu dài đã đ- ọc hiệu chỉnh theo nhiệt độ.

- Kiểm tra ổn định nhiệt khi ngắn mạch.
- Kiểm tra ổn định động khi ngắn mạch.
- Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn có xét đến dao động riêng.
- Thanh góp 110 KV.
- Chọn thanh nhôm có tiết diện vành khăn có các thông số sau:

D	d	S	Trọng l- ượng	Vật liệu	Dòng định mức
50mm	4mm	578mm	1,56 Kg/m	E-A1-10	1030A

Chiều dài thanh dẫn 10 m: thanh dẫn đ- ọc bố trí trên mặt phẳng ngang khoảng cách giữa hai thanh kề nhau là 200 cm.

Hiệu chỉnh dòng cho phép lâu dài theo nhiệt độ. Nhiệt độ môi tr- ờng xung quanh nơi đặt thanh góp 45<sup>0</sup>C ta có:

$$I_{cp}^{hc} = I_{dm} \sqrt{\frac{\theta_{cpbt} - \theta_{xq}}{\theta_{cpbt} - 25^0 C}} = 1030 \sqrt{\frac{70 - 45}{70 - 25}} = 735(A)$$

- Điều kiện đ- ọc đảm bảo khi  $I_{dm} = 131,8 (A)$

- Kiểm tra ổn định nhiệt khi ngắn mạch:

$$S \geq \frac{\sqrt{B_n}}{C} = S_{\min} \quad (4.8)$$

$S_{\min}$ : thiết diện nhỏ nhất:

$$C = \sqrt{K \ln \frac{t + \theta_2}{t + \theta_1}} \quad C_{Al} = 79 \text{ A}^2\text{S}$$

$B_N$ : xung l- ợng nhịp dòng ngắn mạch

$$B_N = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

$B_{NCK} = I_K''^2 \cdot t$  (xung l- ợng nhiệt dòng ngắn mạch chu kỳ).

$I_K''$ : dòng ngắn mạch

Thời gian ngắn mạch lấy bằng 0,5 s.

$B_{NKCK}$ : xung l- ợng nhiệt dòng ngắn mạch không chu kì ta có thể bỏ qua vì thời gian ngắn mạch rất nhỏ  $< 1$  s.

$$\Rightarrow B_N = B_{NCK} = 8,66^2 \cdot 0,5 = 37,5 \text{ A}^2\text{S}$$

$$\Rightarrow S_{\min} = \frac{\sqrt{B_n}}{C} = \frac{\sqrt{37,5}}{79} \cdot 10^3 = 77,51 (\text{mm}^2)$$

$S_{\min} < S = 578 \text{ mm}^2$  (điều kiện đ- ợc đảm bảo)

+ Kiểm tra ổn định động khi ngắn mạch:

Mô men uốn tác dụng lên thanh dẫn có chiều dài  $l = 10 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ .

$$M = \frac{Fl}{8}$$

F: lực tác dụng lên mỗi thanh ghép khi có ngắn mạch

$$F = 1,02 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{2l}{a} (I_K''^2)$$

Khoảng cách giữa hai thanh dẫn bằng 200 mm.

$$M = \frac{1,02 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot l^2 \cdot (I_K''^2)}{8a} = \frac{1,02 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 1000^2 \cdot (\sqrt{3} \cdot 8,66 \cdot 10^3)^2}{8 \cdot 200} = 2868,6$$

---

Vậy ứng suất do dòng ngắn mạch giữa các pha gây ra  $\sigma_{TT}$

$$\sigma_{TT} = \frac{M}{W}$$

W: là mô men chống uốn.

$$W_x = W_y = \frac{\pi \cdot (D^3 - d^3)}{32} = \frac{3,14 \cdot (5^3 - 0,4^3)}{32} = 12,25(\text{cm}^2)$$

$$\rightarrow \sigma_{TT} = \frac{2868,6}{12,25} = 243,17(\text{kg/cm}^2)$$

$$\sigma_{TT} < (\sigma_{\text{cpa}}) = 700 \text{ kg/cm}^2$$

Kiểm tra ổn định động của thanh góp có xét đến độ dao động.

Tần số dao động riêng:

$$W_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S_r}}$$

E: mô đun đàn hồi của vật liệu thanh dẫn.

$$E_{AL} = 0,65 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

J: mô men quán tính của thiết diện thanh đối với trục thẳng góc đối với phương uốn  $[\text{cm}^2]$ .

S: tiết diện ngang của thanh dẫn,  $\text{cm}^2$ .

Y: khối lượng riêng của vật liệu thanh dẫn.

$$Y_{Al}: 2,74 \text{ g/cm}^3.$$

$$\text{Ta có: } J = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{3,14}{64} (5^4 - 0,4^4) = 30,66(\text{cm}^2)$$

$$W_r = \frac{3,56}{1000^2} \cdot \sqrt{\frac{0,65 \cdot 10^6 \cdot 30,66 \cdot 10^6}{5,78 \cdot 2,74}} = 3,99(\text{Hz})$$

Giá trị này nằm trong khoảng  $45 \div 55 \text{ Hz}$  và  $90 \div 110 \text{ Hz}$ . Vậy thanh cái chọn thỏa mãn điều kiện ổn định động khi xét đến dao động thanh cái.

## 2.11. LỰA CHỌN CAO ÁP

Để chuyển tải từ trạm biến áp 110/35/22 kV xuống các tủ điện phòng phân phối ta sử dụng cáp đồng ba pha đặt theo các rãnh.

Phần 22 kV ta sử dụng 2 cáp song song.

---

---

Phần 35 kV sử dụng một cáp.

Khoảng cách giữa các cáp trong rãnh là 100 mm.

Dòng định mức phần 35 kV là 412 A phần 22 kV sử dụng hai cáp dẫn nên dòng qua cáp sẽ là 656/2 A. Nhiệt độ cực đại trong rãnh là 200<sup>0</sup>C. Từ đó ta xác định lựa chọn tiết diện của cáp.

Dòng điện cực đại tính toán có kể đến hệ số hiệu chỉnh đ-ợc xác định theo công thức:

$$I_{cp} = \frac{I_n}{K_0 \cdot K_N} = \frac{412}{0,96 \cdot 0,85} = 504,98(A)$$

Trong đó  $K_0 = 0,96$ ,  $K_n = 0,85$ .

Dựa vào  $I_{cp}$  chọn cáp 3 lõi tiết diện bằng đồng cách điện Policlovinil tiết diện 240 mm có  $[I_{cp}] = 527 (A)$ . Cáp cách điện XLPE có đai thép vỏ PVC do hãng ALCATEL sản xuất.

## 2.12. LỰA CHỌN SỨ CÁCH ĐIỆN

Sứ có tác dụng vừa làm giá đỡ các bộ phận mang điện, vừa làm bộ phận cách điện với đất. Do đó sứ phải có đủ độ bền, chịu đ-ợc lực điện động do dòng ngắn mạch gây ra, đồng thời phải chịu đ-ợc điện áp của mạng, kể cả lúc quá điện áp.

+ Sứ th- ờng đ-ợc chia làm hai loại chính:

- Sứ đỡ hay treo dùng để đỡ hay treo thanh cái, dây dẫn hay các bộ phận mang điện trong các thiết bị điện.

- Sứ xuyên: dùng để dẫn thanh cái hoặc dây dẫn xuyên qua t- ờng nhà.

Theo vị trí sứ dụng có thể phân chia sứ dùng trong trạm, sứ dùng cho đ- ờng dây và sứ dùng cho các thiết bị điện. Theo hoàn cảnh làm việc có thể phân chia ra sứ dùng trong nhà hay sứ dùng ngoài trời. Tùy theo chất l- ợng của vật liệu làm sứ, mỗi loại sứ chịu một lực phá ạng  $F_{ph}$  khác nhau. Lực cho phép tác dụng lên sứ đ- ợc qui định nh- sau:

$$F_{cp} = 0,6 F_{ph}$$

Ở đây hệ số xét rơi độ dự trữ là 0,6.

---

### 2.12.1. Chọn sứ đỡ cho thanh góp 110 kV

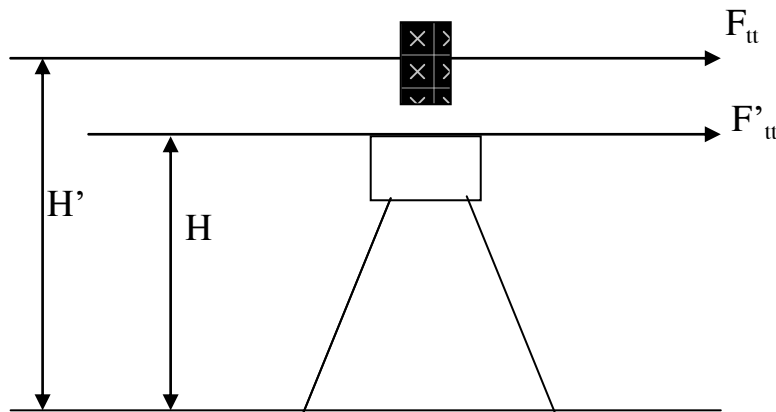
+ Sứ đỡ đ-ợc lựa chọn theo điều kiện sau:

- Loại sứ
- Điện áp:  $U_{đmS} > U_{đm}mg$
- Kiểm tra độ ổn định động: Sự bền vững của sứ đỡ đ-ợc xác định theo lực tính toán trên đầu sứ  $F_{tt}$ .
- Điều kiện độ bền của sứ:

$$F'_{tt} \leq F_{cp} = 0,6 F_{ph}$$

Với:  $F_{cp}$ : lực cho phép tác dụng lên đầu sứ (kg)

$F_{ph}$ : lực phá hoại định mức.



**Hình 2.9. Biểu diễn cách đặt thanh dẫn trên sứ**

Ta có:

$$F'_{tt} = F_{tt} \frac{H'}{H}$$

Với:  $F_{tt}$ : lực tính toán trên khoảng v-ợt của thanh dẫn (kg)

H: là chiều cao của sứ

H': là chiều cao từ đáy sứ đến trọng tâm tiết diện thanh dẫn

- Kiểm tra sứ đã chọn:

+ Điện áp:  $U_{đmS} = 110 \text{ (kV)} = U_{đm}mg = 110 \text{ (kV)}$ .

+ Điều kiện ổn định động

Với điều kiện bền:

$$F_{tt} = 1,76.10^{-2} \cdot i_{xk}^2 \cdot \frac{l}{a}$$

$i_{xk}$ : là dòng điện xung kích.

$l$ : là khoảng cách liên tiếp giữa hai số trên một pha.

$a$ : là khoảng cách giữa hai pha (cm)

**Bảng 2.4: Chọn sứ do Liên Xô chế tạo**

Loại sứ	OHC – 110 - 300	
Điện áp định mức	110	(kV)
Điện áp dự trữ ở trạng thái khô	110	(kV)
Lực phá hoại nhỏ nhất	2000	KG
Chiều cao	412	mm

### 2.12.2. Chọn sứ treo, sứ néo cho cấp điện áp 110 kV.

Sứ treo và sứ néo được chọn theo các điều kiện tùy thuộc vào độ nhiễm bẩn của môi trường xung quanh. Sứ được chọn có điện trở cách điện lần lượt là :

$$+ r_o = 16 \text{ mm/(kV)}$$

$$+ r_o = 20 \text{ mm/(kV)}$$

$$+ r_o = 25 \text{ mm/(kV)}$$

$$+ r_o = 31 \text{ mm/(kV)}$$

Vì trạm thiết kế gần khu công nghiệp, nên sẽ có ảnh hưởng đến độ nhiễm bẩn của môi trường. Điều quan trọng thiết bị đặt ngoài trời, do đó ta chọn  $r_o = 25$  (mm/kV). Theo điều kiện qui định trang bị điện ở Việt Nam có các loại sứ cao áp sau:

Loại sứ	Chiều dài dòng rò r <sub>L</sub> (mm)	Lực phá hỏng (tấn)
π - 50	230	50
π c – 70	290	70
π - 120	330	120
π c – 160	390	160

---

Loại sứ lựa chọn  $\Pi C - 70$ .

+ Chiều dài dòng rò  $L = 290 \text{ mm}$

+ Lực phá hỏng :  $F_{ph} = 70 \text{ tấn}$

Tính số bát sứ trong một chuỗi:

+ Chiều dài dòng rò:

$$H = U \cdot r_0 = 110 \cdot 25 = 2750 \text{ mm}$$

+ Số bát sứ trong một chuỗi:

$$N = \frac{H}{L} = \frac{2750}{290} = 9,48 \text{ bát sứ}$$

Vậy ta chọn loại sứ  $\Pi C - 70$  có 10 bát sứ trong một chuỗi.

### 2.13. SƠ ĐỒ LƯỚI ĐIỆN CHÍNH CỦA TRẠM

- Phía đ-ờng dây 110 kV có hai đ-ờng dây đến dùng sơ đồ cầu. Đặc điểm của sơ đồ cầu là số máy cắt ít, tính đảm bảo an toàn cao. Sơ đồ cầu áp dụng khi có 4 mạch. Trên thực tế có các sơ đồ cầu sau:

+ Sơ đồ cầu có máy cắt ở phía máy biến áp:

Trong sơ đồ này về phía đ-ờng dây không có máy cắt mà chỉ có dao cách ly. Khi sửa chữa hay sự cố một máy biến áp, 2 đ-ờng dây vẫn làm việc bình th-ờng. Ng-ợc lại khi sửa chữa hay sự cố đ-ờng dây thì một máy biến áp tạm thời bị mất điện. Sau đó có thể dùng dao cách ly đ-ờng dây tách rời khỏi đ-ờng dây sự cố hay cần sửa chữa và khôi phục lại sự làm việc bình th-ờng của máy biến áp, phụ tải thay đổi nhiều, tại những giờ phụ tải thấp, ng-ời ta muốn cắt bớt một máy biến áp để giảm bớt tổn thất trong nó và đ-ờng dây ngắn.

+ Sơ đồ có máy cắt ở phía ngoài đ-ờng dây. Trong sơ đồ này về phía cao áp của máy biến áp không đặt máy cắt.

Ưu điểm của sơ đồ là khi ngắn mạch trên một đ-ờng dây nào đó chỉ có một đ-ờng dây mất điện, các máy biến áp làm việc bình th-ờng.

Nh-ợc điểm là khi có sự cố trong máy biến áp một đ-ờng dây tạm thời bị mất điện, chiều dài đ-ờng dây lớn.



---

Trên sơ sở những - u nh- ọc điểm của các sơ đồ nói trên, dựa vào các yêu cầu đóng cắt của trạm , tôi chọn sơ đồ cầu có máy cắt phía máy biến áp. Nh- ng hiện tại theo thiết kế chỉ lắp đặt một máy biến áp nên chỉ đặt một máy cắt 110 KV.

+ Một máy cắt ở phía cao áp máy biến áp.

+ Một bộ máy cắt liên lạc.

Tr- ớc máy cắt và sau máy cắt đặt dao cách ly 110 KV, đầu đ- ờng dây và đặt thiết bị lọc cao tần để phục vụ thông tin.

- Phía 110 KV đ- ợc đặt chống sét van để chống sét lan truyền từ đ- ờng dây vào trạm. Ngoài ra còn có các máy biến điện áp, biến dòng phục vụ cho bảo vệ và đo l- ờng.

- Phía 35 KV sử dụng một sơ đồ một hệ thống thanh cái không phân đoạn có 6 ngăn: 1 lộ tổng, 3 lộ đi, 1 lộ tự dùng, 1 đo l- ờng.

- Tr- ớc thanh cái 35 KV đặt một chống sét van để chống sét lan truyền từ phía đ- ờng dây 35 KV vào trạm, các lộ tổng lộ đi đều sử dụng máy cắt SF6 hoạt chân không đặt trong tủ hợp bộ trong nhà.

- Phía 22 KV đ- ợc sử dụng sơ đồ một hệ thống thanh cái phân đoạn tổng cộng có ba ngăn lộ đi 22 KV, cấp điện cho các phụ tải khu vực, 1 ngăn lộ máy biến áp, 1 ngăn lộ tự dùng, 1 ngăn đo l- ờng.

Tr- ớc thanh cái 22 KV đặt 1 chống sét van để chống sét lan truyền từ đ- ờng dây vào trạm.

Các thiết bị đóng cắt, đo l- ờng dùng các tủ chọn bộ đặt trong nhà.

---

## CHƯƠNG 3.

# TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH

## 3.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH NGẮN MẠCH

### 3.1.1. Khái niệm chung

Ngắn mạch là hiện tượng mạch điện bị nối tắt qua một tổng trở rất nhỏ có thể xem như bằng không.

Nguyên nhân:

- Do cách điện làm việc lâu ngày nên bị già hoá.
- Do sét đánh, do quá điện áp nội bộ.
- Do va chạm cơ khí gây nên ngắn mạch: gió bão cây bị đổ, cột đổ ...
- Do thao tác nhầm lẫn của các nhân viên kỹ thuật.
- Do hiện tượng ngẫu nhiên: do chuột, gián, chim ...

Đặc điểm của ngắn mạch:

- Khi xảy ra ngắn mạch thì trong mạch điện sẽ phát sinh ra quá trình quá độ nên có sự đột biến thay đổi về dòng điện và điện áp, dòng điện tăng lên với chỉ số rất lớn có thể tới hàng chục hàng trăm kA, sau đó dòng điện lại giảm xuống tới một chỉ số ổn định (chỉ số xác lập).

- Về điện áp lại giảm nhanh xuống điện áp ngắn mạch sau đó tiếp tục giảm nữa đến chỉ số điện áp nhất định.

Các dạng ngắn mạch:

- Ngắn mạch ba pha.
- Ngắn mạch hai pha.
- Ngắn mạch một pha chạm đất.
- Ngắn mạch hai pha chạm đất.

### 3.1.2. Phương pháp tính toán ngắn mạch

Thành lập sơ đồ thay thế, tính toán điện kháng của phần tử trong hệ thống điện. Khi thành lập sơ đồ thay thế thì mỗi phần tử hệ thống điện được thay thế bằng một tổng thể.

---

Tổng trở ngắn mạch của hệ thống điện thông thường cần tính toán ngắn mạch các dòng ngắn mạch trong điều kiện chúng được cung cấp từ nhiều nguồn cung cấp và trong hệ thống điện với những mức điện áp khác nhau. Các hệ thống điện với những cấp điện áp khác nhau liên kết thông qua máy biến áp, trong khi đó tổng trở của một số phần tử hệ thống, ví dụ như đường dây trên không, cáp ... được tính toán ở dạng giá trị tuyệt đối, như một số phần tử khác: máy phát máy biến áp ... thường cho dưới dạng tương đối. Chính vì lẽ đó ta chuyển đổi các giá trị tổng trở về một mức cơ bản cho toàn hệ thống.

Ta tính toán thành phần chu kỳ ban đầu của dòng ngắn mạch bằng nguồn áp tương đương: Phương pháp đơn giản và tiện lợi nhưng không tính đến lõi của hệ thống. Nội dung của phương pháp thay tại điểm ngắn mạch bằng một nguồn áp tương đương. Điện áp của máy phát, hệ thống coi như bằng không.

### **3.1.3. Xác định điểm ngắn mạch tính toán**

Khi lập sơ đồ để tính dòng điện ngắn mạch đối với mỗi khí cụ điện, cần chọn một chế độ làm việc nặng nề nhất nhưng phải phù hợp với điều kiện làm việc thực tế. Điểm ngắn mạch tính toán là điểm mà khi xảy ra ngắn mạch tại đó dòng điện ngắn mạch tại đó thì dòng điện ngắn mạch đi qua khí cụ điện là lớn nhất.

#### **3.1.3.1. Xác định điểm ngắn mạch $K_1$**

Ở cấp điện áp 110 kV, thường chỉ chọn một loại máy cắt điện và dao cách ly, vì vậy chỉ cần tính đến điểm ngắn mạch  $K_1$  ngay trên thanh góp 110 kV. Nguồn cung cấp là hệ thống điện.

#### **3.1.3.2. Xác định điểm ngắn mạch $K_2$**

Dùng để chọn khí cụ điện phân hạ áp 22 kV.

#### **3.1.3.3. Xác định điểm ngắn mạch $K_3$**

Dùng để chọn khí cụ điện phân trung áp 35 kV bao gồm máy cắt điện và dao cách ly dùng để bảo vệ và cắt thành phần phía sau thanh cái 35 kV.

### 3.1.3.4. Xác định điểm ngắn mạch $K_4, K_5$

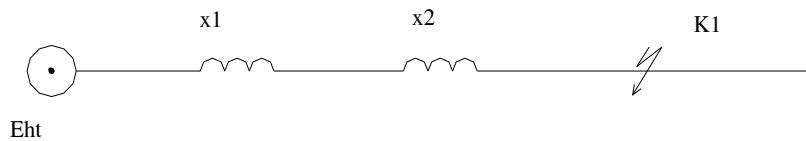
Dùng để chọn khí cụ điện cho máy biến áp  $T_2, T_3$ .

### 3.1.3.5. Xác định điểm ngắn mạch $K_6, K_7$

Dùng để chọn khí cụ điện bao gồm máy cắt điện và dao cách ly dùng để bảo vệ và cắt thành phần phía sau máy biến áp  $T_2, T_3$ .

## 3.2. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH TẠI THANH CÁI 110 KV: K1

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại điểm  $K_1$



+ Chọn đại lượng cơ bản:

$$S_{cb} = 100 \text{MVA}$$

$$U_{cb} = U_{tbđm} = 115 \text{kv}$$

+ Tính trở kháng các phần tử.

Đối với hệ thống ta có:  $x_1 = 0$ , bởi vì ta có công suất của hệ thống là vô cùng lớn.

Đối với đường dây:

$$x_2 = x_0 \cdot l \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2}$$

Đường dây AC185 có  $r_0 = 0,16; x_0 = 0,35 \Omega/\text{km}$

$$\text{Vậy } x_2 = 0,35 \cdot 21,836 \frac{100}{115^2} = 0,058 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow x_{\Sigma} = x_1 + x_2 = 0 + 0,058 = 0,058 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Tính dòng ngắn mạch tại điểm  $K_1$

$$I_{K1} = I_{ckt} = I_{*K1} = \frac{I_{cb}}{x_{\Sigma}}$$

$$\text{Với } I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,520 \text{ (KA)}$$

$$\text{Vậy } I_{K1} = \frac{0,502}{0,058} = 8,66 \text{ (KA)}$$

Tính dòng xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{ckt} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,66 = 20,04 \text{ (kA)}$$

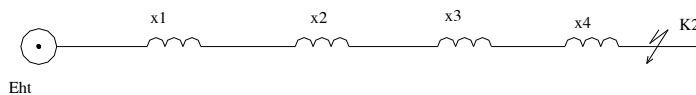
$k_{xk}$ : hệ số xung kích, vì ngắn mạch ở xa (sau máy biến áp, đường dây) nên ta luôn có  $k_{xk} = 1,8$  trong phần tính toán ngắn mạch của hệ thống điện này.

Công suất ngắn mạch tại điểm  $K_1$ :

$$S_{K1} = \sqrt{3} U_{cb} \cdot I_{K1} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 8,66 = 1725 \text{ (MVA)}$$

### 3.3. NGẮN MẠCH TẠI THANH CÁI 22 KV: $K_2$

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại điểm  $K_2$



Qui đổi về đại lượng cơ bản:

$$U_{cb} = U_{tbđm} = 24 \text{ (KV)}$$

Đối với máy biến áp  $T_1$ :

$$S = 25 \text{ (MVA)}$$

$$U = 110/35/22 \text{ KV}$$

$$U_{NC-T} = 10,5\%; \quad U_{NC-H} = 17\%; \quad U_{NT-H} = 6\%$$

Trong đó  $U_{NC-T}$ : là điện áp ngắn mạch giữa cuộn cao áp và cuộn trung áp.

$U_{NC-H}$ : là điện áp ngắn mạch giữa cuộn cao áp và cuộn hạ áp.

$U_{NT-H}$ : là điện áp ngắn mạch giữa cuộn trung áp và cuộn hạ áp.

Máy biến áp  $T_1$  ta có ngắn mạch từng cuộn.

$$U_{NC}\% = \frac{1}{200} (U_{NC-T}\% + U_{NC-H}\% - U_{NT-H}\%) = \frac{1}{200} (10,5 + 17 - 6) = 0,1075$$

$$U_{NH}\% = \frac{1}{200} (U_{NT-H}\% + U_{NC-H}\% - U_{NC-T}\%) = \frac{1}{200} (17 + 6 - 10,5) = 0,0625$$

$$U_{NT}\% = \frac{1}{200} (U_{NT-H}\% + U_{NC-T}\% - U_{NC-H}\%) = \frac{1}{200} (10,5 + 6 - 17) \approx 0$$

Điện kháng từng cuộn:

$$x_3 = x_c = U_{NC} \% \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} = 0,1075 \cdot \frac{100}{25} = 0,43 (\Omega)$$

$$x_4 = x_h = U_{Nh} \% \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} = 0,0625 \cdot \frac{100}{25} = 0,25 (\Omega)$$

$$x_5 = x_t = 0$$

Tính ngắn mạch tại điểm  $K_2$

$$x_{K2} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0 + 0,058 + 0,43 + 0,25 = 0,738 (\Omega)$$

Dòng ngắn mạch tại điểm  $K_2$

$$I_{K2} = I_{ckt} = I_{\ast K2} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma}}$$

$$\text{Mà } I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb}} \text{ vậy } I_{K2} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb} \cdot x_{K2}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 24 \cdot 0,738} = 3,26 (\text{kA})$$

Dòng xung kích tại  $K_2$

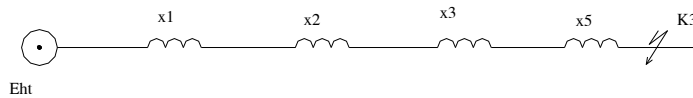
$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{ckt} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 3,26 = 8,3 (\text{kA})$$

Công suất ngắn mạch tại  $K_2$

$$S_{K2} = \sqrt{3}U_{cb} \cdot I_{K2} = \sqrt{3} \cdot 24 \cdot 3,26 = 135,52 (\text{MVA})$$

### 3.4. TÍNH NGẮN MẠCH TẠI THANH CÁI 35 KV: $K_3$

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại điểm  $K_3$



Qui đổi về điện áp cơ bản:  $U_{cb} = U_{tbđm} = 37 \text{ KV}$

Ta có:  $x_{K3} = x_1 + x_2 + x_3 + x_5 = 0 + 0,058 + 0,43 + 0 = 0,488 (\Omega)$

Dòng ngắn mạch tại điểm  $K_3$

$$I_{K2} = I_{ckt} = I_{\ast K3} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma}} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb} \cdot x_{K3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37 \cdot 0,488} = 3,2 (\text{kA})$$

Dòng xung kích tại  $K_3$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{ckt} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 3,2 = 8,15 (\text{kA})$$

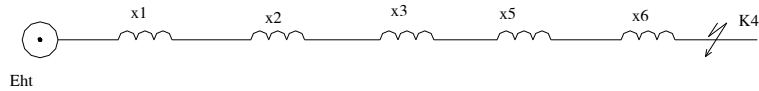
---

Công suất ngắn mạch tại  $K_3$

$$S_{K3} = \sqrt{3}U_{cb} \cdot I_{K3} = \sqrt{3} \cdot 37 \cdot 3,2 = 205,1 \text{ (MVA)}$$

### 3.5. TÍNH NGẮN MẠCH TẠI $K_4$

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại điểm  $K_4$



Qui đổi về điện áp cơ bản:  $U_{cb} = U_{tbđm} = 37 \text{ KV}$

Ta có:  $x_{K4} = x_1 + x_2 + x_3 + x_5 + x_6$

$$\text{Mà } x_6 = x_0 \cdot l \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2}$$

Với đ-ờng dây AC50 ta có:  $r_0 = 0,65 \text{ } \Omega/\text{km}$ ;  $x_0 = 0,4 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$x_6 = 0,4 \cdot 20 \cdot \frac{100}{37^2} = 0,584 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$x_{K4} = 0 + 0,058 + 0,43 + 0 + 0,584 = 1,072 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Dòng ngắn mạch tại điểm  $K_4$

$$I_{K4} = I_{ckt} = I_{\infty K4} = \frac{I_{cb}}{x_{\Sigma}}$$

$$\text{Mà } I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb}} \text{ vậy } I_{K4} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb} \cdot x_{K4}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37 \cdot 1,072} = 1,46 \text{ (KA)}$$

Dòng xung kích tại  $K_4$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{ckt} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,46 = 3,705 \text{ (KA)}$$

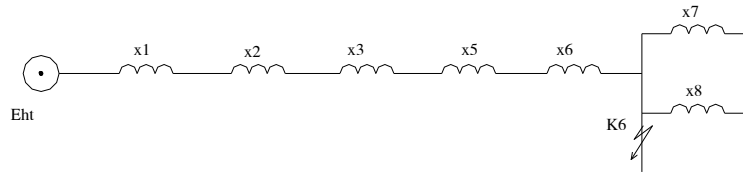
Công suất ngắn mạch tại  $K_4$

$$S_{K5} = \sqrt{3}U_{cb} \cdot I_{K4} = \sqrt{3} \cdot 37 \cdot 1,46 = 94 \text{ (MVA)}$$

### 3.6. TÍNH NGẮN MẠCH TẠI $K_6$

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại điểm  $K_6$

---



Tính trở kháng các phần tử.

Đối với máy biến áp  $T_2$ :

$$x_7 = \frac{U_N \%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{100}{2,5} = 2,2 = x_8$$

Trở kháng tổng:

$$x_{\Sigma} = x_{K6} = x_{K4} + \frac{x_7}{2} = 1,072 + \frac{2,2}{2} = 2,172 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Dòng ngắn mạch tại điểm  $K_6$

$$I_{K6} = I_{ckt} = I_{*K6} = \frac{I_{cb}}{x_{\Sigma}}$$

$$\text{Mà } I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb}} \text{ vậy } I_{K6} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb} \cdot x_{K6}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37 \cdot 2,172} = 0,72 \text{ (kA)}$$

Dòng xung kích tại  $K_6$

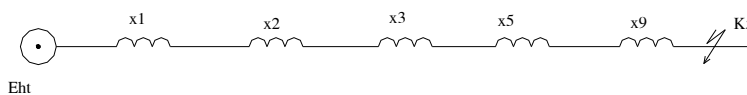
$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{ckt} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 0,72 = 1,833 \text{ (kA)}$$

Công suất ngắn mạch tại  $K_6$

$$S_{K6} = \sqrt{3}U_{cb} \cdot I_{K6} = \sqrt{3} \cdot 37 \cdot 0,72 = 46,14 \text{ (MVA)}$$

### 3.7. TÍNH NGẮN MẠCH TẠI $K_5$

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại điểm  $K_5$



Qui đổi về điện áp cơ bản:  $U_{cb} = U_{tbdm} = 37 \text{ (kV)}$

Ta có:  $x_{K5} = x_1 + x_2 + x_3 + x_5 + x_9$

$$\text{Mà } x_9 = x_0 \cdot l \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2}$$

Với đ-ờng dây AC50 ta có:  $r_0 = 0,65 \text{ }\Omega/\text{km}$ ;  $x_0 = 0,4 \text{ }\Omega/\text{km}$



$$x_9 = 0,4.17,8. \frac{100}{37^2} = 0,52 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$x_{K5} = 0 + 0,058 + 0,43 + 0 + 0,52 = 1,008 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Dòng ngắn mạch tại điểm K<sub>5</sub>

$$I_{K5} = I_{ckt} = I_{\infty K5} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma}}$$

$$\text{Mà } I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb}} \text{ vậy } I_{K5} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb} \cdot x_{K5}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37 \cdot 1,008} = 1,55 \text{ (KA)}$$

Dòng xung kích tại K<sub>5</sub>

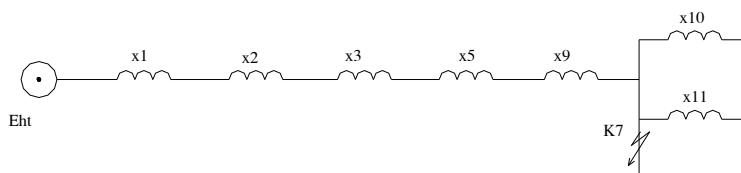
$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{ckt} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,55 = 3,95 \text{ (KA)}$$

Công suất ngắn mạch tại K<sub>5</sub>

$$S_{K5} = \sqrt{3}U_{cb} \cdot I_{K5} = \sqrt{3} \cdot 37 \cdot 1,55 = 99,3 \text{ (MVA)}$$

### 3.8. TÍNH NGẮN MẠCH TẠI K<sub>7</sub>

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại điểm K<sub>7</sub>



Qui đổi về điện áp cơ bản:  $U_{cb} = U_{tbđm} = 37 \text{ (kV)}$

Tính trở kháng các phần tử.

Đối với máy biến áp T<sub>3</sub>:

$$x_{10} = \frac{U_N \%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{100}{2,5} = 2,2 = x_{11}$$

Trở kháng tổng:

$$x_{\Sigma} = x_{K7} = x_{K5} + \frac{x_{10}}{2} = 1,008 + \frac{2,2}{2} = 2,108 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Dòng ngắn mạch tại điểm K<sub>7</sub>

$$I_{K7} = I_{ckt} = I_{\infty K7} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma}}$$

$$\text{Mà } I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb}} \text{ vậy } I_{K7} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}.U_{cb}.x_{K7}} = \frac{100}{\sqrt{3}.37.2,108} = 0,74 \text{ (KA)}$$

Dòng xung kích tại K<sub>7</sub>

$$i_{xk} = \sqrt{2}.k_{xk}.I_{ckt} = \sqrt{2}.1,8.0,74 = 1,884 \text{ (KA)}$$

Công suất ngắn mạch tại K<sub>7</sub>

$$S_{K7} = \sqrt{3}U_{cb}.I_{K7} = \sqrt{3}.37.0,74 = 47,4 \text{ (MVA)}$$

**Bảng 3.1. Kết quả tính toán ngắn mạch**

STT	Nơi ngắn mạch	Điểm ngắn mạch	Dòng định mức	Dòng điện ngắn mạch		Công suất ngắn mạch
				I <sub>K</sub> (KA)	I <sub>xk</sub> (KA)	
1	Thanh cái 110 kV	K <sub>1</sub>	131	8,66	20,04	1725
2	Thanh cái 35 kV	K <sub>2</sub>	412	3,2	8,15	205,1
3	Thanh cái 22 kV	K <sub>3</sub>	656	3,26	8,3	135,52
4	Tr-óc MBA T <sub>2</sub>	K <sub>4</sub>		1,46	3,705	94
5	Tr-óc MBA T <sub>3</sub>	K <sub>5</sub>		1,55	3,95	99,3
6	Sau MBA T <sub>2</sub>	K <sub>6</sub>		0,72	1,833	46,14
7	Sau MBA T <sub>3</sub>	K <sub>7</sub>		0,74	1,884	47,4

Trong đó dòng điện định mức đ-ợc tính nh- sau:

$$\text{Tại thanh cái 110 KV: } I_{dm} = \frac{S_{dmB}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{25000}{\sqrt{3}.110} = 131 \text{ (A)}$$

$$\text{Tại thanh cái 35 KV: } I_{dm} = \frac{S_{dmB}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{25000}{\sqrt{3}.35} = 412 \text{ (A)}$$

$$\text{Tại thanh cái 22 KV: } I_{dm} = \frac{S_{dmB}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{25000}{\sqrt{3}.22} = 656 \text{ (A)}$$

Qua kết quả tính toán ghi trong bảng trên so với kết quả tính toán của viện năng l-ợng thì phù hợp vì vậy kết quả tính toán là đáp ứng.

---

## CHƯƠNG 4.

# HỆ THỐNG NỐI ĐẤT CỦA TRẠM

### 4.1. KHÁI QUÁT VỀ SÉT

Sét là sự phóng điện trong khí quyển giữa các đám mây mang điện trái dấu. Trước khi có sự phóng điện của sét đã có sự phân chia và tích lũy rất mạnh điện tích trong đám mây giông do tác dụng của các luồng không khí nóng thổi bốc lên và hơi nước ngưng tụ trong các đám mây. Các đám mây mang điện là do kết quả của sự phân tích điện trái dấu và tập trung trong các phần khác nhau của đám mây

Phần dưới của các đám mây thường tích điện âm ở phần trên của đám mây tích điện dương. Cường độ điện trường của tụ điện mây đất tăng lên và nếu tại chỗ nào đó cường độ đạt tới giá trị  $25 \div 30 \text{ kV/cm}$  lúc đó không khí bị ion hóa và bắt đầu trở lên dẫn điện.

Sự phóng điện của sét chia làm ba giai đoạn:

- Phóng điện giữa các đám mây và đất (xuất hiện dòng sáng đi xuống đất với tốc độ  $100 \div 100 \text{ km/s}$ ). Điện thế đầu cực của dòng cao tới hàng triệu vôn. Đây gọi là giai đoạn phóng điện tiêu đạo.

- Giai đoạn các điện tích dương của đất di chuyển có hướng từ đất theo dòng tiêu đạo với tốc độ lớn là  $6,104 \div 105 \text{ m/s}$ . Chạy lên và trung hòa với điện tích âm của dòng tiêu đạo. Đây là giai đoạn chủ yếu.

- Giai đoạn phóng điện thứ ba của sét kết thúc sự di chuyển các điện tích của mây mà từ đó bắt đầu phóng điện sự lóe sáng dần biến mất.

Tham số rất quan trọng của sét: biên độ của dòng điện sét  $I_s$  và độ dốc bắt đầu sóng  $a$

$$a_{\max} = \frac{d_{is}}{D_t}$$

Biên độ của sóng sét không vượt quá  $200 \div 300 \text{ KA}$  thực tế ta rất ít thấy dòng điện sét lớn hơn bằng  $100 \text{ KA}$ . Trong tính toán bảo vệ thường lấy bằng

---

50 ÷ 100 KA tùy theo tầm quan trọng của bảo vệ. Độ dốc đầu sóng không vượt quá 50 KA/ms. Như vậy khi các công trình điện bị sét đánh trực tiếp (đường dây, trạm biến áp) cũng như khi sét đánh gần công trình thì điện áp khí quyển phát sinh.

Quá điện áp khí quyển do sét đánh trực tiếp là nguy hiểm nhất. Đặc điểm quá điện áp khí quyển là tính chất ngắn hạn của nó. Sét phóng điện chỉ trong vòng vài chục micro giây và điện áp tăng cao có đặc tính xung. Mỗi điện áp cách điện của một vật chỉ ở mức nào đó. Nếu sử dụng vật liệu có điện áp quá cao sẽ làm tăng giá thành thiết bị điện, còn nếu hạ thấp mức cách điện có thể dẫn tới sự cố nặng. Do vậy, mức cách điện phải được xác định tùy theo đặc tính giá trị quá điện áp có thể. Mỗi thiết bị có khả năng chịu được quá điện áp khí quyển xác định. Việc sử dụng các thiết bị để chống quá điện áp khí quyển có một ý nghĩa quan trọng nó giúp giảm chi phí cũng như tăng tuổi thọ của thiết bị.

Các thiết bị điện được bảo vệ chống quá điện áp khí quyển bằng hệ thống cột và dây chống sét, giữ cho đối tượng được bảo vệ không bị sét đánh trực tiếp, các thiết bị van chống sét, khe hở phóng điện, chống sét ống có tác dụng hệ thống quá điện áp phát sinh trong thiết bị đến trị số thấp hơn điện áp thí nghiệm.

## **4.2. HỆ THỐNG NỐI ĐẤT**

### **4.2.1. Khái niệm chung về nối đất**

Nối đất có hai loại: nối đất bảo vệ và nối đất làm việc.

+ Nối đất làm việc là nối đất một số điểm của mạng điện (điểm trung tính của máy biến áp điểm giữa) với đất nhằm mục đích xác định chế độ làm việc của hệ thống nâng cao độ tin cậy, kinh tế khi vận hành hệ thống điện.

Nối đất có thể trực tiếp hoặc thông qua điện trở, cuộn kháng tùy theo yêu cầu của chế độ làm việc cụ thể.

+ Nối đất bảo vệ là nối đất bộ phận kim loại của thiết bị bình thường không mang điện tích với đất để đề phòng tai nạn do xuất hiện điện áp trên bộ phận kim loại. Khi đó chạm điện ra vỏ hoặc ngắn mạch, xông điện áp.

Trong đồ án này l-ới đất đ-ợc sử dụng các dây dải sắt tròn  $\phi$  14 dải theo diện tích chạy thành ô l-ới. Sử dụng cọc tiếp địa  $\phi$  22 dài 3 m. L-ới nối đất đ-ợc chôn sâu cách mặt đất 0,8m. Cọc đ-ợc đóng sâu 0,7 m, liên kết giữa l-ới và cọc bằng hàn điện, liên kết giữa các dây của l-ới bằng hàn điện, l-ới nối đất đ-ợc thiết kế sao cho điện trở nối đất của toàn trạm nhỏ hơn bằng 0,5  $\Omega$  ở bất kỳ thời gian làm việc nào. Để nối đất thiết bị trạm toàn bộ các thiết bị đ-ợc nối với hệ thống nối đất thông qua sắt dẹt  $40 \times 4$ . Tiếp địa của các kim thu lôi đ-ợc nối đất của trạm.

#### 4.2.2. Tính toán thiết kế

+ Điện trở nối đất cho phép:  $R_{dcp} = 0,5 \Omega$

+ Điện trở suất tính toán:  $\rho_{dtt} = 0,4.10^4 \Omega\text{cm}$

+ Điện trở nối đất tự nhiên coi nh- không có.

+ Chọn cọc tiếp địa lá sắt tròn mạ kẽm  $\phi$  22 dài 3m, cọc đ-ợc đóng cách mặt đất 0,7 m.

$$\Rightarrow R_{dc} = 3 \frac{\rho_{dtt}}{2\pi d} \cdot \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4.h_{tb} + 1}{4.h_{tb} - 1} \right)$$

$$h_{TG} = h_0 + \frac{1}{2} = 0,7 + \frac{3}{2} = 2,2\text{m} = 2,2.10^2 (\text{cm})$$

Thay các thông số ta có:

$$R_{dc} = 3 \frac{0,4.10^4}{2.3,14.3.10^2} \cdot \left( \ln \frac{2.3.10^2}{2,2} + \frac{1}{2} \ln \frac{4.220 + 300}{4.220 - 300} \right) = 17,9 (\Omega)$$

Số cọc lý thuyết  $N_{LT}$

$$N_{LT} = \frac{R_{dc}}{R_d} = \frac{17,9}{0,5} = 36 \text{ cọc}$$

Cọc tiếp địa đ-ợc đóng theo mạch vòng quanh diện tích trạm. Tổng chiều dài phân bố tiếp địa.

---

$L = 200$  (m). Vậy khoảng cách giữa 2 cọc tiếp địa là:

$$a = \frac{L}{N_{LT}} = \frac{200}{36} \approx 5,5 \text{ (m)}$$

$\Rightarrow \eta = 0,56$  (hệ số sử dụng).

+ Số cọc có tính đến hệ số sử dụng:

$$N = \frac{R_{dc}}{R_d \cdot \eta} = \frac{17,9}{0,5 \cdot 0,65} = 55 \text{ (cọc)}$$

Chọn  $N = 60$  cọc  $\Rightarrow \eta = 0,65$ .

Điện trở của số cọc tính lại:

$$R'_{\Sigma dc} = \frac{R_{dc}}{N \cdot \eta} = \frac{17,9}{60 \cdot 0,65} = 0,53 \text{ } (\Omega)$$

Chọn thanh cái nối các cọc tiếp địa là sắt tròn  $\phi 14$  đặt cách mặt đất 0,8 m tổng chiều dài là 200 m. Điện trở nối đất của thanh nối đ-ợc xác định theo công thức:

$$R_{thanh} = \frac{\rho_{dt}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{L^2}{d \cdot h}$$

$$h = h_0 + \frac{d}{2} \approx 0,8 \text{ m}$$

Trong đó:  $h_0$  khoảng cách tròn sâu của l-ới tiếp địa

$d$  là đ-ờng kính

$$R_{thanh} = \frac{0,4 \cdot 10^4}{2,314 \cdot 2 \cdot 10^4} \cdot \ln \frac{(2 \cdot 10^4)^2}{1,4 \cdot 0,8 \cdot 10^2} = 0,48 \text{ } (\Omega)$$

Điện trở nối đất của thanh có tính đến hệ số sử dụng  $\eta = 0,2$ .

$$R'_{thanh} = R_{thanh} / \eta = 0,48 / 0,2 = 2,4 \text{ } \Omega$$

Điện trở nối đất nhân tạo của toàn hệ thống:

$$R_{d2} = \frac{R'_{\Sigma dc} \cdot R'_{thanh}}{R'_{\Sigma dc} + R'_{thanh}} = \frac{0,53 \cdot 2,4}{0,53 + 2,4} = 0,43 \text{ } (\Omega)$$

So sánh  $R_{d2}$  và ( $R_{đất} = 0,5 \text{ } \Omega$ ). Hệ thống nối đất gồm 60 cọc và các thanh nối giữa các cọc đảm bảo điều kiện nối đất cho phép.

---

---

### 4.3. BẢO VỆ SÓNG LAN TRUYỀN

Để chống sét đánh trực tiếp vào trạm toàn bộ trạm sẽ đặt 4 cột thu lôi mỗi cột có chiều cao 18 m. Ngoài ra còn kéo dây chống sét từ đường dây 100 KV vào cổng và bóc tích trong trạm. Tiếp địa của các kim thu lôi được nối với hệ thống nối đất của trạm.

Cột thu lôi được phát minh năm 1750 nhờ Franklin trong quá trình thực nghiệm ngoài trời đã nghiên cứu và đưa đến những kiến thức khá chính xác về ảnh hưởng trực tiếp của sét. Khi có một đám mây tích điện âm đi qua đỉnh cột thu lôi (có chiều cao đối với mặt đất và có điện thế của đất coi như bằng 0) nhờ cảm ứng điện từ thì đỉnh cột thu lôi sẽ nạp một điện tích dương. Do đỉnh cột thu lôi nhọn nên cường độ điện trường vùng này khá lớn. Điều này tạo nên dễ dàng một kiểu phóng điện từ cột thu lôi lên đám mây tích điện âm do đó sẽ có dòng phóng từ đám mây xuống đất.

Sét đánh theo quy luật xác suất và chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố, những nghiên cứu về chống sét cho thấy rằng chiều cao của cột thu lôi và hệ thống nối đất đảm bảo sẽ là yếu tố chính để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào thiết bị đặt trong vùng bảo vệ. Khoảng không gian gần cột thu lôi mà thiết bị được bảo vệ đặt trong đó, rất ít khả năng bị sét đánh gọi là vùng hay phạm vi bảo vệ.

### 4.4. THIẾT KẾ CỘT THU LÔI VÀ KÍCH THƯỚC VÙNG BẢO VỆ

- + Phạm vi cần được bảo vệ là diện tích toàn trạm  $64 \times 64 \text{ m}_2$ .
- + Chiều cao của cột đối tượng cần được bảo vệ  $h_x = h_{\max} = 6,4$ .
- + Chọn cột thu lôi có chiều cao  $H = 20 \text{ m}$ .

Trên cơ sở số liệu lựa chọn vùng bảo vệ ta xác định các thông số cho vùng bảo vệ (H16).

Bán kính bảo vệ ( $R_x$ ):

$$R_x = 1,6h_a \cdot \frac{P}{1 + \frac{h_x}{h}}$$

---

Trong đó:

$$P = 1 \text{ nếu } 30 \text{ m} \geq h$$

$h_x$ : chiều cao của đối tượng bảo vệ

$h$ : chiều cao cột thu lôi

$h_a$ : chiều cao hiệu dụng cột thu lôi

$$h_a = h - h_x = 20 - 6,4 = 13,6$$

Thay số ta có:

$$R_x = 1,6 \cdot 13,6 \cdot \frac{1}{1 + \frac{6,4}{20}} = 16,5 \text{ (m)}$$

Bề ngang bảo vệ ở độ cao  $h_x$  (bề ngang hẹp nhất)

$$2b'_x = 4R_x \cdot \frac{7h_a - 64}{14h_a - 9}$$

$a$ : là khoảng cách giữa hai cột thu lôi

Thay số ta có:

$$2b'_x = 4 \cdot 16,5 \cdot \frac{7 \cdot 13,6 - 64}{14 \cdot 13,6 - 9} = 16,8 \text{ (m)}$$

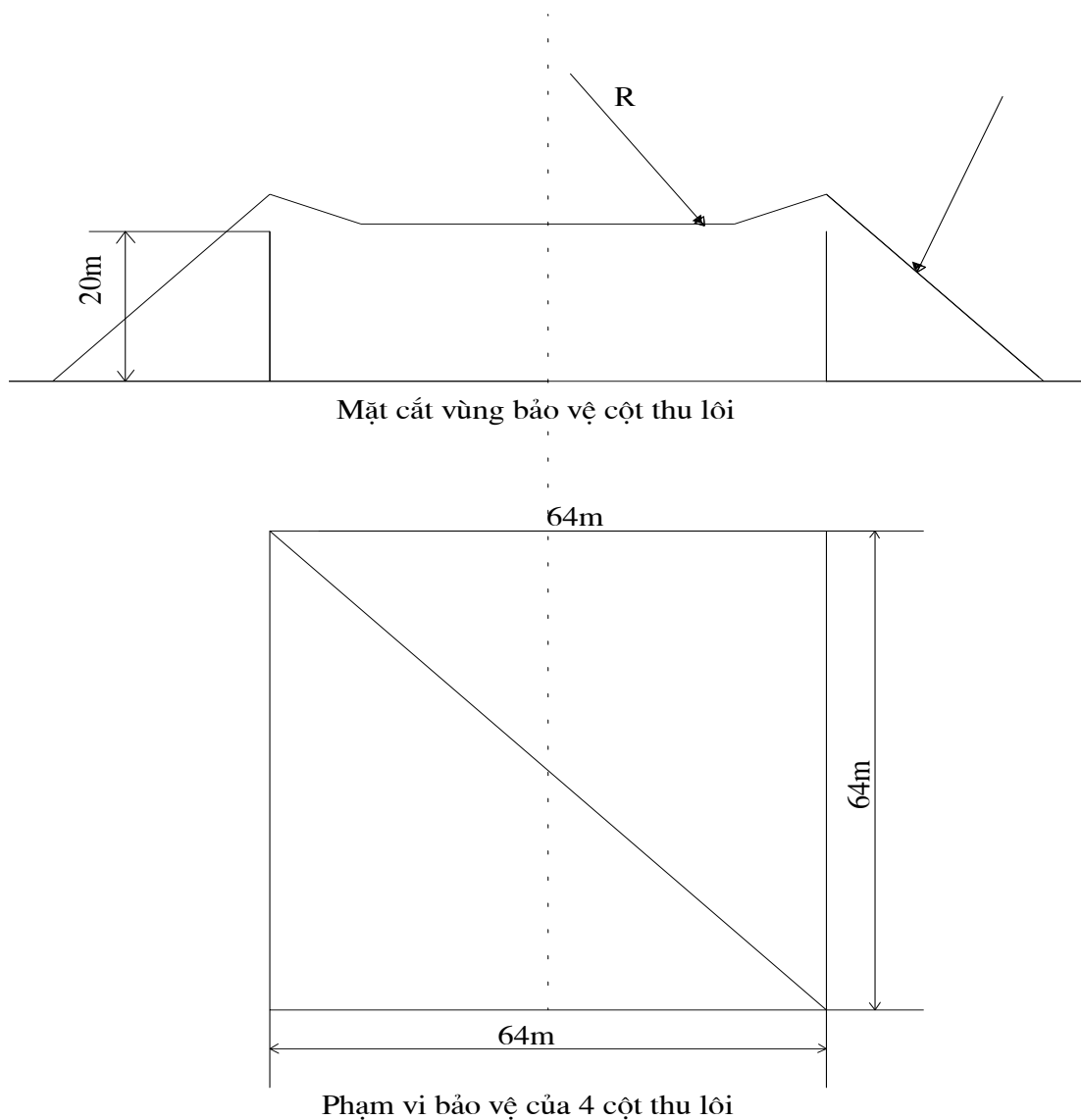
$$b'_x = 8,4 \text{ (m)}$$

Ngoài ra ta cần phải kiểm tra điều kiện đảm bảo, bảo vệ an toàn cho toàn diện tích cần được bảo vệ. Vật có độ cao  $h_x$  nằm trong phạm vi bảo vệ. Nếu điều kiện sau thỏa mãn:  $D < 8(h - h_x)$  với  $h \geq 30 \text{ m}$ .

$D$ : độ dài đường chéo vùng bảo vệ.

$$\Rightarrow 8(20 - 6,4) = 108,8 \text{ m} > 90,8 \text{ m} \text{ vậy điều kiện được thỏa mãn.}$$





Trong đó R là bán kính vùng bảo vệ

Cột thu lôi có chiều cao 20 m

Trạm biến áp có diện tích  $64 \times 64 \text{ m}^2$

4 cột thu lôi đ-ợc nối với nhau bằng hệ thống dây tạo thành vùng bảo vệ an toàn cho toàn trạm.

---

## CHƯƠNG 5.

# PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TRẠM BIẾN ÁP

### 5.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mục đích của việc bảo vệ rơle cho hệ thống điện là phát hiện sự cố và tình trạng làm việc không bình thường xảy ra trong hệ thống điện, để có biện pháp thích hợp đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện và ổn định của hệ thống. Do đó việc bảo vệ cho các phần tử quan trọng trong hệ thống (nh- các đ- ồng dây tải điện cao áp , siêu cao áp, các kháng bù ngang, bù dọc, các trạm biến áp ... ) là điều rất cần thiết. Vì vậy việc thực hiện bảo vệ rơle cho trạm biến áp là điều rất quan trọng.

Để đảm bảo rơle cho trạm biến áp cần biết đ- ợc các sự cố và tình trạng làm việc không bình thường của máy biến áp từ đó có biện pháp thích hợp (cắt máy cắt hoặc báo tín hiệu) để đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện và ổn định của hệ thống.

#### 5.1.1. Các dạng h hỏng trong máy biến áp

- Ngắn mạch nhiều pha trong máy biến áp
- Ngắn mạch một pha trong cuộn dây máy biến áp gồm có:
  - + Các vòng dây trong một pha chạm nhau.
  - + Một pha chạm đất.
- Cách điện giữa các lá thép của mạch từ bị phá hủy do dòng điện xoáy lớn quá đốt cháy cả lõi thép.
- Mức dầu trong máy tụt xuống quá mức cho phép do vỏ máy biến áp bị hỏng.

Quá tải phải xem xét cẩn thận cho từng tr- ờng hợp cụ thể: tình hình trao đổi công suất giữa các phía điện áp khác nhau, cuộn dây nào của máy biến áp trong sơ đồ khảo sát có thể bị quá tải.

---

Ở các trạm biến áp hoàn toàn tự động thì khi quá tải phải thử dùng các nguồn dự trữ, thực hiện tự động giảm phụ tải, cắt máy biến áp nếu nh- quá tải v- ợt quá giới hạn cho phép.

- Mức dầu hạ thấp khi nhiệt độ không khí tụt xuống đột ngột.
- Quá điện áp khi ngắn mạch chạm đất trong hệ thống.

### **5.1.2. Bảo vệ máy biến áp động lực**

- Bảo vệ so lệch máy biến áp.
- Bảo vệ hơi cho thùng dầu chính máy biến áp.
- Bảo vệ dòng dầu cho khối điều chỉnh điện áp.

### **5.1.3. Các phần tử của sơ đồ 5.1 và 5.2**

+ Sơ đồ 5.1:

- 50/51N : Bảo vệ quá dòng cắt nhanh, cắt có thời gian cho sự cố với đất .
- 87t : Bảo vệ so lệch máy biến áp.
- 87N : Bảo vệ quá dòng chạm đất.
- 49 : Bảo vệ quá tải.
- 67 : Bảo vệ quá dòng.
- OT : Bảo vệ nhiệt độ cho máy biến áp.
- OL : Bảo vệ dầu cho máy biến áp.
- BH : Bảo vệ hơi cho máy biến áp.

+ Sơ đồ 5.2:

400/1 : 400 có nghĩa là dòng định mức phía sơ cấp của máy biến dòng là 400 A, còn phía thứ cấp là 1 A.

7UT513: Là rơ le bảo vệ so lệch cho máy biến áp ngoài ra còn bảo vệ thứ tự không cho máy biến áp, bảo vệ quá dòng có tính thời gian độc lập và đặc tính thời gian phụ thuộc, chức năng bảo vệ tải cho bất kỳ cuộn dây nào của máy biến áp.

7SJ512: Rơ le bảo vệ quá dòng có thời gian độc lập hay phụ thuộc để bảo vệ đ- ồng dây trên không và cáp, hay máy biến áp trong l- ới phân phối

---

với các cấu hình l-ới khác nhau. Nó cũng dùng làm bảo vệ dự phòng cho đ- ồng dây, máy biến áp, máy phát động cơ, thanh góp.

#### 5.1.4. Bảo vệ so lệch bằng role số

Bảo vệ so lệch tác động nhanh là bảo vệ chính của máy biến áp, khi xảy ra sự cố bảo vệ phải tác động cắt tức thời tất cả các máy cắt nối với máy biến áp.

Bảo vệ so lệch máy biến áp nhằm chống ngắn mạch nhiều pha trong cuộn dây máy biến áp.

Bảo vệ so lệch máy biến áp có đặc điểm là dòng điện không cân bằng khá lớn.

Dòng điện không cân bằng tính toán trong mạch so lệch tính sang phía sơ cấp bao gồm các thành phần sau:

$$I_{Kcbit} = I_{Kcbfi} + I_{KcbM} + I_{Kcbu} + I_{KcbN} \quad (5.1)$$

$I_{Kcbfi}$ : thành phần dòng điện không cân bằng do sai số của máy biến dòng gây lên.

$I_{KcbM}$ : thành phần không cân bằng do dòng điện từ hóa của máy biến áp động lực gây lên.

$I_{KcbN}$  : thành phần không cân bằng do việc chọn các dòng điện định mức phía sơ cấp máy biến dòng đặt ở các phía máy biến áp gây lên khác với tỷ số biến đổi của máy biến áp gây lên.

Trong thực tế ng- ời ta thấy giá trị cực đại của  $I_{Kcbit}$  có thể ở một trong hai tr- ờng hợp sau:

- Do dòng từ hóa nhảy vọt khi đóng máy biến áp không tải hoặc khi cắt ngắn mạch. Dòng từ hóa trong tr- ờng hợp này có giá trị rất lớn của đối t- ượng cần đ- ợc bảo vệ .

Các máy biến dòng đặt ở hai đầu phân tử đ- ợc bảo vệ có tỉ số biến đổi t- ơng đ- ơng nhau.

Để phân tích cách làm việc của bảo vệ ta phân tích các tình trạng sau của bảo vệ:

---

Tình trạng làm việc bình thường và ngắn mạch trong trường hợp lý tưởng (các máy biến dòng không có sai số). Nếu bỏ qua điện dung của đường dây, ta có:

$$I_{1S} = I_{2S} \text{ trong đó } I_{1T} = I_{2T}$$

Và dòng chạy qua bảo vệ:  $I_{BV} = I_{1T} - I_{2T}$

Nên bảo vệ sẽ không tác động.

+ Ngắn mạch trên phần tử được bảo vệ:

Vùng bảo vệ là vùng nằm giữa các máy biến dòng dùng cho bảo vệ so lệch. Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ dòng điện phía sơ cấp của các máy biến dòng khác nhau (có khi đạt đến  $6 - 8 I_{dm}$ ) khi công suất máy biến áp càng lớn thì dòng điện này càng lớn và tắt càng chậm. Trong các trường hợp trên dòng điện không cân bằng chủ yếu do thành phần từ hóa nhảy vọt lên nghĩa là:

$$I_{Kcbttmax} = I_{KcbM}$$

Do dòng ngắn mạch ngoài gây lên.

Khi ngắn mạch ngoài sau máy biến áp, điện áp d- trên thanh cái sơ cấp máy biến áp giảm xuống rất nhiều, do đó dòng điện từ hóa của máy biến áp giảm xuống, nên có thể bỏ qua thành phần  $I_{KcbM}$  trong dòng điện không cân bằng. Khi đó dòng điện không cân bằng tính toán sẽ là:

$$I_{Kcbtt} = I_{Kcbfi} + I_{Kcbu} + I_{KcbN}$$

Các thành phần dòng không cân bằng này có thể biểu diễn qua dòng điện ngắn mạch ngoài lớn nhất  $I_{Ngmax}$  bằng hệ số tương ứng.

$$I_{Kcbtt} = (K_{dn} \cdot K_{KCK} \cdot fi + \Delta U_{dc} + f_N) I_{Ngmax}$$

$K_{dn}$ : hệ số đồng nhất của các máy biến dòng = 1

$K_{KCK}$ : hệ số kể đến ảnh hưởng của thành phần không chu kỳ của dòng ngắn mạch  $K_{KCK} = 1,2 \div 2$ .

$fi$ : sai số lớn nhất của máy biến dòng  $fi = 0,1$ .

$\Delta U_{dc}$ : độ thay đổi điện áp gây lên  $\Delta U_{dc} = 0,05 \div 0,15$ .

---

$f_N$ : hệ số kể đến việc cân bằng không triệt để các dòng điện thứ cấp máy biến dòng  $f_N = 0,05 \div 0,1$ .

Để hiểu hoạt động của bảo vệ so lệch ta xét bảo vệ so lệch sau:

Nguyên lí hoạt động của bảo vệ so lệch dọc:

Bảo vệ so lệch dọc là loại bảo vệ dựa trên nguyên tắc so sánh trực tiếp dòng điện ở hai đầu ( $I_{1S} \neq I_{2S}$ ).

Nên dòng thứ cấp của chúng cũng khác nhau ( $I_{1T} \neq I_{2T}$ ) và dòng điện vào rơle.

$$I_{BV} = I_{1T} - I_{2T} \neq 0$$

Nếu  $|I_R| > I_{đtbv}$  bảo vệ sẽ tác động máy cắt của đối tượng được bảo vệ.

Điện cần chú ý trong các sơ đồ bảo vệ so lệch là cần phải nối đúng cuộn.

Còn khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ dòng điện qua rơle  $I_R$  bằng dòng điện ngắn mạch tổng hợp (qua tỉ số biến đổi  $n_1$ )

## **5.2. BẢO VỆ SO LỆCH MÁY BIẾN ÁP DÙNG RƠLE SỐ 7UT513**

7UT513 dùng cho máy biến áp 3 cuộn dây, bảo vệ thứ tự không máy biến áp.

Ngoài ra rơle 7UT513 còn có thêm chức năng bảo vệ quá dòng với tính thời gian độc lập và đặc tính thời gian phụ thuộc, chức năng bảo vệ tải cho bất kì cuộn dây nào của máy biến áp.

### **5.2.1. Thông số kỹ thuật rơle 7UT513**

Mạch đầu vào:

- Dòng điện danh định 1 A hoặc 5 A.
- Tần số danh định 50 Hz hoặc 60 Hz.
- Dòng điện quá tải cho phép lâu dài 4 A .
- Dòng điện quá tải 10 s:  $20 I_{đm}$ .
- Dòng điện quá tải 1 s:  $100 I_{đm}$ .
- Công suất tiêu thụ:

---

Với  $I_{dm} = 1 \text{ A}$ : 0,1 VA/pha với  $I_{dm} = 5 \text{ A}$ : 0,2 VA/pha.

*Bảng 5.1. Điện áp cung cấp một chiều*

<b>Điện áp định mức</b>	<b>24/48</b>	<b>60/110/125V</b>	<b>220/250V</b>
Phạm vi cho phép	19 ÷ 56V	48 ÷ 144V	176 ÷ 288V

Công suất tiêu thụ mạch điện áp một chiều từ 10 ÷ 15W phụ thuộc vào chế độ hoạt động của role.

**+ Đầu vào nhị phân:**

- 10 tiếp điểm tín hiệu có thể lựa chọn.
- Khả năng đóng mở 20 W.
- Điện áp làm việc 250 V.
- Dòng điện cho phép 1 A.

**+ Tiếp điểm cắt:**

- 5 tiếp điểm có thể lựa chọn.
- Điện áp làm việc 24 – 240 V một chiều.
- Khả năng đóng/mở.
- Đóng 5 A.
- Mở 30 A.

### **5.2.2. Đèn tín hiệu LED**

Gồm 16 đèn tín hiệu LED, trong đó:

- Một đèn màu xanh báo role sẵn sàng làm việc.
- Một đèn màu đỏ báo hiệu sự cố xảy ra trong role.
- 14 đèn màu đỏ còn lại có thể lựa chọn để phân định tình trạng làm việc của role.

### **5.2.3. Các chức năng bảo vệ khác**

- Bảo vệ quá dòng điện:
  - + Đặc tính thời gian độc lập.
  - + Đặc tính thời gian phụ thuộc.
- Bảo vệ quá tải.

- Bảo vệ chống chạm đất bên trong máy biến áp.
- Bảo vệ chống chạm thùng dầu máy biến áp.
- Chức năng đo lường các đại lượng:
  - + Đo lường dòng điện sơ cấp ở các pha.
  - + Đo dòng điện thứ tự không qua điểm trung tính máy biến áp với đất.
  - + Ghi lại ba sự cố gần nhất.

#### **5.3.4. Các đặc điểm của role**

- Hệ thống xử lý 16 bit.
- Hoàn toàn xử lý tín hiệu số tất cả các quá trình từ đo lường, xử lý đến việc tạo tín hiệu đầu ra.
- Có thể có khả năng chống lại sự cố của các máy biến dòng trong quá trình quá độ và ổn định với các ảnh hưởng bên ngoài khác.
- Liên tục đo lường, tính toán các đại lượng vận hành và hiển thị chúng trên màn hình.
- Việc chỉ định cài đặt role với thời gian nhỏ.
- Liên tục kiểm tra phần cứng, phần mềm role.
- Ghi lại và lưu giữ số liệu các sự cố và hiển thị chúng trên màn hình.
- Chức năng bảo vệ so lệch là chủ yếu.
- + Có khả năng ổn định với dòng xung kích.
- + Không phản ứng với hiện tượng bão hòa của máy biến dòng.
  - + Có khả năng phối hợp các đại lượng véctơ ở các phía để so sánh trực tiếp mà không cần thực hiện qua các biến đổi trung gian.

#### **5.2.5. Tính toán xác định tham số cài đặt cho role**

Để đảm bảo độ ổn định và tin cậy cho hệ thống làm việc tốt khi có sự cố xảy ra. Một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất để loại trừ sự cố là việc xác định các thông số cài đặt và tính toán cho bảo vệ là việc rất quan trọng. Vì vậy tôi đi xác định tính toán các thông số cài đặt cho role:

- Giá trị dòng khởi động ( $I_{SL0}$ ) ở mức thấp ( $0,2 \div 0,7 I_{dm}$ ).

$$I_{SL0} = 0,4.131 = 52,4 \text{ (A)}$$



$$\Rightarrow \frac{I_{SL}}{I_{YnCB1}} = \frac{52,4}{200} = 0,262.$$

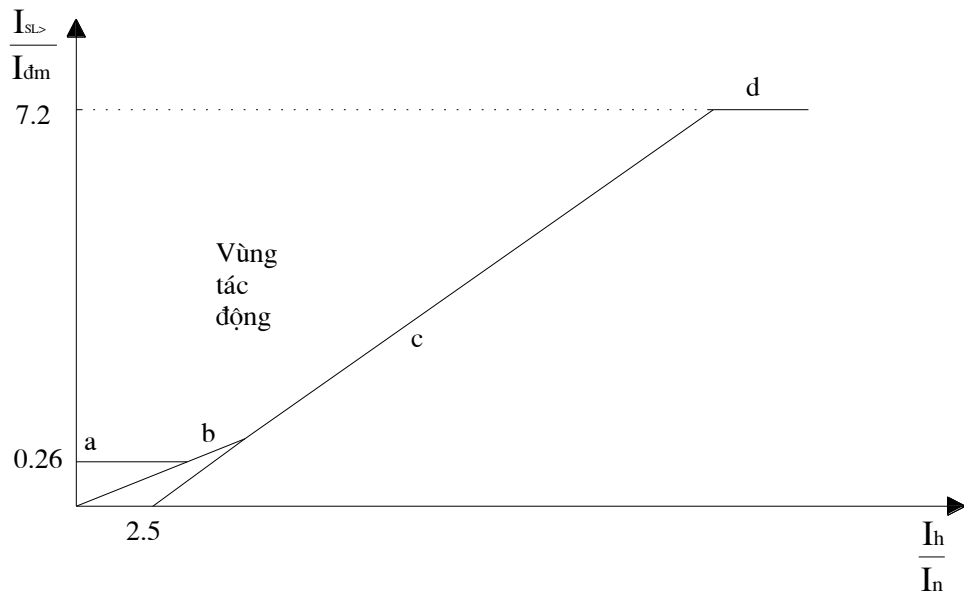
Chọn giá trị đặt bằng  $0,26 I_{dm}$ .

- Giá trị khởi động ở mức cao:

$I_{SL>>} = 7,2 I_{dm}$  (giá trị cài đặt sẵn của nhà chế tạo).

- Độ nghiêng của đoạn 2 phụ thuộc vào sai số của máy biến dòng, sai số của bản thân role lấy bằng 25% do nhà chế tạo cài đặt trước ( $S_1 = 25\%$ ).

- Độ nghiêng của đoạn 3:  $S_L = 50\%$ , đoạn đặc tính có kể đến chức năng khóa bảo vệ khi xuất hiện hiện tượng bão hòa không giống nhau ở các máy biến dòng.



**Hình 5-1.. Đặc tính bảo vệ của máy biến áp**

Đặc tính bảo vệ so lệch được vẽ lại như hình 5-1. Trong đó:

+ Đoạn a: Biểu thị giá trị dòng khởi động ngưỡng thấp của bảo vệ.

$$\frac{I_{SL>}}{I_{dm}} = 0,26$$

+ Đoạn b: Xác định bằng cách lấy điểm gốc tọa độ với độ dốc  $S_1 = 25\%$  so với trục hoành.

---

+ Đoạn c: Xác định bằng 2 thông số, điểm gốc bắt đầu trên trục hoành bằng  $2,5 I_{dm}$ , độ dốc so với trục hoành là  $S_2 = 50\%$ .

+ Đoạn d: biểu thị giá trị dòng khởi động ở ng- ỡng cao của bảo vệ  $7,2 I_{dm}$ .

Cài đặt thông số cho rơle 7UT513:

Việc cài đặt cho rơle 7UT513 đ- ợc tiến hành dựa trên các địa chỉ. Việc truy cập thông số đến địa các chỉ dùng phím  $\uparrow$  hoặc xuống  $\downarrow$  hoặc ấn phím DA, sau đó đánh dấu vào bàn phím địa chỉ cần thiết. Tr- ớc khi vào thông số cho bất kì một khối chức năng nào đó bắt buộc phải dùng mã khóa. Khi kết thúc quá trình cài đặt ấn phím F, sau đó ấn phím E.

CW	7	8	9	$\uparrow$
R	4	5	6	$\downarrow$
F	1	2	3	$\uparrow$
DA	0		W	$\downarrow$
M	J/Y	N	+/-	E

**Cài đặt thông số máy biến áp, các thông số chính định chức năng bảo vệ:**

- 1101 – 25 (Công suất định mức của máy biến áp (MVA))
- 1102 – 110 (Điện áp định mức của máy biến áp KV)
- 1103 – 200 (Dòng điện sơ cấp máy biến dòng A)
- 1604 – 7,5 (Giá trị khởi động ở ng- ỡng cao ISL >>)
- 1603 – 0,26 (Giá trị khởi động ở ng- ỡng thấp ISL >)
- 1608 – 25 (Độ dốc  $S_1$  của đoạn đặc tính b)
- 1607 – 2,5 (Điểm gốc xác định đoạn đặc tính C với trục hoành)
- 1610 – Exist (Cài đặt chức năng khóa dòng xung kích từ hóa phản ứng theo độ lớn sóng hài bậc 2)
- 1609 – 50 (Độ dốc  $S_2$  của đoạn đặc tính C so với trục hoành)

---

1611 – 50 (Giá trị tác động theo độ lớn của thành phần sóng hài bậc 2)

1625 – 0,05 (Thời gian trễ của bảo vệ ng- ỡng thấp)

1625 – 0,00 (Thời gian trễ lệnh cắt của bảo vệ ng- ỡng cao)

Ngoài ra rơle còn một số chức năng bảo vệ khác: bảo vệ quá tải nhiệt, bảo vệ so lệch thứ tự không ... Trong đồ án này em chỉ đi sâu vào hai bảo vệ chính của máy biến áp: bảo vệ quá dòng và bảo vệ so lệch.

### **5.3. BẢO VỆ NGẮN MẠCH NGOÀI ĐẶT Ở PHẦN 110 KV**

Bảo vệ quá dòng điện dùng để chống dòng điện tăng cao do ngắn mạch ngoài dùng làm dự trữ cho bảo vệ chính của máy biến áp. Nếu có nhiều nguồn cung cấp thì dùng bảo vệ quá dòng có h- ớng để đảm bảo tính tác động chọn lọc.

#### **5.3.1. Role số bảo vệ quá dòng 7SJ512**

Rơle số 7SJ512 đ- ợc sử dụng nh- một bảo vệ quá dòng có thời gian độc lập hay phụ thuộc để bảo vệ đ- ờng dây trên không và cáp, hay máy biến áp trong l- ới phân phối với các cấu hình l- ới khác nhau. Nó cũng dùng làm bảo vệ dự phòng cho các đ- ờng dây, cho máy biến áp, máy phát động cơ, thanh góp.

##### **5.3.3.1. Thông số kỹ thuật**

###### **+ Mạch đầu vào:**

- Dòng điện định mức 1 A hoặc 5 A
- Điện áp định mức 110V/125V
- Tần số định mức 50 Hz/ 60Hz
- Công suất tiêu thụ  $\approx 0,1$  VA/một pha ( $I_{dm} = 1$  A)  
 $\approx 0,4$  VA/một pha ( $I_{dm} = 5$  A)
- Khả năng quá tải

###### **+ Theo nhiệt độ: $100 I_{dm}$ với thời gian 1s**

$20 I_{dm}$  với thời gian 10s

$4 I_{dm}$  với thời gian không hạn chế

###### **+ Theo dòng xung kích $250 I_{dm}$ thời gian cho phép 1/2 chu kỳ:**

- 
- Khả năng quá tải của mạch biến dòng trong bảo vệ chống chạm đất độ nhạy cao.

+ **Theo nhiệt độ:** 300 A thời gian 1s

100 A thời gian cho phép 10s

150 A thời gian không hạn chế

+ **Điện áp cung cấp 1 chiều:**

- Điện áp định mức 24 – 48 V khoảng cho phép 19 – 56 V

60/110/125V khoảng cho phép 48 – 144V

220/250V khoảng cho phép 176 – 288 V

- Công suất tiêu thụ 6,5 ÷ 13 W.

+ **Khả năng đóng cắt của tiếp điểm cắt:**

- Dung l- ợng đóng 1000 W/VA

- Dung l- ợng cắt 20 W/VA

- Dòng điện cho phép: 5 A không hạn chế thời gian

30 A trong thời gian 5s.

+ **Khả năng đóng cắt của tiếp điểm báo tín hiệu:**

- Dung l- ợng đóng 20 W/VA

- Dung l- ợng cắt 20 W/VA

- Điện áp đóng cắt 20 VA

- Dòng điện cho phép: 1 A

+ **Đầu vào nhị phân:**

- Số đầu vào: 5

- Điện áp vào  $\approx 2,3$  mA, không phụ thuộc vào điện áp thao tác.

+ **Các cổng giao tiếp:**

Giao tiếp qua bàn phím, máy tính hoặc đ- ờng dây cáp quang với trung tâm điều khiển đ- ọc trang bị phần mềm thích hợp.

### 5.3.2. Phương thức hoạt động của role 7SJ512

+ Nguyên lý chung:

---

- Role 7SJ512 đ- ọc trang bị bộ vi xử lý 16 bit, xử lý hoàn hảo bằng tín hiệu số và các quá trình từ đo l- ờng tín hiệu vào đến đ- a tín hiệu ra.

Các tín hiệu đóng, cấp từ BI, BU đ- ọc đ- a tới bộ chuyển đổi ME. Khối ME tiến hành lọc, tạo ng- ỡng rồi gửi tín hiệu tới khối AE. Khối AE tiến hành khuếch đại (amplify), lấy mẫu (sample), l- u giữ (hold) đối với mỗi tín hiệu vào và thực hiện chuyển đổi tín hiệu t- ơng tự sang tín hiệu số.

Các tín hiệu từ khối AE đ- ọc tiếp tục đ- a đến xử lý. Tại đây diễn ra các quá trình sau:

- Lọc tín hiệu nhận đ- ọc.
- Tiếp tục tính toán các thông số trong các trị số.
- Số liên quan tới các chức năng bảo vệ chống sự cố.
- Tính toán các thông số trong sự cố chạm đất.
- Kiểm soát các giá trị giới hạn.
- Đ- a lệnh đóng, cắt.

- L- u giữ các đại l- ợng đo l- ờng trong khi xảy ra sự cố để tính toán phân tích cá tín hiệu nhị phân đ- ọc đ- a vào ra bộ vi xử lý thông qua các phần tử vào, ra. Nhờ đó mà vi xử lý nhận đ- ọc thông tin từ hệ thống tiếp điểm (ví dụ nh- tín hiệu khóa).

Đầu ra của bộ vi xử lý gồm các tín hiệu cắt gửi tới máy cắt, các tín hiệu gửi đi xa (remote signals) gửi tới các bộ phận bảo vệ khác, hệ thống hiển thị dùng đi ốt phát quang (Light-Emitivity Diode - LED) và một màn hình tinh thể lỏng (Light Crystal Display - LCD). Hệ thống đèn LED có thể đ- ọc cài đặt để hiển thị các thông số thông tin đ- ọc cài đặt tr- ớc.

Một hệ thống bàn phím đ- ọc kết nối với LCD và đ- ọc đặt ở mặt tr- ớc của role. Đây là loại bàn phím có màng che (Membrane keyboard). Bảng điều khiển này sẽ sử dụng để cài đặt các thông số qua các máy tính cá nhân (PC). Việc truyền tín hiệu về các thông tin sự cố vào các PC hay các trung tâm điều khiển đ- ọc thực hiện thông qua các cổng giao tiếp với máy tính hoặc qua đ- ờng cáp quang (Optical fibre).

---

---

Rơle có bộ nguồn nuôi có thể cung cấp điện áp sau:

+ 18 V cho rơle đầu ra

+ 15 V cho bộ vi xử lý

+ 5 V cho các thiết bị ngoại vi.

### 5.3.3. Các chức năng bảo vệ của rơle 7SJ512

Bảo vệ quá dòng với thời gian đặc tính độc lập. Dòng điện đo được đem so sánh với các giá trị có hạn đã được đặt trước. Khi dòng điện đạt quá giá trị của bảo vệ, bảo vệ sẽ khởi động, bộ phận tạo thời gian trễ lập tức cũng khởi động, sau khoảng thời gian bằng thời gian đặt trước, bảo vệ sẽ phát lệnh cắt.

Bảo vệ quá dòng với đặc tính thời gian phụ thuộc.

Khi dòng vượt quá giá trị đặt, dựa vào trị số dòng điện và đường đặc tính đã lựa chọn để tính toán thời gian cắt thích hợp và sau khoảng thời gian tính toán này lệnh cắt được đưa ra.

Đặc tính thời gian của bảo vệ có ba đặc tính tương ứng với 3 phương trình sau:

+ Đặc tính độ dốc bình thường (Normal inverse)

$$t = \frac{0,14}{(I/I_p)^{0,02} - 1} \cdot \frac{T_p}{10} \text{ (s)} \quad (5.2)$$

+ Đặc tính rất dốc (very inverse)

$$t = \frac{13,5}{(I/I_p)^{0,02} - 1} \cdot \frac{T_p}{10} \text{ (s)} \quad (5.3)$$

+ Đặc tính siêu dốc (Extremeky inverse)

$$t = \frac{80}{(I/I_p)^{0,02} - 1} \cdot \frac{T_p}{10} \text{ (s)} \quad (5.4)$$

Trong đó:

T: thời gian tác động của bảo vệ rơle (tripping time)

$T_p$ : bội số thời gian đặt (set time multiplier)

I: dòng ngắn mạch bảo vệ (fault current)

$I_p$ : dòng khởi động bảo vệ (set pick-up value)

---

Tự động đóng trở lại máy cắt (Auto reclosure-AR):

Thực tế kinh nghiệm cho thấy ở đ- ờng dây trên không gần 85% sự cố ngắn mạch gây ra cho hồ quang và sẽ tự mất đi khi đ- ờng dây sự cố đ- ọc ngắt ra. Đ- ờng dây có thể đ- ọc cấp điện trở lại sau đó nhờ chức năng AR với xác suất thành công 60% đến 80%.

Nếu ngắn mạch vẫn tồn tại sau khi đóng tự động trở lại (AR) do hỗ trợ văng quang ch- a tắt hoặc do ngắn mạch trực tiếp thuộc bảo vệ sẽ cắt hẳn đ- ờng dây sự cố ra khỏi nguồn. Ta cũng có thể cài đặt chức năng AR nhiều lần (Multiple Auto Reclosure) đ- ọc sử dụng để cố gắng khôi phục việc cấp điện, tuy vậy kinh nghiệm cho thấy thành công của lần đóng lại thứ hai là không lớn, chỉ khoảng 5-10%. Trong chức năng này thông th- ờng lần đóng lại đầu tiên đ- ọc thực hiện rất nhanh (Rapid – Auto Reclosure- DAR) còn các lần AR sau đ- ọc thực hiện với một khoảng thời gian trễ (Delayed Auto Reclosure – DAR). Số lần DAR tối đa là 9. Điều kiện để AR khởi động đ- ọc là máy cắt luôn ở trạng thái sẵn sàng làm việc khi nhận đ- ọc tín hiệu từ role. Thông tin này đ- ọc gửi tới bộ phận AR qua một đầu vào nhị phân. AR sẽ bị khóa, sau khoảng thời gian làm việc của nó (action time) khi đó có dùng tín hiệu máy cắt là chức năng AR vẫn không làm việc.

Để AR hoạt động đúng đắn cần phải thời gian tác động của AR với thời gian tác động của bảo vệ thông th- ờng cấp cắt nhanh của bảo vệ ( $I_{>>}$ ,  $I_{0>>}$ ) phải đ- ọc chỉnh định sao cho bảo vệ máy cắt tr- ớc khi AR kết thúc một chu kỳ làm việc của nó. Nếu khoảng thời gian làm việc của AR trôi qua mà máy cắt vẫn ch- a ở vị trí cắt (ch- a gửi tín hiệu khởi động tới role thì chức năng AR sẽ bị khóa lại). Đối với bảo vệ cắt có thời gian ( $I_{>}$ ,  $I_{0>}$ ) cũng phải tuân theo nguyên tắc này. Các chức năng RAR, DAR có thể đ- ọc khởi động bất cứ cấp bảo vệ nào, điều này do ng- ời sử dụng cài đặt chẳng hạn nh- :

+ Cấp bảo vệ cắt nhanh ( $I_{>>}$ ,  $I_{0>>}$ ) sẽ khởi động chức năng RAR.

+ Cấp bảo vệ có thời gian ( $I_{>}$ ,  $I_{0>}$ ) sẽ khởi động chức năng RAR trong tr- ờng hợp điểm sự cố rơi vào vùng chết của cấp bảo vệ cắt nhanh, ở cấp bảo vệ này có thể cài đặt chức năng DAR.

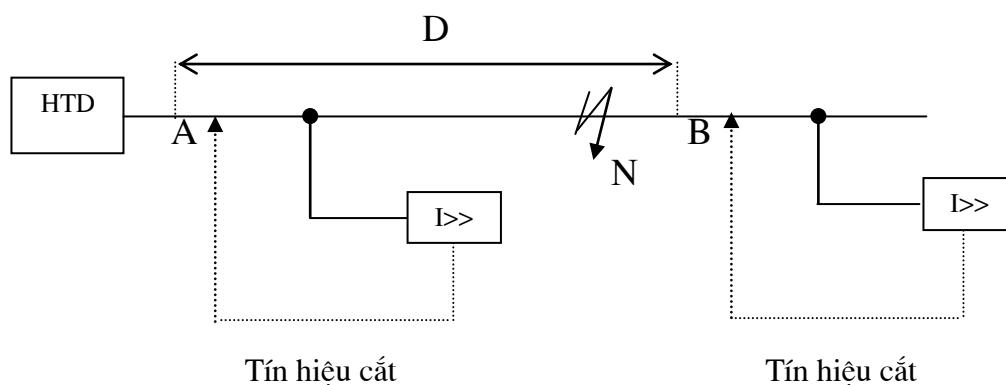
AR sẽ luôn bị khóa nếu bảo vệ chống h- hỏng máy cắt (Breaker failure protection - BF) tác động bảo vệ chống h- hỏng máy cắt (Circuit Breaker failure protection - BF). Máy cắt là một phần tử rất quan trọng của hệ thống

---

bảo vệ nên máy cắt phải luôn làm việc đúng đắn và tin cậy, điều này đ- ợc thực hiện bởi việc kiểm tra sự tồn tại của dòng sự cố sau khi các bảo vệ đã tác động các phần tử sự cố ra khỏi l- ới. Khi bảo vệ phát tín hiệu cắt tới máy cắt, bộ phận đo thời gian T-IBF bắt đầu làm việc T-BIF chỉ tiếp tục làm việc nếu tín hiệu cắt còn tồn tại và dòng sự cố qua role có thể chỉnh định đ- ợc. Nếu máy cắt từ chối tác động thì khoảng thời gian đặt cho T-IBF sẽ trôi qua và T-IBF sẽ phát tín hiệu cắt tất cả các máy cắt nối phân tử bị sự cố với nguồn, việc phát đi tín hiệu này do một role tiếp điểm đầu ra (trippe layoutput của BF thực hiện).

Chức năng BF của role 7SJ512 cũng có thể khởi động bởi một bộ role nào đó trong hệ thống, tín hiệu cắt này của role đ- ợc đ- a tới 7SJ512 thông qua một đầu nhị phân . Khi đó T-IBF bắt đầu làm việc và chỉ tiếp tục làm việc nếu dòng đi qua role quá dòng  $I > IBF$  v- ợt quá trị số khởi động của nó. Nếu khoảng thời gian đặt cho T-IBF trôi qua mà dòng sự cố ch- a đ- ợc loại trừ thì BF sẽ đi phát tín hiệu cắt tất cả các máy cắt nối với phân tử sự cố với nguồn.

Role 7SJ512 có chức năng hãm theo sóng hài bậc cao. Khi đóng không tải máy biến áp thì trong dòng từ hóa không tải xuất hiện thành phần hài bậc hai (second harmonic content) thành phần này không có trong dòng ngắn mạch toàn phần. Bộ lọc số sẽ tiến hành phân tích furier dòng đ- a vào. Ngay khi dòng bậc hai xuất hiện và v- ợt quá trị số giới hạn thì cấp bảo vệ quá dòng có thời gian sẽ bị khóa lại. Sau một khoảng thời gian định tr- ớc tín hiệu khóa đ- ợc giải trừ và bảo vệ quá dòng có thời gian lại để gửi tín hiệu đi cắt.



Khi đ- ờng dây làm việc bình th- ờng, dòng điện qua role là dòng phụ tải. Giả sử ki có ngắn mạch tại N khi đó dòng vào role là dòng ngắn mạch.



Dòng ngắn mạch mà rơle đo đ-ợc ( $I_R$ ) đ-ợc so sánh với giá trị đặt tr-ớc ( $I_{KA}$ ), nếu  $I_R > I_{KA}$  lúc đó rơle gửi tín hiệu cắt máy cắt cách ly điểm sự cố rời khỏi hệ thống bảo vệ sự cố của dòng cho máy biến áp có hai cấp:

### 5.3.3.1. Cấp cắt nhanh ( $I >>$ )

Dòng điện khởi động của bảo vệ đ-ợc tính theo công thức:

$$I_{KD >>} = K_{at} \cdot I_{ngoài\ max} \quad (5.4)$$

Trong đó:  $K_{at}$ : hệ số an toàn  $1,3 \div 1,4$

$I_{ngoài\ max}$ : dòng điện ngắn mạch ngoài max.

Dòng khởi động của bảo vệ tr-ớc thanh cái 110 KV (BV3)

$$I_{KD1 >>} = 1,36 \cdot 8,66 = 11,78 \text{ (KA)}.$$

$$I_{ngoài\ max} = I_{K1}, \quad K_{at} = 1,36.$$

$\Rightarrow$  Giá bội số dòng điện đặt  $I_{xd >>}$  đặt vào rơle.

$$I_{xd >>} = \frac{I_{KD}}{I_{dmSCBI}} = \frac{11,78 \cdot 10^3}{200} = 58,89$$

Chọn  $I_{xd >>} = 60(I/I_n)$  nh- vậy dòng bảo vệ tính lại:

$$I_{xd >>} = I_{xd >>} \cdot I_{dmSCBI} = 12000 \text{ A} = 12 \text{ K A}.$$

### 5.3.3.2. Cấp có thời gian ( $I >$ )

Dòng điện khởi động của bảo vệ:

$$I_{KD} = K_{at} \cdot I_{LV\ max} \quad (5.14)$$

Trong đó:  $K_{at}$ : hệ số an toàn  $1,35 \div 1,4$

$I_{LV\ max}$ : dòng điện làm việc cực đại qua máy biến áp.

Dòng điện làm việc cực đại có thể lấy bằng dòng điện làm việc định mức của máy biến áp ( $I_{dm\ MBA}$ ).

Dòng điện khởi bảo vệ 2:

$$I_{KD} = 1,4 \cdot 131 = 183,4 \text{ (A)} \quad (I_{LV\ max} = I_{dm\ \text{phía cao áp}})$$

$\rightarrow$  giá trị bội số dòng điện đặt ( $I_{xd >}$ ).

$$I_{xd >} = \frac{I_{KD}}{I_{dmSCBI}} = \frac{183,4}{200} = 0,917 \text{ (A)}$$

$\Rightarrow$  Bội số dòng điện lựa chọn  $I_{xd >} = 1(I/I_n)$ .

---

Dòng điện khởi động của bảo vệ 3 :

$$I_{KD>} = 1,4.412 = 576,8 \text{ (A)}$$

→ giá trị bội số dòng điện đặt:

$$I_{xd>>} = \frac{I_{KD>}}{I_{dmSCBI}} = \frac{576,8}{400} = 1,442 \text{ (A)}$$

Chọn  $I_{xdM>} = 1,5 \Rightarrow$  dòng khởi động của bảo vệ là:

$$I_{KD>} = I_{xd>} \cdot I_{dmmSCBC} = 1,5.400 = 600 \text{ (A)}$$

Kết quả tính toán các giá trị đặt của rơle tại các vị trí BV3 đ- ợc tổng hợp trên bảng sau:

Giá trị đặt	Cấp cắt nhanh	Cấp có thời gian
Vị trí bảo vệ	$I_{xd>>}(I/I_{dm})$	$I_{xd>>}(I/I_n)$
Tr- ớc thanh cái 110 KV BV3	60	1.5

### 5.3.3.3. Bảo vệ quá dòng chạm đất

Khi ngắn mạch một pha chạm đất thì độ lớn dòng chạm đất (ba lần dòng điện thứ tự không) đ- ợc xác định bởi chế độ làm việc của điểm trung tính hệ thống điện. Trong l- ới với điểm trung tính cách đất dòng chạm đất th- ờng không v- ợt quá vài chục ampe.

Với l- ới điện có điểm trung tính nối đất trực tiếp khi đó dòng chạm đất rất lớn.

giá trị của ng- ỡng đặt:

giá trị  $I_{0>}$  đ- ợc chọn xuất phát từ các yêu cầu sau:

Chức năng quá dòng TTK ng- ỡng thấp phải tác động khi có chạm đất ở cuối đ- ờng dây liền kề với độ nhạy vừa đủ (với rơle số bằng 1,15) để đảm bảo việc dự phòng xa trong đó:

$$I_{0>} = K_{ch}(3I_0 - K_{fi} \cdot I_1)$$

---

$K < 1$  là hệ số đ- ợc cài đặt trong role số để tính toán thành phần sai số cực đại do dòng thứ tự không  $I^*$  qua role trong chế độ tải, thông th- ờng ta coi  $K = 0$  với các role số Đông Âu sản xuất do không cài đặt.

$K_{hc}$ : là hệ số hiệu chỉnh có giá trị  $1,5 \div 2$ .

$3I_{0>}$ : là tổng dòng ba pha cực đại trong chế độ tải.

Giá trị đặt  $I_{0>>}$  đ- ợc hiệu chỉnh theo sai số của biến dòng trong chế độ làm việc toàn pha và dòng ngắn mạch ba pha ngoài cực đại.

$$I_{0>} = K_{at} \cdot K_{KCK} \cdot K_{dnm \text{ ngoài max}}$$

$I_{0>}$ : hệ số an toàn  $1,0 \div 1,25$ .

$K_{KCK}$ : sai số do thành phần không chu kỳ trong chế độ quá độ với role số  $K_{KCK} = 1$  do có bộ lọc số.

$K_{KCB}$ : hệ số tính đến dòng không cân bằng phụ thuộc vào dòng pha có giá trị  $0,05 \div 1$ .

$I_{nm \text{ ngoài max}}$ : dòng ngắn mạch ba trong chế độ cực đại hợp với đ- ờng dây bảo vệ.

Giá trị  $I_{0>}$  đ- ợc chọn theo giá trị lớn nhất thỏa mãn các điều kiện trên, thông th- ờng giá trị  $I_{0>}$  đ- ợc lấy trong khoảng  $0,2 \div 0,8$  dòng danh định của biến áp với mạng điện có điểm trung tính nối đất trực tiếp thì ta lấy:

$$I_{OKĐ} = 0,4 \cdot I_{đđ}$$

Nh- vậy ta có dòng khởi động bảo vệ:

$$I_{OKĐ} = 0,4 \cdot I_{đđ} = 0,4 \cdot 131 = 52,4 \text{ (A)}$$

$\Rightarrow$  Giá trị bội số dòng điện đặt vào role:

$$I_{0^*d>} = \frac{I_{OKĐ}}{I_{dmSC}} = \frac{52,4}{200} = 0,262$$

Chọn  $I_{0^*d>} = 0,3 \text{ (I/I}_0\text{)}$ .

Giá trị đặt của bảo vệ ở ng- ỡng cao.

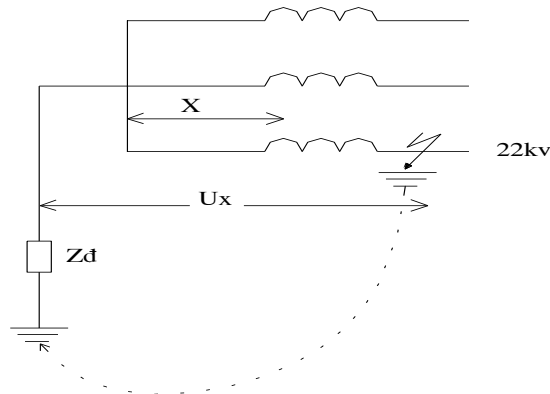
$$I_{OKĐBV} >> K_{hc} \cdot 3I_{0 \text{ ngoài max}}$$

$K_{hc}$ :  $1,15 \div 1,2$ .

$I_{0 \text{ ngoài max}}$ : dòng sự cố chạm đất khi ngắn mạch cuộn dây với vỏ máy.

$$I_{0 \text{ ngoài max}} = I_s$$

Trong đó:  $I_s$  là dòng sự cố sơ cấp t-ong ứng khi ngắn mạch ở cuộn dây phía 22 KV với vỏ máy.



**Sơ đồ tính dòng sự cố chạm đất khi ngắn mạch cuộn dây với vỏ máy**

Trong đó  $Z_d$ : là tổng trở nối đất

$X$ : là khoảng cách từ chỗ bị sự cố đến điểm trung tính

$U_x$ : là điện áp giữa điểm bị sự cố đến điểm trung tính

Dòng sự cố đ-ợc tính nh- sau:

$$I_s = \frac{K.X\%.U_p}{Z_x}$$

Trong đó:  $K$ : tỷ số biến đổi của máy biến áp.

$X\%$ : là số % tính từ chỗ bị chạm đất tới điểm trung tính của máy biến áp. Khi  $X = 100\%$  tức là khi ngắn mạch ở đầu cực máy biến áp dòng sự cố lớn nhất.

$U_p$ : điện áp pha của đ-ờng dây.

$$Z_x \approx Z_d = 0,5 \Omega$$

$$\Rightarrow I_s = \frac{22}{110} \cdot \frac{1,22}{0,5} = 8,8(\text{KA})$$

Vậy có dòng khởi động của bảo vệ:

$$I_s = \frac{K.X\%.U_p}{Z_x}$$

$$I_{0KD} = 1,5 \cdot 1,88 = 10,12 \text{ (KA)}$$

$$I_{0^{*>>}} = \frac{I_{OKDB^*}}{I_{dmSCBI}} = \frac{10,12}{200} = 50,6$$

Chọn  $I_{0^{*>>}} = 50 \text{ (I/I}_n\text{)}$ .

### 5.3.3.4. Tính toán thời gian tác động của các bảo vệ

Chọn đặc tính thời gian tác động của các bảo vệ

$$t = \frac{13,5}{(I/I_p) - 1} \cdot \frac{T_p}{10} \quad (5.4.2)$$

Trong đó:

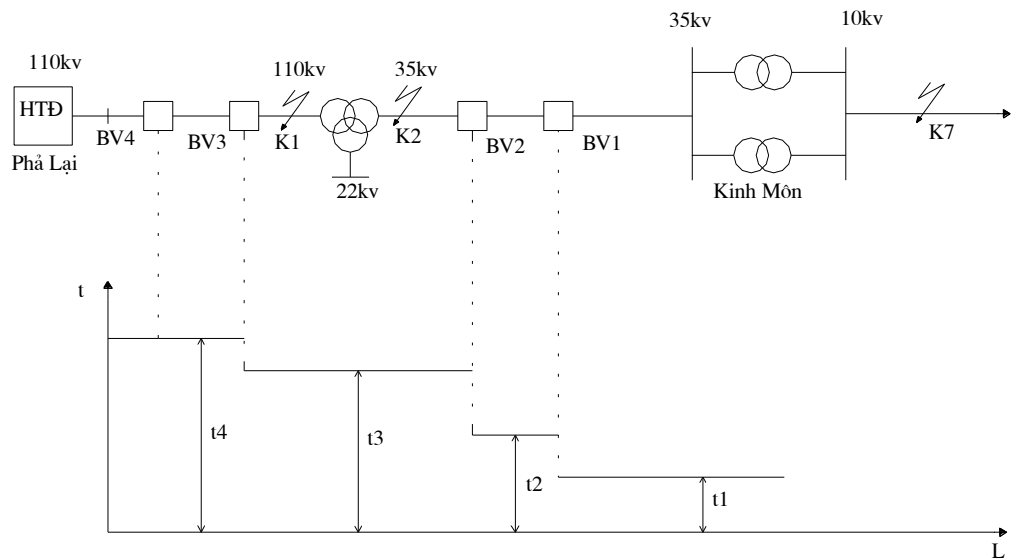
$T_p$ : bội số thời gian đặt (set time multiplier)

$t$ : thời gian tác động của role (tripping time)

$I$ : dòng ngắn mạch qua bảo vệ (fault current)

$I_p$ : dòng khởi động của bảo vệ (set pick-up value)

Hệ thống điện đ-ợc bảo vệ có đặc tuyến phối hợp dòng theo thời gian nh- sau:



Trong đó khoảng thời gian  $t_1$  đ-ợc xác định bằng khoảng thời gian khi có sự cố ngắn mạch tại điểm  $K_7$  tác động đến BV1. Khi BV1 không tác động loại trừ sự cố thì BV2 sẽ tác động khi đó khoảng thời gian  $t_2$  đ-ợc xác định.

Khi ngắn mạch tại  $K_2$  sau một khoảng thời gian thì BV2 tác động, BV2 không tác động thì BV3 tác động vậy khoảng thời gian  $t_3$  là tổng thời gian tác động của BV2 và BV3. Khi có ngắn mạch tại  $K_1$  mà BV3 không tác động thì BV4 tác động để loại bỏ sự cố khi đó  $t_4$  đ- ợc xác lập

**Tính toán bội số thời gian tác động:**

( $T_p$ ) dựa vào chế độ ngắn mạch max.

Lựa chọn thời gian của bảo vệ 2  $t_2 = 0,5$  (s)

$$\Rightarrow t_3 = T_2 + \Delta T = 0,5 + 0,3 = 0,8 \text{ (s)}$$

(Chọn  $\Delta t = 0,3$  s)

- Dòng ngắn mạch qua bảo vệ 2:

$$I_K = I_{K5} = 1,55 \text{ (KA)}$$

- Dòng khởi động của bảo vệ 2 là:

$$I_{KD} = 600 \text{ (A)} = 0,6 \text{ (KA)}$$

$\Rightarrow T_p$  tính theo công thức (5.2) ta có:

$$T_{p2} = \frac{10 \left[ \left( \frac{I_{K5}}{I_{KDBV2}} \right)^{-1} \right] t}{13,5} = \frac{10 \left[ \left( \frac{1,55}{0,6} \right)^{-1} \right] 0,8}{13,5} = 0,9 \text{ (s)}$$

Chọn  $T_p = 1$  (s)

$$T_{p3} = \frac{10 \left[ \left( \frac{I_{K1}}{I_{KDBV3}} \right)^{-1} \right] t}{13,5} = \frac{10 \left[ \left( \frac{1,66}{1,08} \right)^{-1} \right] 0,8}{13,5} = 4,16 \text{ (s)}$$

Chọn  $T_{p3} = 4$  (s)

Thời gian tác động của bảo vệ bốn phía hệ thống điện là:

$$t_4 = t_3 + \Delta t = 0,8 + 0,3 = 1,1 \text{ (s)}$$

**Bảo vệ hơi:**

Máy biến áp có thể đ- ợc trang bị bộ phận phản ứng theo thành phần khí bốc hơi ra khi có h- hỏng xảy ra bên trong thùng dầu máy biến áp. Bộ phận phân tích thành khí bốc ra có thể gắn trực tiếp trên thùng dầu máy biến áp. Kết quả phân tích sẽ chuyển đổi thành tín hiệu t- ơng tự hoặc số để điều khiển thiết bị bảo vệ về tình trạng dầu máy biến áp và h- hỏng xảy ra có liên quan đến việc phân hủy dầu, ở các máy biến áp công suất nhỏ, role khí bảo vệ

---

cho máy biến áp có thể đơn giản hơn chỉ phản ứng theo áp lực của dòng chảy hoặc áp lực hơi thoát ra.

Role khí dùng bảo vệ máy biến áp chống các dạng h- hỏng sau:

+ Chạm chập giữa các vòng dây và đánh lửa ở một pha hay giữa các pha với nhau.

+ Chập vòng dây và đánh lửa giữa các pha và với lõi thép hay với vỏ máy.

+ Phát nóng lõi thép của máy biến áp.

+ Vỏ máy hay ống dẫn dầu rò rỉ làm cạn mức dầu trong máy làm cho cuộn dây máy biến áp bị phát nóng do không đ- ợc làm mát đầy đủ.

- Các bảo vệ khác:

+ Bảo vệ quá dòng điện.

+ Bảo vệ dòng  $I_0$  phía 110 KV.

+ Bảo vệ role áp suất.

+ Bảo vệ nhiệt độ.

Bảo vệ lộ 35 KV và 22 KV bằng role số phân 35 KV bảo vệ quá dòng chống ngắn mạch ngoài có hai cấp:

+ Cấp cắt nhanh không h- ớng và cấp có thời gian có h- ớng.

+ Bảo vệ thứ tự không chống chạm đất trong mạng nối đất trực tiếp.

Phần 22 kV

Bảo vệ quá dòng chống ngắn mạch có hai cấp:

+ Cấp cắt nhanh không h- ớng và có thời gian có h- ớng.

+ Bảo vệ thứ tự không chống chạm đất.

Ta dùng role 7SJ512 để bảo vệ quá dòng điện hai phía 35 KV và 22 KV. Riêng phân 35KV thì phải dùng chức năng có h- ớng để đảm bảo tính chọn lọc. Bảo vệ quá dòng phía 35KV (có h- ớng  $I >$ ).

Dòng điện khởi động chọn lọc nh- sau:

$$I_{kd} = (K_{at} \cdot K_{mm} / K_{LV}) (I_{dm35} / N_i) = (1,3.2 / 0,95) \cdot (25000 / \sqrt{3} \cdot 35(400/1)) = 1,4$$

$$\text{Vậy } I_{kd35} = 1,4 \cdot I_n$$

---

Thời gian của bảo vệ chọn lớn hơn bảo vệ phía tr-ớc nó một cấp ( $\Delta t = 0,5$  s), ở đây ta chọn thời gian tác động là 1,5 s.

Bảo vệ không h-ớng (phần 35 KV  $I \gg$ ).

$$I_{kd} = (K_{at} \cdot I_{ng \max}) / n_i$$

$$I_{kd} = (K_{at} \times I_{ng \max}) / n_i = (1,05 \times 3,2) / (400/1) = 8,4$$

Vậy chọn  $I_{kd35} = 8,4 \times I_N$

Thời gian tác động của bảo vệ chọn là 2,5 s.

Bảo vệ quá cấp dòng điện có thời gian:

Bảo vệ quá dòng điện phần 22 KV không h-ớng. Dòng điện khởi động chọn nh- sau:

$$I_{kd} = (K_{at} \cdot K_{nm} / K_{LV}) (I_{dm22} / N_i) = (1,3 \cdot 2 / 0,95) \cdot (25000 / \sqrt{3} \cdot 22(600/1)) = 2,99$$

Vậy chọn  $I_{kd22} = 2,99 \times I_n$

Thời gian của bảo vệ chọn lớn hơn bảo vệ phía tr-ớc nó một cấp ( $\Delta t = 0,5$  s), ở đây ta chọn thời gian tác động là 1,5 s.

Kiểm tra độ nhạy của bảo vệ phần 110 KV khi xét đến ngắn mạch ba pha thanh trên thanh cái.  $I = I_N / n_i = (1/2 \times 8,66 \cdot 10^3) / (200/1) = 21,65$

$$\text{Độ nhạy } K_{nh} = I / I_{kd} = 21,65 / 4 = 5,41$$

+ Phần 35 KV khi xét đến ngắn mạch 3 pha trên thanh cái.

$$I = I_N / n_i = (3,2 \cdot 10^3) / (400/1) = 8$$

$$\text{Độ nhạy } K_{nh} = I / I_{kd} = 8 / 1,4 = 5,7$$

+ Phần 22 KV khi xét đến ngắn mạch 3 pha trên thanh cái.

$$I = I_N / n_i = (3,26 \cdot 10^3) / (600/1) = 5,4$$

$$\text{Độ nhạy } K_{nh} = I / I_{kd} = 5,4 / 2,99 = 1,806$$

Vậy dòng điện khởi động của bảo vệ đảm bảo hệ số nhạy cho phép.

### **5.3.3.5. Cài đặt thông số cho role quá dòng 7SJ512**

7SJ512 cho phép cài đặt mọi thông số thông qua các khối địa chỉ chỉ định. Cách đơn giản nhất để truy cập tới một địa chỉ chỉ định đã biết tr-ớc là dùng phím LDA – Lirect addressing trên bàn phím điều khiển. Sau khi đã truy cập vào một địa chỉ nào đó muốn thay đổi ta dùng phím mũi tên lên/xuống để



lựa chọn. Để thay đổi các chỉ số chỉnh định ta dùng các phím (+), phím (-), phím (E-Enter) để dùng sau mỗi thao tác tổng quá trình chỉnh định. Để kết thúc công việc chỉnh định ta nhấn tổ hợp hai phím "E và F" sau đó trên màn hình sẽ xuất hiện câu hỏi "SAVE NEW SETTING" (Có lưu giữ thông số chỉnh định mới không?). Nếu đồng ý ta nhấn phím "J/Y", nếu hủy bỏ ta nhấn phím "N". Các thông số cài đặt được ghi trên bảng sau:

**Bảng 5.2: Các thông số cho role quá dòng 7SJ512**

Địa chỉ	Các lựa chọn	Chỉnh định	Mô tả
<b>Cài đặt các chức năng</b>			
7806	EXIST NON EXIST	EXIST	Cài đặt chức năng ghi lại sự cố
7807	EXIST NON EXIST	EXIST	Cài đặt chức năng bảo vệ chống chạm đất
7808	EXIST NON EXIST	EXIST	Cài đặt chức năng tự động đóng lại (AR)
7810	EXIST NON EXIST	NON EXIST	Khả năng cài đặt chức năng bảo vệ có hướng
7809	50Hz, 60 Hz	50Hz	Tần số định mức của lưới điện
7901	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Bổ sung chức năng AR cho bảo vệ I>>
7902	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Bổ sung chức năng AR cho bảo vệ I>
7904	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Bổ sung chức năng AR cho bảo vệ I <sub>0</sub> >>
7905	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Bổ sung chức năng AR cho bảo vệ I <sub>0</sub> >

<b>Cài đặt thông số của BI, BU</b>			
1103	1 KV ÷ 400 KV	110 KV	$U_{1dm BU}$
1104	100 V ÷ 125 V	100 V	$U_{2dm BU}$
1105	10 A ÷ 1000 A	200 A	$U_{dm BU}$
<b>Chỉ định bảo vệ quá dòng I &gt;, I &gt;&gt;</b>			
1201	ON OFF	ON	Đặt chức năng bảo vệ quá dòng
1201	$I/I_{dm}$		$I_{*đ}$ của I >>
1203	0,00 s ÷ 60,00 s		t-I >> BV3
1211	NORMAL INVERSE VERY INVERSE EXTREMELY INVERSE USER CHARACTER	VERY INVERSE	Chọn đặc tính thời gian rất dốc của bảo vệ I >
1214	$I/I_{dm}$		$I_{*đ}$ của I >>
1215	0,05 ÷ 5,00		$T_p$ của I >
1216	FUNDAMENTAL TRUE R.M.S	TRUE R.M.S	Tính toán theo giá trị hiệu dụng
<b>Chỉ định bảo vệ quá dòng chạm đất <math>I_{0&gt;}</math>, <math>I_{0&gt;&gt;}</math></b>			
1501	ON OFF	ON	Bật chức năng bảo vệ quá dòng TTK
1502	0,05 ÷ 225 $I/I_{dm}$	50	$I_{*đ}$ của I >>
1503	0,00 s ÷ 60,00 s	0,5 s	t- $I_{0>>}$
1512	0,05 ÷ 225	0,3	$I_{*đ}$ của $I_{0>}$
1513	0,00 s ÷ 60,00 s	0,5 s	t- $I_{0>}$
1516	FUNDAMENTAL TRUE R.M.S	TRUE R.M.S	Tính toán theo giá trị hiệu dụng
<b>Chỉ định chức năng hãm theo hài bậc hai</b>			
001	ON OFF	ON	Bật chức năng hãm
002	10% ÷ 45%		Khi thành phần hài bậc hai vượt quá 20% sóng cơ bản thì chức năng hãm làm việc
004	0,10 s ÷ 60,00 s		Thời gian hãm
<b>Chỉ định chức năng AR</b>			
3401	ON OFF	ON	Bật chức năng AR
3403	YES NO	YES	Khóa AR sau khi đóng máy cắt bằng tay
3406	0,05 s ÷ 320,0 s	0,06 s	Thời gian trở về của AR

3424	0,01 s ÷ 320,0 s	0,10	Thời gian làm việc của cấp RAR
3425	0,05 s ÷ 320,0 s	0,15 s	Thời gian chết của cấp RAR
3426	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Cho phép bảo vệ $I_0 >>$ khởi động cấp RAR
3427	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Cho phép bảo vệ $I_0 >$ khởi động cấp RAR
3429	NO YES	NO	Cấp RAR không bị khóa sau khi $I >>$ khởi động
4326	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Không phép bảo vệ $I_0 >>$ khởi động cấp RAR
4327	WITH AR WITHOUT AR	WITH AR	Cho phép bảo vệ $I_0 >$ khởi động cấp RAR
4359	NO YES	NO	Cấp RAR không bị khóa sau khi $I_0 >>$ khởi động
<b>Chỉnh định chức năng BF</b>			
	OFF ON INTERNAL START ON EXTERNAL START ON INT. OR RT	ON INT. OR EXT	Khởi động chức năng BF bằng tín hiệu máy cắt của 7SJ512 hoặc tín hiệu máy cắt của 1 bộ rơle khác
	C	0.68	Trị số dòng khởi động $I_{xd}$ của BF
	0,06 ÷ 60,00 S	0,15	Thời gian trễ của BF (t-BF)

---

## KẾT LUẬN

Qua thời gian thực hiện đề tài một cách khẩn tr- ơng và nghiêm túc em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp **“Thiết kế trạm biến áp trung gian 110 kV Chí Linh – Hải Dương”** do cô giáo thạc sĩ Đỗ Thị Hồng Lý hướng dẫn.

Hiện nay một số trạm trung gian và trạm tiêu thụ đã bị cũ hoá già cỗi truyền tải điện năng không còn tin cậy. Sự phân bố về mặt bố trí trạm không còn phù hợp vì phải tập chung lớn ở khu công nghiệp.

Các trạm biến áp tiêu thụ nhỏ quy mô không lớn phục vụ cho nông nghiệp và tiêu dùng. Chính vì thế mà khu vực huyện Chí Linh đã xây dựng trạm biến áp trung gian để đáp ứng nhu cầu công suất. Việc lắp đặt xây dựng trạm trung gian mới là cần thiết và cấp bách hiện nay và cũng để mã hoá mạng điện hạn chế cấp điện áp 10 kV, 6 kV truyền tải điện năng không xa mà gây ra tổn thất lớn. Vì vậy mà việc lựa chọn ra một ph- ơng pháp tối - u cho việc xây dựng và thiết kế trạm là một vấn đề lớn đòi hỏi phải có thời gian nghiên cứu kỹ.

Với trình độ và thời gian có hạn em chỉ mới thiết kế trạm và đi sâu đ- ợc một số công đoạn chính trong quá trình truyền tải đó là việc tính toán chọn công suất và các thiết bị khác qua phân tích tính toán lý thuyết trạm biến áp 110/35/22 kV đ- ợc sử dụng chủ yếu trong điều kiện hiện nay. Em mong muốn nhận đ- ợc nhiều ý kiến đóng góp của thầy cô và các bạn để bản đồ án đ- ợc hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Sinh viên

Đào Quang Hoàng

---

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trịnh Hùng Thám, Nguyễn Hữu Khái, Đào Quang Thạch, Lã Văn Út, Phạm Văn Hoà, Đào Kim Thoa(2001), *Nhà máy điện và trạm biến áp*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
2. Nguyễn Hồng Thái, Vũ Văn Tâm (1997), *Rơ le số lý thuyết và ứng dụng*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
3. Richard Roeper. (1996),*Ngăn mạch trong hệ thống điện*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
4. Ngô Hồng Quang(2002), *Sổ tay lựa chọn & tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
5. Nguyễn Xuân Phú, Nguyễn Công Hiền, Nguyễn Bội Khuê (2001), *Cung cấp điện*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
6. Nguyễn Hữu Khái(2004),*Thiết kế nhà máy điện và trạm biến áp*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật

## PHẦN PHỤ LỤC

### A. Phụ lục 1.

**Bảng 11**

S TT		Đơn vị	Số lượng	Đơn giá (USD)	Thành tiền (USD)
	<b>A. Thiết bị</b>				<b>1.302.610</b>
	<b>A.1. Phần thứ nhất</b>				<b>1.115.490</b>
1	MBA lực ba pha, 3 cuộn dây 110/35/22KV – 25/25/25 MVA ngoài trời - Phụ tùng thay thế	Bộ	1 1	449.000 9.000	449.000 9.000
2	MBA lực 35/0,4 – 3 pha, dây /100 KVA	Bộ	1	23.400	23.400
3	MBA lực 22/0,4 – 3 pha, 2 dây /100 KVA	Bộ	2	15.600	15.600
4	Máy cắt cao áp khí 3 pha SF6 – 115 KV - Phụ tùng thay thế	Bộ	1	33.500 5.530	67.000 5.530
5	Biến điện áp 115 KV	Bộ	6	5.530	31.980
6	Biến điện áp 115 KV (có chỗ tụ TT)	Bộ	2	5.440	10.880
7	Biến dòng điện 110 KV	Bộ	6	4.500	27.000
8	Chống sét van 123 KV	Bộ	3	2.750	8.250
9	Chống sét van 72 KV	Bộ	1	1.800	1.800
10	Chống sét van 35 KV	Bộ	3	2.000	6.000
11	Chống sét van 22 KV	Bộ	3	850	2.550
	<b>Tủ phân phối chọn bộ</b>				
12	Tủ máy cắt lộ tổng 35 KV	Tủ	1	38.500	38.500
13	Tủ máy cắt lộ đi 35 KV	Tủ	4	32.000	128.000
14	Tủ đo I- ờng	Tủ	1	20.000	20.000
15	Tủ cầu dao, cầu trì 35 KV cho tự dùng Tủ chọn bộ 22 KV	Tủ	1	16.500	16.500
16	Tủ máy cắt lộ tổng 22 KV	Tủ	1	32.000	32.000
17	Tủ máy cắt lộ đi 22 KV	Tủ	3	26.000	79.500
18	Tủ đo I- ờng 22 KV	Tủ	1	18.000	18.000
19	Tủ cầu dao, cầu trì 22 KV cho tự dùng	Tủ	1	15.000	15.000
20	Tủ cầu dao 22 KV cho phân đoạn	Tủ	1	28.000	28.000

S TT		Đơn vị	Số lợng	Đơn giá (USD)	Thành tiền (USD)
21	Thiết bị AC, DC	Bộ	1	32.500	32.500
22	Thiết bị điều hòa	Bộ	1	10.000	10.000
23	Thiết bị nạp	Bộ	2	6.500	13.000
	<b>A.2. Phần nhị thứ</b>				
1	Tủ điều khiển MBA T1/110/35/22 KV	Tủ	1	32.000	32.000
2	Tủ điều khiển 2 lộ ĐZ 110 KV, máy cắt cầu 110 KV, biến điện áp 110 KV	Tủ	1	32.000	32.000
3	Tủ điều khiển 4 lộ ĐZ và biến điện áp 35 KV	Tủ	1	24.000	24.000
4	Tủ điều khiển 3 lộ đ-ờng dây và biến điện áp 22 KV	Tủ	1	24.000	24.000
5	Tủ bảo vệ máy cắt cầu 10 KV, MBA 110/35/22 KV	Tủ	1	60.000	60.000
6	Tủ đấu dây ngoài trời	Tủ	6	2.520	15.120
	<b>B. Vật liệu</b>				<b>177.460</b>
	<b>B.1. Phần nhất thứ</b>				<b>157.460</b>
1	DCL 115 KV, 3 pha, 2 tiếp đất	Bộ	3	11.000	33.000
2	DCL 115 KV, 3 pha, 1 tiếp đất	Bộ	3	10.220	30.660
3	DCL 115 KV, 1 pha, không tiếp đất	Bộ	1	1.800	1.800
4	Ắc quy điện áp 220 V = 120 Ah	Bộ	1	20.000	20.000
5	Sứ, dây dẫn, phụ kiện đấu nối	Bộ	1	50.000	50.000
6	Cáp lực và phụ kiện	Bộ	1	15.000	15.000
7	Thiết bị chiếu sáng, nối đất, chống sét	Bộ	1	7.000	7.000
	<b>B2. Phần nhị thứ</b>				<b>20.000</b>
1	Cáp kiểm tra loại ruột đồng, 1000 V, cách điện, nhựa tổng hợp	Bộ	1	20.000	20.000
	<b>Tổng</b>				<b>1.480.070</b>
	<b>Cộng: A + B</b>				<b>1.480.070</b>

**B. Phụ lục 2.**

**Bảng 12. Liệt kê thiết bị vật liệu**

ST T	Tên thiết bị quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Máy biến áp lực 110/35/22 kV, 3 pha, 3 cuộn dây, ngoài trời	Bộ	1	
	- Công suất 25/25/25 MVA			
	- Điện áp 115 ÷ 9 xây dựng, 78%/38,5/23 ÷ 2×2,5% kV			
	- Hệ thống làm mát kiểu ONAN/ONAF			
	- Bộ điều chỉnh d- ối tải phía cao áp			
	- Tổ đấu dây $Y_0/\Delta_{11}/Y_0$			
	- Đầu ra có đặt biến dòng			
	+ Phần 110 kV: 300/1 A			
	+ Phần trung tính 110 kV: 100/1 A			
	- Mức chịu đựng điện áp xung: 550/200/125 kV			
	- Mức chịu điện áp tần số CN: 230/95/50 kv			
	- Chiều dài dòng rò nhỏ nhất 25 mm/kV			
	- Tần số: 50 Hz			
	- Làm việc ở nhiệt độ môi trường 0 ÷ 45 <sup>0</sup> C			
	- Kèm theo bảo vệ hơi, nhiệt độ tăng cao, hạ thấp			
	- Toàn bộ phụ kiện kèm theo			
2	Máy biến áp 35/0,4 kV kiểu 3 pha, 2 cuộn dây, ngoài trời	Bộ	1	
	- Công suất 100 kVA			
	- Điện áp 38,5 ÷ 2×2,5%/0,4kV			
	- Hệ thống làm mát kiểu ONAN			
	- Mức chịu đựng điện áp xung: 200 kV			
	- Mức chịu điện áp tần số CN: 95 kv			
	- Tần số: 50 Hz			
	- Điện áp ngắn mạch $U_n = 4,5\%$ và toàn bộ phụ kiện			
3	Máy cắt cao áp khí SF6 – 15 kV	Bộ	2	
	- Máy cắt 3 pha loại ngoài trời			
	- Điện áp danh định: 123 kV			
	- Dòng điện danh định: 1250 A			
	- Dòng điện cắt: 25 kA/S			
	- Tần số: 50 Hz			
	- Bộ truyền động: Lò xo			
	- Tổng thời gian cắt < 70 ms			
	- Tổng thời gian đóng < 70 ms			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện			
4	Dao cách 115 kV, 3 pha, 1 tiếp đất	Bộ	3	
	- Điện áp danh định: 123 kV			
	- Dòng điện danh định: 1250 A			
	- Điều khiển bộ truyền động đóng cắt l- ối dao chính bằng			



	động cơ			
	- L- ối tiếp đất đóng cắt			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện			
5	Dao cách ly 115 kV, 3 pha, 2 tiếp đất	Bộ	3	
	- Điện áp danh định: 123 kV			
	- Dòng điện danh định: 1250 A			
	- Điều khiển bộ truyền động đóng cắt l- ối dao chính bằng động cơ			
	- L- ối tiếp đất đóng cắt			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện			
6	Dao cách ly 115 kV, 1 pha, không tiếp đất	Bộ	1	
	- Điện áp danh định: 123 kV			
	- Dòng điện danh định: 630 A			
	- Điều khiển bộ truyền động đóng cắt l- ối dao bằng tay dùng cho trung tính máy biến áp			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện			
7	Biến áp 115 kV	Bộ	2	
	- Loại 1 pha kiểu tụ ghép, ngoài trời			
	- Điện áp danh định sơ cấp $115/\sqrt{3}$ kV			
	- Điện áp danh định thứ cấp $\frac{0,11}{\sqrt{3}}/0,1$ kV			
	- Điện dung tổng: 6400 PF			
	- Có vị trí cho thông tin liên lạc			
	- Số cuộn dây thứ cấp: 2			
	- Cấp chính xác 0,5/3P			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện			
8	Biến dòng điện 110 kV	Bộ	6	
	- Biến dòng điện loại 1 pha, ngoài trời			
	- Điện áp danh định: 123 kV			
	- Dòng điện danh định: 200/1A			
	- Số cuộn dây thứ cấp: 4			
	- Cấp chính xác 0,5/5P20/5P20			

STT	Tên thiết bị quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện			
9	Chống sét van	Bộ	3	
	- Chống sét van loại 3 pha, loại oxit kẽm đặt ngoài trời, kèm bộ ghi sét			
	- Điện áp danh định: 112 kV			
	- Điện áp làm việc liên tục lớn nhất: 77 kV			
	- Điện áp d- lớn nhất ứng với chống sét (8/20 $\mu$ s-10 kA): 256 kV			
	Kèm theo thiết bị phụ kiện và bộ ghi sét			
10	Chống sét van 72 kV loại oxit kẽm (dùng cho trung tính 110 kV máy biến áp)	Bộ	3	
	- Loại một pha đặt ngoài trời kèm theo bộ ghi sét			
	- Điện áp danh định: 42 kV			
	- Điện áp làm việc : 72 kV			
	- Điện áp d- với sóng sét (8/20 $\mu$ s-10 kA): 256 kV			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện và bộ ghi sét			
11	Chống sét van 35 kV loại oxit kẽm	Bộ	3	
	- Loại một pha exit kẽm đặt ngoài trời			
	- Điện áp danh định: 35 kV			
	- Điện áp làm việc : 41 kV			
	- Điện áp d- với sóng sét (8/20 $\mu$ s-10 kA): 94,9 kV			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện và bộ ghi sét			
12	Chống sét van 22 kV	Bộ	3	
	- Loại một pha exit kẽm đặt ngoài trời			
	- Điện áp danh định: 35 kV			
	- Điện áp làm việc duy trì lớn nhất : 16,5 kV			
	- Điện áp d- với sóng sét (8/20 $\mu$ s-10 kA): 59 kV			
	Kèm theo toàn bộ phụ kiện			
13	Tủ máy cắt lộ tổng 35 kV	Tủ	1	
	- Máy cắt ba pha chân không			
	- Điện áp danh định: 38,5 kV			
	- Dòng điện danh định: 1250 A			
	- Dòng điện ngắn mạch 16 kA			
	- Bộ chuyển động lò xo			
	- Tổng thời gian cắt nhỏ hơn 0,6s			
	- Biến dòng 400/1A			
	- Số cuộn dây thứ cấp: 3			
	- Cấp chính xác 0,5/5P20-30VA			

STT	Tên thiết bị quy cách	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
	- Thiết bị bảo vệ và đo lường:			
	+ Khóa điều khiển, đèn báo vị trí không đồng ứng của máy cắt			
	+ Ampe mét			
	+ Máy đếm điện năng tác dụng và phản kháng			
	+ Bảo vệ quá dòng hai cấp: cắt nhanh và có thời gian (F50/51)			
	+ Thiết bị tự đóng lặp lại (F79)			
	+ Thiết bị báo trạm đất theo dòng điện			
14	Tủ đo lường	Tủ	1	
	- Biến điện áp có tỷ số biến đổi $\frac{38,5}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}}$			
	- Thiết bị bảo vệ bằng cầu chì 35 kV			
	- Cấp chính xác 0,5/3P			
	- Vôn mét kèm chỉ mạch			
	- Thiết bị sa thải phụ tải theo tần số (F81)			
	- Thiết bị báo chạm đất theo điện áp			
	- Kèm theo phụ kiện			
15	Tủ cầu dao, cầu chì 35 kV cho tự dùng	Tủ	1	
	- Thiết bị bảo vệ bằng cầu chì			
	- Điện áp danh định: 38,5 kV			
	- Dòng điện danh định: 630 A			
	- Thiết bị đo đếm điện năng KW/h			
	- Kèm theo phụ kiện			
16	Tủ cắt lộ tổng 22 kV	Tủ	1	
	- Máy cắt 3 pha chân không			
	- Điện áp danh định: 23 kV			
	- Dòng điện danh định: 1250 A			
	- Dòng ngắn mạch 16 kA			
	- Bộ chuyển động lò xo			
	- Tổng thời gian cắt nhỏ hơn 0,06s			
	- Biến dòng có tỷ số biến đổi 600/1 A			
	- Số cuộn dây thứ cấp biến dòng: 3			
	- Cấp chính xác 0,5/5P/20-30 VA			
	- Thiết bị bảo vệ đo lường:			
	+ Khóa điều khiển, đèn báo vị trí không đồng ứng của máy cắt			
	+ Ampe mét			
	+ Máy đếm điện năng tác dụng và phản kháng			

	+ Bảo vệ quá dòng hai cấp: cắt nhanh và có thời gian (F50/51)			
	+ Bảo vệ quá dòng chạm đất 2 cấp: cắt nhanh và có thời gian (F50/51)			
	Kèm theo phụ kiện			
17	Tủ cắt lộ đi 22 kV	Tủ	4	
	- Máy cắt 3 pha chân không			
	- Điện áp danh định: 23 kV			
	- Dòng điện danh định: 630 A			
	- Dòng ngắn mạch 16 kA			
	- Bộ chuyển động lò xo			
	- Tổng thời gian cắt nhỏ hơn 0,06s			
	- Biến dòng có tỷ số biến đổi 400/1 A			
	- Số cuộn dây thứ cấp biến dòng: 2			
	- Cấp chính xác 0,5/5P/20-30 VA			
	- Thiết bị bảo vệ đo l-ờng:			
	+ Khóa điều khiển, đèn báo vị trí không t-ơng ứng của máy cắt			
	+ Ampe mét			
	+ Máy đếm điện năng tác dụng và phản kháng			
	+ Bảo vệ quá dòng hai cấp: cắt nhanh và có thời gian (F50/51)			
	+ Bảo vệ quá dòng chạm đất 2 cấp: cắt nhanh và có thời gian (F50/51)			
	Kèm theo phụ kiện			
18	Tủ đo l-ờng 22 kV	Tủ	1	
	- Biến điện áp có tỷ số biến đổi $\frac{23}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / 0,1$ kV			
	- Thiết bị bảo vệ bằng cầu chì 22 kV			
	- Cấp chính xác 0,5/3P			
	- Vôn mét kèm chỉ mạch			
	- Thiết bị sa thải phụ tải theo tần số (F81)			
	- Bảo vệ điện áp thấp (F27)			
	- Kèm theo phụ kiện			
19	Tủ cầu dao, cầu chì 22 kV tự dùng	Tủ	1	
	- Thiết bị bảo vệ bằng cầu chì			
	- Điện áp danh định: 23 kV			
	- Dòng điện danh định: 630 A			
	- Thiết bị đo đếm điện năng			
	- Kèm theo phụ kiện			
20	Tủ cầu dao 22 kV cho phân đoạn			
	- Dao cách ly 23 kV			
	- Dòng điện danh định: 1250 A			
	- Dòng ngắn mạch: 16 kA			

