

## LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay nền kinh tế nước ta phát triển mạnh mẽ, đời sống người dân được nâng cao. Nhu cầu sử dụng điện năng trong mọi lĩnh vực: công nghiệp, nông nghiệp thương mại và dịch vụ cũng như trong sinh hoạt tăng trưởng không ngừng. Trong đó công nghiệp luôn là lĩnh vực tiêu thụ điện năng lớn nhất. Chất lượng điện áp ổn định luôn là một yêu cầu quan trọng. Với quá trình trỗi dậy mạnh mẽ của nền kinh tế sau mở cửa, hội nhập vào nền kinh tế toàn cầu, ngành công nghiệp đóng tàu không nằm ngoài nhu cầu đó. Chất lượng điện áp ảnh hưởng tới chất lượng từng con tàu, từng sản phẩm... Vì thế đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện và nâng cao chất lượng điện là mối quan tâm hàng đầu trong thiết kế cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp nói chung và các nhà máy đóng tàu nói riêng. Với một sinh viên theo học chuyên ngành điện công nghiệp, sẽ phải nắm vững và ứng dụng được các kiến thức đã học vận hành, sửa chữa thiết bị điện khi có sự cố, hoặc thiết kế các hệ thống cung cấp điện cho nhà máy, phân xưởng khi có yêu cầu.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế, sau khi hoàn thành chương trình học tập tại trường, em đã được giao đề tài: **“Nghiên cứu thiết kế cung cấp điện cho các phân xưởng mở rộng của Công ty Đóng tàu Phà Rừng”** do **GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn** hướng dẫn.

Đề tài của em gồm các chương sau:

Chương 1: Giới thiệu – Xác định phụ tải tính toán của Công ty Đóng tàu Phà Rừng.

Chương 2: Lựa chọn phương án cấp điện cho Công ty Đóng tàu Phà Rừng.

Chương 3: Tính các thiết bị điện cho mạng điện Công ty Đóng tàu Phà Rừng.

Chương 4: Tính toán bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số công suất cho nhà máy và tính toán chống sét.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến các thầy, cô giáo trong bộ môn Điện công nghiệp, các bạn trong lớp đã giúp đỡ em trong quá trình thực hiện đề án tốt nghiệp. Đặc biệt, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc nhất tới **GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn**, người đã tận tình hướng dẫn em đề tài này. Rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu từ thầy cô và các bạn để đề án của em được hoàn thiện hơn.

## **CHƯƠNG I**

### **GIỚI THIỆU – XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN CỦA CÔNG TY ĐÓNG TÀU PHÀ RỪNG**

#### **1.1. GIỚI THIỆU VỀ CÔNG TY ĐÓNG TÀU PHÀ RỪNG**

##### **1.1.1. Lịch sử hình thành và phát triển của Công ty Đóng tàu Phà Rừng**

Công ty đóng tàu Phà Rừng trước đây là công ty sửa chữa tàu biển Phà Rừng, là công trình hợp tác giữa chính phủ Việt Nam và Cộng hòa Phần Lan được đưa vào hoạt động từ ngày 25 tháng 3 năm 1984.

Ban đầu công ty được xây dựng để sửa chữa các loại tàu biển có trọng tải đến 15000 tấn. Trải qua hơn 20 năm hoạt động, công ty đã sửa chữa được hàng trăm lượt tàu trong và ngoài nước như: Liên Bang Nga, Đức, Hy Lạp, Hàn Quốc... đạt chất lượng cao. Công ty đóng tàu Phà Rừng là một trong những cơ sở hàng đầu của Việt Nam có thương hiệu và uy tín trong lĩnh vực sửa chữa tàu biển.

Những năm gần đây, công ty cũng phát triển công nghiệp đóng mới tàu biển và đã bàn giao cho chủ tàu hàng chục tàu có trọng tải từ 6500 tấn đến 12500 tấn. Đặc biệt là các loại tàu xuất khẩu yêu cầu công nghệ cao như tàu chở dầu hóa chất 6500 tấn cho Hàn Quốc, tàu chở hàng vỏ kép 34000 tấn cho Vương Quốc Anh.

Thực hiện chiến lược phát triển kinh tế biển của Đảng và Nhà nước, chủ trương phát triển ngành công nghiệp tàu thủy Việt Nam, Công ty đã trở thành Tổng Công ty Đóng tàu Phà Rừng, bao gồm công ty mẹ, năm công ty trách nhiệm hữu hạn một thành viên, năm công ty cổ phần vốn góp chi phối của công ty, một trường dạy nghề.

Cùng với hệ thống cơ sở vật chất được đầu tư có hệ thống là đội ngũ nhân lực đông đảo gần 3000 cán bộ công nhân viên trong đó có 390 kỹ sư, cử nhân đặc biệt là lực lượng hàng nghìn công nhân đã và tiếp tục được đào tạo về công nghệ đóng mới tàu biển tại Phần Lan, Nhật Bản, Hàn Quốc, Na Uy, Tất cả sẽ trở thành động lực cho sự phát triển của Công ty Đóng tàu Phà Rừng trong tương lai.

### **1.1.2. Sơ đồ mặt bằng sản xuất Công ty đóng tàu Phà Rừng**

Công ty đóng tàu Phà Rừng có tổng diện tích 81010 m<sup>2</sup>. Công ty gồm sáu phân xưởng, khu nhà kho và khu nhà hành chính.

### **1.1.3. Xác định phụ tải công ty đóng tàu Phà Rừng**

Khi xác định phụ tải tính toán ta tiến hành phân loại phụ tải theo hộ tiêu thụ, để có cách nhìn đúng đắn về phụ tải và có những ưu tiên cần thiết lựa chọn hợp lý sơ đồ cung cấp điện.

Tùy theo tầm quan trọng trong nền kinh tế xã hội, hộ tiêu thụ được cung cấp điện với mức độ tin cậy khác nhau và phân thành 3 loại:

Hộ loại 1: Là những hộ mà khi có sự cố dừng cung cấp điện có thể gây nên những hậu quả nguy hiểm đến tính mạng con người, gây thiệt hại lớn về kinh tế, hư hỏng thiết kế, gây rối loạn quá trình công nghiệp hoặc có ảnh hưởng không tốt về phương diện chính trị. Đối với hộ loại 1 phải cung cấp với độ tin cậy cao, thường dùng hai nguồn điện đến, có nguồn dự phòng nhằm hạn chế mức thấp nhất việc mất điện. Thời gian mất điện thường được coi bằng thời gian đóng nguồn dự trữ.

Hộ loại 2: Là những hộ tiêu thụ khi ngưng cung cấp điện chỉ gây thiệt hại về kinh tế, hư hỏng sản phẩm, sản xuất bị đình trệ, gây rối loạn quá trình công nghệ. Để cung cấp điện cho hộ loại 2 ta sử dụng phương pháp có hoặc không có nguồn dự phòng, ở hộ loại 2 cho phép ngưng cung cấp điện trong thời gian đóng nguồn dự trữ bằng tay.

Hộ loại 3: Là những hộ tiêu thụ cho phép cung cấp điện với mức độ tin cậy thấp, cho phép mất điện trong thời gian sửa chữa, thay thế khi có sự cố.

Ngoài ra các hộ tiêu thụ điện xí nghiệp còn được phân chia theo chế độ làm việc:

- + Loại hộ tiêu thụ điện có chế độ làm việc dài hạn, khi đó phụ tải ít thay đổi hoặc không thay đổi. Các thiết bị có thể làm việc lâu dài mà nhiệt độ không vượt quá giá trị cho phép.

- + Loại hộ tiêu thụ có chế độ phụ tải ngắn hạn, thời gian làm việc không đủ dài để nhiệt độ của thiết bị đạt đến giá trị cho phép.

+ Loại hộ tiêu thụ có chế độ ngắn hạn – lặp lại, thiết bị làm việc ngắn hạn xen kẽ với thời gian nghỉ ngắn hạn.

+ Công ty đóng tàu Phà Rừng được xếp vào hộ tiêu thụ loại 2.

## 1.2. THỐNG KÊ PHỤ TẢI CÔNG TY

Ta có danh sách thống kê phụ tải và công suất đặt của công ty đóng tàu Phà Rừng như sau:

**Bảng 1.1: Danh sách các phụ tải của công ty và công suất đặt**

STT	Tên máy	Số lượng	Pđ (kW)
	<b>Trạm khí nén</b>		
1	Máy nén khí	3	150
2	Cầu 200T	1	273
3	Bơm nước	2	100
	Phân xưởng máy + khu hạ liệu		
1	Cầu gấn tường KONE	2	0,7
2	Cầu bán công SCANMET	1	1,5
3	Máy tiện băng dài	2	41,35
4	Máy tiện đứng 1541	2	41
5	Máy tiện ngang	2	41,35
6	Máy tiện vạt năng	1	16
7	Máy tiện ren USSR	1	18
8	Máy khoan AMO 80	3	1,1
9	Máy khoan cần RFH75	4	15
10	Máy bào CMZL 625	1	5,7
11	Máy bào cuốn	1	4,5
12	Máy doa	4	47,5
13	Máy doa	2	28
14	Máy mài 2 đá KT1	10	1,5
15	Cầu trục dầm 40T	6	41,5
16	Máy cắt tôn H3222	2	28
17	Máy lọc tôn IB 3222	1	25
18	Máy cưa gỗ Luna 824	2	2,5

STT	Tên máy	Số lượng	Pđ (kW)
19	Công trục 2 dầm công sơn	2	41,5
21	Máy phun sơn	4	75
	<b><i>Phân xưởng vỏ 1 + 2</i></b>		
1	Cầu gấn tường KONE	2	1,5
2	Cầu giàn ETECO	4	11
3	Cầu bán công ETECO	1	7
4	Máy ép thủy lực	4	60
5	Máy ép 500T	1	70
6	Bán công trục	2	32
7	Gấp mép tôn mỏng	5	1,5
8	Máy cắt tôn H3222	4	28
9	Máy hàn que	10	19
10	Máy cắt sắt	3	1,8
11	Máy hàn thông dụng KEMPI 453	5	4
12	Cầu trục dầm 40T	6	41,5
	<b><i>Các bãi hàn</i></b>		
1	Máy hàn thông dụng KEMPI 303	25	4
2	Máy hàn thông dụng KEMPI 453	17	4
3	Máy hàn dòng 1 chiều KEMPI 653	2	19
4	Máy hàn chuyên dùng	5	12
5	Máy hàn que	15	19
6	Cầu CQ 523	2	83
7	Cầu trục dầm 40T	8	41,5
8	Máy mài đá	10	1,5
9	Bơm nước	2	100
10	Cầu tháp BETOX	1	60
	<b><i>Phân xưởng ống + âu</i></b>		
1	Máy hàn thông dụng KEMPI 303	5	4
2	Máy hàn thông dụng KEMPI 453	2	4

<b>STT</b>	<b>Tên máy</b>	<b>Số lượng</b>	<b>Pđ (kW)</b>
3	Máy hàn dòng 1 chiều KEMPI 653	6	19
4	Máy hàn que	6	19
5	Máy mài đá	5	1,5
6	Cầu dãn Sanmet	2	11
7	Cầu dãn 5T	1	15
8	Cầu công	1	15
9	Máy mài đá	10	1,5
10	Máy cắt tôn H3222	1	38
11	Cầu CQ 523	2	83,5
12	Bơm nước	2	55
13	Cầu tháp BETOX	1	60
14	Cầu CQ 523	2	83,5
15	Bơm âu	2	273
16	Động cơ ụ nổi 4200T	1	70
17	Máy là tôn	1	70
	<b><i>Phân xưởng vỏ 3</i></b>		
1	Cầu trục dầm đôi 40 T	6	41,5
2	Cầu bán công	2	9
3	Bán công trục 1 dầm	3	9
4	Máy cắt điều khiển số CNC	4	80
5	Máy hàn que	5	19
6	Máy hàn KEMPI 455	5	20
7	Máy uốn ống thủy lực	2	20
8	Cầu 50T	2	160
9	KONE	1	170
10	Máy là tôn	1	70
11	Côn trục 200 T	1	250

**Bảng 1.2: Khu nhà hành chính**

STT	Tên phòng	Số lượng
1	Phòng bảo vệ	2
2	Phòng tiếp khách	2
3	Nhà WC	6
4	Phòng làm việc	20
5	Phòng họp	1

**Bảng 1.3: Phân bố diện tích toàn công ty**

STT	Tên phòng	Diện tích (m <sup>2</sup> )
1	Kho	16580
2	Nhà hành chính	3000
3	Khu trạm khí nén	2000
4	Phân xưởng máy + khu hạ liệu	9560
5	Phân xưởng vỏ 1 + 2	9320
6	Các bãi hàn	16000
7	Phân xưởng vỏ 3	15300
8	Phân xưởng ống âu	9250
	<b>Tổng</b>	<b>81010</b>

### **1.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN CHO CÔNG TY**

#### **1.3.1: Cơ sở lí luận**

Phụ tải tính toán là một số liệu quan trọng để thiết kế cấp điện. Khi thiết kế một công trình nào đó nhiệm vụ đầu tiên của chúng ta là phải xác định phụ tải điện của công trình ấy.

Phụ tải tính toán phụ thuộc nhiều yếu tố như: công suất và số lượng các máy, chế độ vận hành của chúng. Vì vậy xác định chính xác phụ tải tính toán là nhiệm vụ khó khăn nhưng rất quan trọng bởi vì phụ tải tính toán được xác định nhỏ hơn thực

tế thì sẽ làm giảm tuổi thọ các thiết bị có khi dẫn tới cháy nổ. Nếu phụ tải tính toán lớn hơn phụ tải thực tế nhiều thì thiết bị được chọn sẽ quá lớn so với yêu cầu do đó gây lãng phí

### 1.3.2. Các phương pháp xác định phụ tải tính toán cho công ty, ưu nhược điểm của các phương pháp:

#### a) Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm

Ta có : tra tài liệu Cung cấp điện [ trang 38]

$$P_{tt} = \frac{M \cdot W_0}{T_{\max}} \quad (1-1)$$

Trong đó:

M : Số đơn vị sản phẩm được sản xuất trong một năm

$W_0$  : Suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm ( kWh/đvsp)

$T_{\max}$ : Thời gian sử dụng công suất lớn nhất

Phương pháp này được sử dụng cho tính toán các thiết bị điện có đồ thị phụ tải ít biến đổi như: quạt gió, bơm nước, máy nén khí... Khi đó tải tính toán gần bằng phụ tải trung bình và kết quả tương đối chính xác.

#### b) Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu $k_{nc}$

Thông tin mà ta biết được là diện tích nhà xưởng F ( $m^2$ ) và công suất đặt  $P_d$  (kW) của các phân xưởng và phòng ban của công ty.

Phụ tải tính toán của một phân xưởng được xác định theo công suất đặt  $P_d$  và hệ số nhu cầu  $k_{nc}$  , tra tài liệu Hệ thống cung cấp điện [ trang 33] theo các công thức sau:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (1-2)$$

$$P_{cs} = P_0 \cdot F \quad (1 - 3)$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} P_{tt} \cdot \text{tg} \varphi \quad (1 - 4)$$

$$Q_{px} = Q_{dl} + Q_{cs} \quad (1 - 5)$$



Từ đó ta xác định được phụ tải tính toán của phân xưởng (px) như sau:

$$P_{tppx} = P_{dl} + P_{cs} \quad (1 - 6)$$

$$Q_{tppx} = Q_{dl} + Q_{cs} \quad (1 - 7)$$

$$S_{tppx} = \sqrt{P_{tppx}^2 + Q_{tppx}^2} \quad (1 - 8)$$

Nếu hệ số công suất  $\cos \varphi$  của các thiết bị trong nhóm khác nhau thì ta tính hệ số công suất  $\cos \varphi$  trung bình, tra tài liệu Cung cấp điện [ trang 39] :

$$\cos \varphi_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (1 - 9)$$

Trong đó:

$K_{nc}$  : Hệ số nhu cầu, tra tài liệu Thiết kế cấp điện [ trang 254].

$P_d$  : Công suất đặt (kW).

n: Số động cơ.

$P_0$  : Suất phụ tải chiếu sáng ( W/m<sup>2</sup>).

$P_{dl}, Q_{dl}$  : Các phụ tải động lực của phân xưởng.

$P_{cs}, Q_{cs}$  : Các phụ tải chiếu sáng của phân xưởng.

Vậy phụ tải tính toán của cả công ty là:

$$P_{tNX} = \sum_{i=1}^m P_{tNXi} \quad (1-10)$$

$$Q_{tNX} = \sum_{i=1}^m Q_{tNXi} \quad (1-11)$$

Từ đó ta có:

$$S_{tNM} = \sqrt{P_{tNM}^2 + Q_{tNM}^2} \quad (1-12)$$

$$\cos \varphi_{tNX} = \frac{P_{tNX}}{S_{tNX}} \quad (1-13)$$

Trong đó:

$k_{đt}$  : Hệ số đồng thời ( thường có giá trị từ 0,85 ÷ 1).

m: Số phân xưởng và phòng ban, nhóm thiết bị.

Phương án này có ưu điểm là đơn giản, tiện lợi nên được ứng dụng rộng rãi trong tính toán. Nhưng có nhược điểm kém chính xác vì  $k_{nc}$  tra trong bảng số liệu tra cứu nó không phụ thuộc vào chế độ vận hành và số thiết bị trong nhóm nhưng thực tế  $k_{nc} = k_{sd} \cdot k_{max}$  vì vậy nếu chế độ vận hành và số thiết bị trong nhóm thay đổi nhiều thì kết quả kém chính xác. Phương pháp này thường dùng trong giai đoạn xây dựng nhà xưởng.

**c) Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên 1 đơn vị diện tích sản xuất**

Công thức theo tài liệu Cung cấp điện [trang 34]:

$$P_{tt} = p_0 \cdot F \quad (1 - 14)$$

Trong đó:

F: Diện tích bố trí nhóm hộ tiêu thụ, m<sup>2</sup>

P<sub>0</sub>: Suất phụ tải trên một đơn vị sản xuất là 1(m<sup>2</sup>), kW/m<sup>2</sup>

Suất phụ tải tính toán trên 1 đơn vị sản xuất, phụ thuộc vào dạng sản xuất, được phân tích theo số liệu thống kê.

Phương pháp này cho kết quả gần đúng. Nó được dùng để tính toán phụ tải cho các phân xưởng có mật độ máy móc sản xuất phân bố tương đối đều ( ví dụ như : phân xưởng dệt, sản xuất vòng bi, gia công cơ khí.....)

**d) Xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại k<sub>max</sub> công suất trung bình P<sub>tb</sub>**

Thông tin mà ta biết được là khá chi tiết, ta bắt đầu thực hiện việc phân nhóm các thiết bị máy móc ( từ 8÷ 12 máy / 1 nhóm). Sau đó ta xác định phụ tải tính toán của một nhóm n máy theo công suất trung bình P<sub>tb</sub> và hệ số cực đại k<sub>max</sub> theo các công thức sau, tra tài liệu Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500(kV) [trang 39]:

$$P_{tt} = k_{max} \cdot P_{tb} = k_{max} \cdot k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n p_{dmi} \quad (1-15)$$

$$Q_n = P_n \cdot tg\varphi \quad (1-16)$$

$$I_{tt} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_{mm}} \quad (1-17)$$

Trong đó:

$n$ : Số máy trong một nhóm.

$P_{tb}$ : Công suất trung bình của nhóm phụ tải trong ca máy tải lớn nhất.

$P_{dm}$ : Công suất định mức của máy, nhà chế tạo cho (kW).

$U_{dm}$ : Điện áp dây định mức của lưới (V).

$K_{sd}$ : Hệ số sử dụng công suất hữu công của nhóm thiết bị, Thiết kế cấp điện [trang 253].

Nếu hệ số công suất  $k_{sd}$  các thiết bị trong nhóm khác nhau thì ta tính hệ số công suất  $k_{sd}$  trung bình:

$$k_{sdtb} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{sdi} \cdot P_{dmi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (1-18)$$

$k_{max}$ : Hệ số cực đại công suất hữu công của nhóm thiết bị. Tra tài liệu Thiết kế cấp điện [trang 256].

$n_{hq}$ : Số thiết bị dùng điện hiệu quả.

Các bước xác định  $n_{hq}$ :

Bước 1: Xác định  $n_1$  là số thiết bị có công suất lớn hơn hoặc bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất.

Bước 2: Xác định:

$$P_I = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (1-19)$$

Bước 3: Xác định:

$$n^* = \frac{n_i}{n} \quad (1-20)$$

$$P^* = \frac{P_i}{P} \quad (1-21)$$

$P$ : Tổng công suất của các thiết bị trong nhóm thiết bị (nhóm phụ tải) đang xét.

Bước 4: Tra Sổ tay lựa chọn [trang 255] ta được  $n_{hq}^*$  theo  $n^*$  và  $P^*$

Bước 5: Tính  $n_{hq} = n \cdot n_{hq}^*$  (1-22)

Từ đó ta tính được phụ tải tính toán của cả phân xưởng theo các công thức sau:

$$P_{dl} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^{nm} P_{ti} \quad (1-23)$$

$$P_{cs} = P_0 \cdot F \quad (1-24)$$

$$Q_{dl} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^{nm} Q_{ti} \quad (1-25)$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg} \varphi \quad (1-26)$$

Vậy ta tính được:

$$P_{px} = P_{dl} + P_{cs} \quad (1-27)$$

$$Q_{px} = Q_{dl} + Q_{cs} \quad (1-28)$$

$$S_{px} = \sqrt{P_{px}^2 + Q_{px}^2} \quad (1-29)$$

$$\cos \varphi_{pb} = \frac{P_{px}}{S_{px}} \quad (1-30)$$

$$I_{tupx} = \frac{S_{px}}{\sqrt{3} \times U_{dm}} \quad (1-31)$$

Trong đó:

$n, m$ : Số nhóm máy của phân xưởng mà ta đã phân ở trên.

$K_{dt}$ : Hệ số đồng thời (thường có giá trị từ 0.85 ÷ 1).

Nhận xét:

Phương pháp này cho một kết quả khá chính xác, nhưng phương pháp này đòi hỏi một lượng thông tin đầy đủ về các phụ tải như: chế độ làm việc của từng phụ tải, công suất đặt của từng phụ tải, số lượng thiết bị trong nhóm ( $k_{sdi}$ ,  $P_{đmi}$ ,  $\cos \varphi_i, \dots$ ).

## 1.4. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI CHO CÔNG TY ĐÓNG TÀU PHÀ RỪNG

### 1.4.1. Tính toán phụ tải chiếu sáng

+ Nhà kho

Chiếu sáng bằng đèn tuýp. Tra tài liệu Cung cấp điện [trang 325]. Suất phụ tải chiếu sáng của một số phân xưởng ta có:

$$P_0=15(\text{W}/\text{m}^2): \cos\varphi =0,7 \rightarrow \text{tg}\varphi =1,02.$$

$$F=16580(\text{m}^2).$$

Thay  $P_0$ ,  $f$  vào công thức (1.24) ta có:

Phụ tải tác dụng:

$$P_{tt}= 15.16580=248700\text{W}=248,7(\text{kW})$$

$$\text{Phụ tải phản kháng: } Q_{tt}= P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi =248,7 \cdot 1,02=253,7(\text{kVAr})$$

Phụ tải tính toán toàn phần:

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = 355,268(\text{kVA})$$

**Bảng 1.4: Tổng hợp phụ tải chiếu sáng**

STT	Tên	Công suất			cosφ
		P(kW)	Q(kVAr)	S(kVA)	
1	Kho	248,7	253,7	355,26	0,70
2	Khu trạm khí nén	30	18,60	35,30	0,85
3	Phân xưởng máy + khu hạ liệu	143,4	88,91	168,73	0,85
4	Phân xưởng vỏ 1 + 2	139,8	86,68	164,49	0,85
5	Các bãi hàn	240	148,80	282,39	0,85
6	Phân xưởng vỏ 3	229,5	142,29	270,03	0,85
7	Phân xưởng ống + âu	138,75	86,03	163,25	0,85
8	Nhà hành chính	45	29,7	52,95	0,85

#### 1.4.2. Tính toán phụ tải cho khu hành chính

Phòng làm việc .Ta có:

$$P_d=2,5 \text{ kW} ; K_{nc}= 0,8; \cos\varphi= 0,9 \rightarrow \text{tg}\varphi= 0,49$$

$$\text{Phụ tải tác dụng: } P_{tt}=k_{nc} \cdot P_d=0,8 \cdot 2,5 = 2(\text{kW}/\text{phòng})$$

$$\rightarrow P_{tt20}= 0,98 \cdot 20= 19,60 (\text{kVAr})$$

$$\text{Phụ tải tính toán: } S_{tt} = \sqrt{40^2 + 19,6^2} = 44,54(\text{kVA})$$

**Bảng 1.5: Tổng hợp phụ tải khu hành chính**

STT	Tên	$P_d$ (kW)	$K_{nc}$	$\cos\varphi$	$P_{tt}$ (kW)	$Q_{tt}$ (kVAr)	$S_{tt}$ (kVA)
1	Phòng làm việc	2,5	0,8	0,9	40	19,6	44,54
2	Phòng họp	3	1	0,9	3	1,47	3,34
3	Phòng bảo vệ	2,5	1	0,9	5	2,44	5,56
4	Phòng tiếp khách	3	1	0,9	6	2,94	6,68
5	Nhà WC	2,5	1	0,9	15	7,32	16,69
<b>Tổng</b>		13,6		0,9	69	33	76,81

**1.4.3. Tính toán phụ tải động lực cho khu vực sản xuất**

Xác định phụ tải tính toán cho phân xưởng máy và khu hạ liệu

**Bảng 1.6: Bảng số liệu phân xưởng máy và khu hạ liệu**

STT	Tên máy	Số lượng	$\cos\varphi$	$K_{sd}$	P(kW) 1 máy	P(kW) toàn bộ
1	Cầu gán tường KONE	2	0,5	0,1	0,7	1,4
2	Cầu bán công SCANMET	1	0,5	0,1	1,5	1,5
3	Máy tiện băng dài	2	0,65	0,16	41,35	82,7
4	Máy tiện đứng 1541	2	0,65	0,16	41	82
5	Máy tiện ngang	2	0,65	0,17	41,35	82,7
6	Máy tiện vạt năng	1	0,65	0,17	16	16
7	Máy tiện ren USSR	1	0,65	0,17	18	18
8	Máy khoan AMO 80	3	0,65	0,17	1,1	3,3
9	Máy khoan cần RFH75	4	0,65	0,17	15	60
10	Máy bào CMZL 625	1	0,65	0,17	5,7	5,7
11	Máy bào cuộn	1	0,65	0,17	4,5	4,5
12	Máy doa	4	0,65	0,17	47,5	190
13	Máy doa	2	0,65	0,17	28	56
14	Máy mài 2 đá KT1	10	0,5	0,17	1,5	15
15	Cầu trục dầm 40T	6	0,5	0,1	41,5	249

16	Máy cắt tôn H3222	2	0,65	0,17	28	56
17	Máy lốc tôn IB 3222	1	0,65	0,17	25	25
18	Máy cửa gỗ Luna 824	2	0,65	0,17	2,5	5
19	Công trục 2 dầm công sơn	2	0,5	0,1	41,5	83
20	Máy phun nước áp lực cao	2	0,85	0,7	55	110
21	Máy phun sơn	4	0,8	0,7	75	300

Các thiết bị đều làm việc ở chế độ dài hạn nên ta không cần phải quy đổi.

Số thiết bị trong nhóm là  $n=55$

Tổng công suất  $P=1446,8(\text{kW})$

Công suất lớn nhất của thiết bị là  $P_{\text{dmmax}}=75 (\text{kW})$ .

Số thiết bị có công suất lớn hơn hoặc bằng  $0,5.P_{\text{dmmax}}$  là  $n_1= 24 \rightarrow P_1= 1179,4(\text{kW})$

$$n^* = \frac{n_1}{n} = \frac{24}{55} = 0,43; P^* = \frac{P_1}{P} = \frac{1179,4}{1446,8} = 0,83$$

Tra tài liệu Thiết kế cấp điện [trang 255]  $n_{\text{hq}}^* (n^*, P^*)$  ta được  $n_{\text{hq}}^* = 0,58$ .

Số thiết bị dùng điện hiệu quả là:  $N_{\text{hq}} = n.n_{\text{hq}}^* = 55.0,58 = 31$

$$K_{\text{sd}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{sdi}} \cdot P_{\text{dmi}}}{\sum_{i=1}^n P_i} = 0,5$$

Tra bảng  $k_{\text{max}}$  theo  $k_{\text{sd}}$  và  $n_{\text{hq}}$  ta được  $k_{\text{max}} = 1,16$

→PTTT của phân xưởng máy và khu hạ liệu là:

$$\cos \varphi_{\text{tb}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_i} = 0,7$$

$$P_{\text{tt1}} = k_{\text{max}} \cdot k_{\text{sd}} \cdot \sum_{i=1}^n P_{\text{dmi}} = 0,5.1,16.1446,68 = 871,94 (\text{kW})$$

$$Q_{\text{tt1}} = P_{\text{tt1}} \cdot \text{tg} \varphi = 871,94.1,02 = 804,59 (\text{kVAr})$$

$$S_{tt1} = \frac{P_{tt1}}{\cos \rho} = 1186,44 \text{ (kVA)}$$

#### 1.4.4. Tổng hợp phụ tải tính toán công ty đóng tàu Phà Rừng

**Bảng 1.7: Tổng hợp phụ tải tính toán của công ty**

STT	Tên phân xưởng	$P_{ttx}$ (kW)	$Q_{ttx}$ (kVAr)	$S_{ttx}$ (kVA)
1	Kho	284,7	253,7	381,34
2	Khu trạm khí nén	875	892,67	1250,5
3	Phân xưởng máy + khu hạ liệu	1015,34	893,50	1353,79
4	Phân xưởng vỏ 1 + 2	792,00	638,10	1012,85
5	Các bãi hàn	1045,88	920,37	1394,50
6	Phân xưởng vỏ 3	1167,11	1027,06	1556,15
7	Phân xưởng ống âu	939,58	826,83	1252,77
8	Khu nhà hành chính	114	63,47	130,48
<b>Tổng</b>		5875,46	5072,92	7831,71

Vì số phân xưởng  $m = 9$  ta chọn  $K_{dt} = 0,8$ .

$$P_{ttXN} = \sum_{i=1}^m P_{ttxi} = 0,8 \cdot 5875,46 = 4700,37 \text{ (kW)}$$

$$Q_{ttXN} = \sum_{i=1}^m Q_{ttxi} = 0,8 \cdot 5072,92 = 4058,33 \text{ (kVAr)}$$

$$S_{ttNM} = \sqrt{P_{ttNM}^2 + Q_{ttNM}^2} = 6217,28 \text{ (kVA)}$$

Từ đó ta có:

$$\cos \varphi_{ibNM} = \frac{P_{ttNM}}{S_{ttNM}} = 0,76$$

$$I_{ttm} = \frac{S_{ttNM}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{6217,28}{\sqrt{3} \cdot 3.5} = 104,49 \text{ (A)}$$

#### 1.4.5: Xác định tâm phụ tải điện và biểu đồ phụ tải

##### a) Biểu đồ phụ tải



Bán kính vòng tròn biểu đồ phụ tải thứ I được xác định qua biểu thức:

$$R_i = \sqrt{\frac{S_i}{m \cdot \pi}}$$

; trong đó m là tỉ lệ xích, ở đây chọn m = 3 (kVA/mm<sup>2</sup>)

Góc phụ tải chiếu sáng nằm trong biểu đồ phụ tải được xác định theo công thức trong tài liệu Thiết kế cấp điện [trang 58]:  $\alpha_{cs} = \frac{360 \cdot P_{cs}}{P_{tt}}$

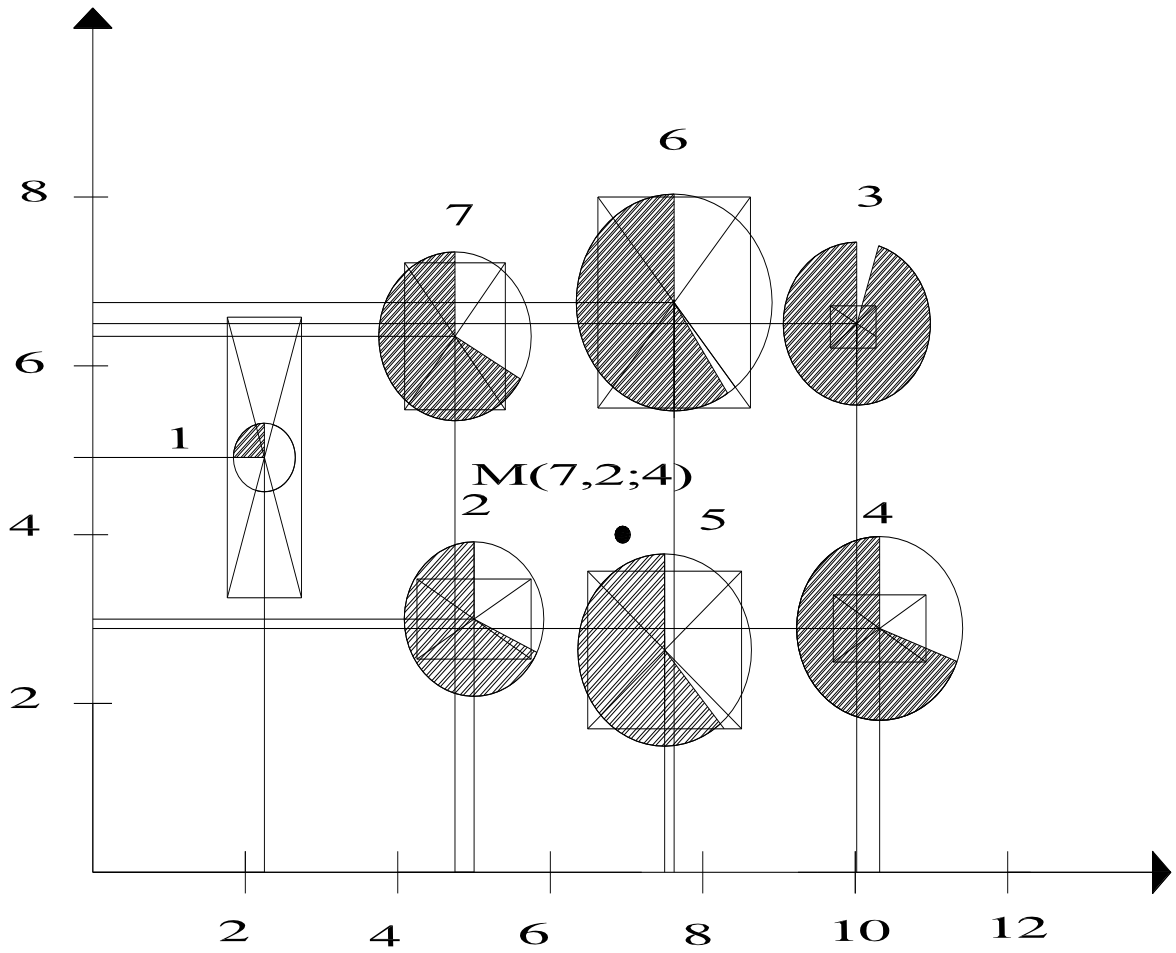
**Bảng 1.8: Bán kính R và góc chiếu sáng  $\alpha_{cs}$  của biểu đồ phụ tải**

STT	Tên phân xưởng	P <sub>cs</sub> (kW)	P <sub>tt</sub> (kW)	S <sub>tt</sub> (kVA)	R (mm)	$\alpha_{cs}^0$
1	Kho	248,7	284	381	6,4	315,3
2	Khu trạm khí nén	30	875	1250	11,5	12,7
3	Phân xưởng máy + khu hạ liệu	143,4	1015	1353	12,0	50,9
4	Phân xưởng vỏ 1 + 2	139,8	792	1012	10,4	63,5
5	Các bãi hàn	240	1045	1394	12,2	82,7
6	Phân xưởng vỏ 3	229,5	1167	1556	12,9	70,8
7	Phân xưởng ống âu	138,75	939	1252	11,5	53,2

**b) Xác định tâm phụ tải:** Trọng tâm phụ tải của công ty là một vị trí quan trọng giúp người thiết kế tìm điểm đặt trạm biến áp, trạm phân phối nhằm giảm tối đa tổn thất năng lượng. Ngoài ra trọng tâm phụ tải còn có thể giúp công ty trong việc quy hoạch và phát triển sản xuất trong tương lai nhằm có các sơ đồ cung cấp điện hợp lý hơn. Tâm phụ tải của công ty được xác định theo công thức trong Thiết kế cấp điện [trang 98]:

$$x = \frac{\sum_1^n S_i x_i}{\sum_1^n S_i} \quad ; \quad y = \frac{\sum_1^n S_i y_i}{\sum_1^n S_i} \quad \text{Ta có: } M(x;y) = M(1,2;5)$$

Như vậy theo tính toán tâm phụ tải của công ty có tọa độ M (7,2;5). Vị trí này nằm trong khu vực sản xuất do đó ta đặt trạm phân phối trung tâm bên ngoài khu vực sản xuất cho thuận lợi trong sản xuất và hợp mĩ quan.

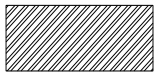


**Hình 1.1:** Biểu đồ phụ tải của công ty.

Chú thích:



Phụ tải chiếu sáng



Phụ tải động lực

Tương tự cho các phân xưởng khác ta có bảng kết quả sau:

**Bảng 1.9. Tổng hợp phụ tải các phân xưởng**

STT	Tên nhóm và thiết bị	Số lượng	$P_a$ (kW)	$\cos \varphi$	$K_{sd}$	$K_{max}$	$P_{ttđt}$ (kW)	$Q_{ttđt}$ (kVAr)	$S_{ttđt}$ (kVA)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Trạm khí nén</b>								
1	Máy nén khí	3	450	0,8	0,65				
2	Cầu 200T	1	273	0,5	0,1				
3	Bơm nước	2	100	0,85	0,7				
	<b>Cộng</b>	4	1020	0,7	0,5	1,65	845	874,67	1215,5
	<b>Phân xưởng máy + khu hạ liệu</b>								
4	Cầu gấn tường KONE	2	1,4	0,5	0,1				
5	Cầu bán công SCANMET	1	1,5	0,5	0,1				
6	Máy tiện băng dài	2	82,7	0,65	0,16				
7	Máy tiện đứng 1541	2	82	0,65	0,16				
8	Máy tiện ngang	2	82,7	0,65	0,17				
9	Máy tiện vạn năng	1	16	0,65	0,17				
10	Máy tiện ren USSR	1	18	0,65	0,17				
11	Máy khoan AMO 80	3	3,3	0,65	0,17				

12	Máy khoan cần RFH75	4	60	0,65	0,17				
13	Máy bào CMZL 625	1	5,7	0,65	0,17				
14	Máy bào cuốn	1	4,5	0,65	0,17				
15	Máy doa	4	190	0,65	0,17				
16	Máy doa	2	56	0,65	0,17				
17	Máy mài 2 đá KT1	10	15	0,5	0,1				
18	Cầu trục dầm 40T	6	249	0,5	0,1				
19	Máy cắt tôn H3222	2	56	0,65	0,17				
20	Máy lóc tôn IB 3222	1	25	0,65	0,17				
21	Máy cửa gỗ Luna 824	2	5	0,65	0,17				
22	Công trục 2 dầm công sơn	2	5	0,65	0,17				
23	Máy phun nước áp lực cao	2	110	0,85	0,7				
24	Máy phun sơn	4	300	0,8	0,7				
	<b>Cộng</b>	55	144 6,8	0,7	0,5	1,16	871,94	804,59	1186,4 4
	<b><i>Phân xưởng vỏ 1 + 2</i></b>								
25	Cầu gán tường KONE	2	3	0,5	0,1				
26	Cầu giàn ETECO	4	44	0,5	0,1				
27	Cầu bán công	1	7	0,5	0,1				

	ETECO								
28	Máy ép thủy lực	4	240	0,65	0,17				
29	Máy ép 500T	1	70	0,65	0,17				
30	Bán công trực	2	64	0,5	0,1				
31	Gấp mép tôn mỏng	5	7,5	0,65	0,17				
32	Máy cắt tôn H3222	4	112	0,65	0,17				
33	Máy hàn que	10	190	0,5	0,35				
34	Máy cắt sắt	3	5,4	0,65	0,17				
35	Máy hàn thông dụng KEMPI 453	5	20	0,7	0,4				
36	Cầu trục dầm 40T	6	249	0,5	0,1				
	<b>Cộng</b>	47	101 1,9	0,65	0,18	0,4	569,20	551,42	792,49
	<i>Các bãi hàn</i>								
37	Máy hàn thông dụng KEMPI 303	25	100	0,7	0,4				
38	Máy hàn thông dụng KEMPI 453	17	68	0,7	0,5				
39	Máy hàn dòng 1 chiều KEMPI 653	2	76	0,7	0,5				
40	Máy hàn chuyên dùng	5	60	0,6	0,4				
41	Máy hàn que	15	285	0,5	0,35				
42	Cầu CQ 523	2	166	0,5	0,35				
43	Cầu trục dầm 40T	8	323	0,5	0,1				
44	Máy mài đá	10	15	0,5	0,14				

45	Bơm nước	2	200	0,85	0,7				
46	Cầu tháp BETOX	1	60	0,5	0,1				
	<b>Cộng</b>	89	136 2	0,68	0,28	1,96	805,88	771,57	1115,6 9
	<b><i>Phân xưởng ống + âu</i></b>								
47	Máy hàn thông dụng KEMPI 303	5	20	0,7	0,5				
48	Máy hàn thông dụng KEMPI 453	2	8	0,7	0,5				
49	Máy hàn dòng 1 chiều KEMPI 653	6	114	0,7	0,5				
50	Máy hàn que	6	114	0,5	0,35				
51	Máy mài đá	5	7,5	0,6	0,16				
52	Cầu dầm Sanmet	2	22	0,5	0,1				
53	Cầu dầm 5T	1	15	0,5	0,1				
54	Cầu công	1	15	0,5	0,1				
55	Máy mài đá	10	15	0,5	0,14				
56	Máy cắt tôn H3222	1	38	0,65	0,17				
57	Cầu CQ 523	2	167	0,5	0,1				
58	Bơm nước	2	110	0,85	0,7				
59	Cầu tháp BETOX	1	60	0,5	0,1				
60	Cầu CQ 523	2	167	0,5	0,1				
61	Bơm âu	2	544	0,85	0,7				
62	Động cơ ụ nổi 4200T	1	70	0,75	0,4				
63	Máy là tôn	1	70	0,65	0,17				

	<b>Cộng</b>	50	154 6,5	0,7	0,4	1,29	800,83	740,80	1090,9 2
	<b><i>Phân xưởng vỏ 3</i></b>								
65	Cầu bán công	2	18	0,5	0,1				
66	Bán công trục 1 dầm	3	27	0,5	0,1				
67	Máy cắt điều khiển số CNC	4	320	0,65	0,17				
68	Máy hàn que	5	95	0,5	0,35				
69	Máy hàn KEMPI 455	5	100	0,7	0,5				
70	Máy uốn ống thủy lực	2	40	0,65	0,17				
71	Cầu 50T	2	320	0,5	0,1				
72	KONE	1	170	0,5	0,1				
73	Máy là tôn	1	70	0,65	0,17				
74	Côn trục 200 T	1	250	0,5	0,1				
	<b>Cộng</b>	32	165 9	0,67	0,18	2,1	937,61	884,77	1289,1 5

## **CHƯƠNG 2:**

### **LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN CẤP ĐIỆN CHO CÔNG TY**

#### **2.1. MỞ ĐẦU**

Việc chọn phương án cấp điện bao gồm: chọn cấp điện áp, nguồn điện, sơ đồ nối dây, phương thức vận hành... Các vấn đề này có ảnh hưởng trực tiếp đến vận hành, khai thác và phát huy hiệu quả của hệ thống cung cấp điện.

Muốn thực hiện được đúng đắn và hợp lý nhất, ta phải thu thập và phân tích đầy đủ các số liệu ban đầu, trong đó số liệu về nhu cầu điện là số liệu quan trọng nhất; đồng thời sau đó phải tiến hành so sánh giữa các phương án đã được đề ra về phương diện kinh tế và kỹ thuật. Ngoài ra còn biết kết hợp các yêu cầu về phát triển kinh tế chung và riêng của địa phương, vận dụng tốt các chủ trương của nhà nước.

Phương án điện được xem là hợp lý nếu thỏa mãn những yêu cầu sau:

1. Đảm bảo chất lượng điện, tức là đảm bảo tần số và điện áp nằm trong phạm vi cho phép.
2. Đảm bảo độ tin cậy, tính liên tục cung cấp điện phù hợp với yêu cầu của phụ tải.
3. Thuận tiện trong vận hành, lắp ráp và sửa chữa.
4. Có các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật hợp lý.

Ngoài ra, khi thiết kế công trình cụ thể ta phải xét thêm các yếu tố sau: đặc điểm của quá trình công nghệ, yêu cầu cung cấp điện của phụ tải, khả năng cấp vốn và thiết bị, trình độ kỹ thuật chung của công nhân.

#### **2.2. PHƯƠNG ÁN CẤP ĐIỆN CAO ÁP**

##### **2.2.1. Yêu cầu đối với sơ đồ cung cấp điện**

Yêu cầu đối với sơ đồ cung cấp điện và nguồn cung cấp rất đa dạng. Nó phụ thuộc vào công suất yêu cầu của xí nghiệp. Khi thiết kế các sơ đồ cung cấp điện phải lưu ý tới các yếu tố đặc biệt đặc trưng cho công ty, các thiết bị đòi hỏi độ tin cậy cung cấp điện cao, các đặc điểm của quy trình sản xuất và quy trình công nghệ... để từ đó xác định được mức độ đảm bảo an toàn cung cấp điện, thiết lập sơ đồ cung cấp điện cho hợp lý.



Việc lựa chọn sơ đồ cung cấp điện phải căn cứ vào độ tin cậy, tính kinh tế và an toàn. Độ tin cậy của sơ đồ cung cấp điện phụ thuộc loại hộ tiêu thụ mà nó cung cấp, căn cứ vào loại hộ tiêu thụ để quyết định số lượng nguồn cung cấp của sơ đồ. Sơ đồ cung cấp điện phải có tính an toàn đảm bảo an toàn tuyệt đối cho người và thiết bị trong trạng thái vận hành. Ngoài ra, phải lưu ý tới các yếu tố kỹ thuật khác như đơn giản, thuận tiện, dễ vận hành, có tính linh hoạt trong việc khắc phục sự cố.

### 2.2.2. Phương án cung cấp điện cho công ty

#### a) Các phương án cung cấp điện

- Phương án 1

+ Chọn công suất máy biến áp trung gian, tra tài liệu Thiết kế cấp điện [trang 9]:

Chọn máy biến áp do Chong Qing chế tạo

$$k_{hc} = 1 - \frac{\theta_1 - \theta_2}{100}$$

Trong đó:

$\theta_1$ : Nhiệt độ trung bình tại Hà Nội.

$\theta_2$ : Nhiệt độ trung bình tại Trung Quốc.

$$k_{hc} = 1 - \frac{25 - 20}{100}$$

+ Chọn công suất máy biến áp trung gian, tra tài liệu Thiết kế cấp điện [trang 10]:

$$S_{dmBA} \geq \frac{S_{tt}}{1,4} = \frac{6217,28}{1,4 \cdot 0,9} = 4674(\text{kVA})$$

( 1,4 là hệ số quá tải ứng với 5 ngày 5 đêm, mỗi ngày quá tải không quá 6h)

Chọn dùng 2 máy biến áp loại 5000- 35/10,5 kV do Chong Qing chế tạo. Tra trong tài liệu

Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500(kV) [ trang 61]:

**Bảng 2.1: Thông số máy biến áp trung gian**

Công suất (kVA)	Điện áp (kV)	$\Delta P_0$ (W)	$\Delta P_N$ (W)	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)	Trọng lượng (kg)
5000	35/10,5	9500	38500	9	1,3	11670

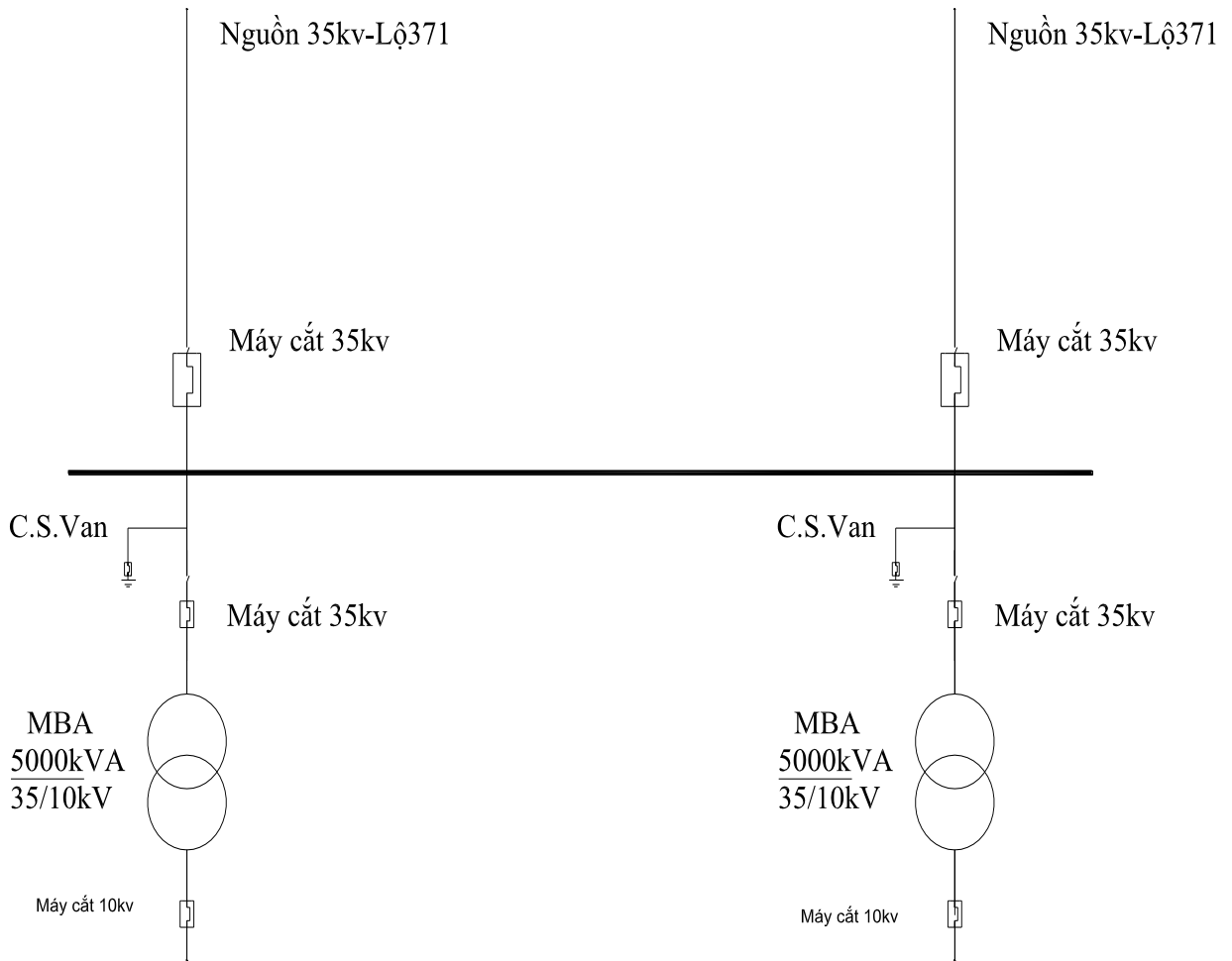
Trong đó:

$P_0$ : tổn thất công suất tác dụng không tải của máy biến áp cho trong lý lịch máy(kW).

$P_N$ : tổn thất công suất tác dụng ngắn mạch của máy biến áp (kW).

$I_0$  : giá trị tương đối của dòng điện không tải.

$U_N$ : giá trị tương đối của điện áp ngắn mạch.



**Hình 2.1: Phương án 1 mạng cao áp của nhà máy.**

- Phương án 2

Ta chỉ dùng 1 máy biến áp trung gian BA3 để cấp điện cho các máy biến áp phân xưởng, tra tài liệu Thiết kế cấp điện [trang 10]:

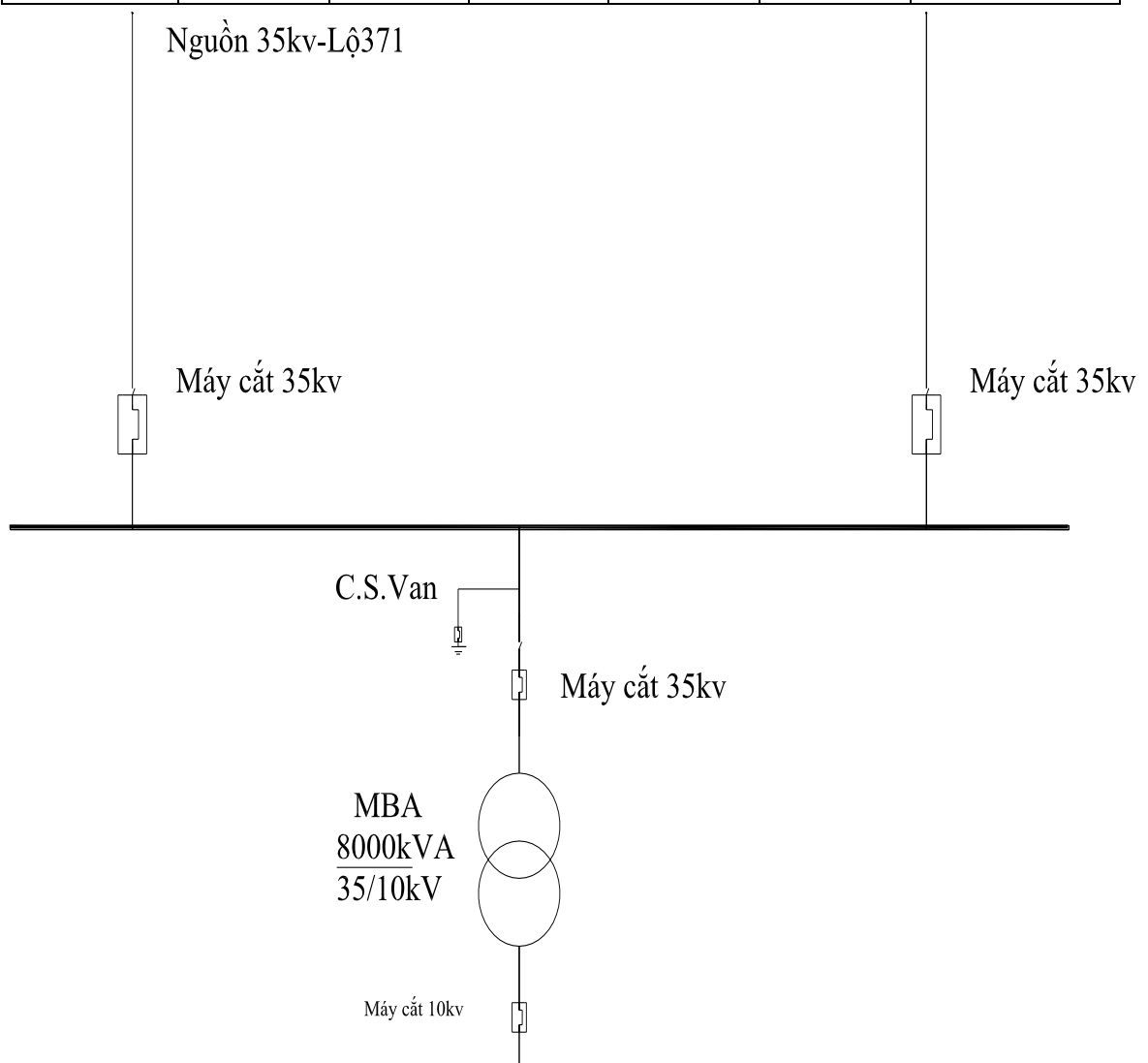
$$S_{dmBA3} \geq \frac{S_{tt}}{k_{hc}} = 6544,28 \text{ (kVA)}$$

Vậy ta chọn  $S_{dmBA3} = 8000 \text{ (kVA)}$

Chọn máy biến áp BA3 do Chong Qing chế tạo có các thông số kỹ thuật, tra trong tài liệu Sổ tay lựa chọn và tra cứu các thiết bị điện từ 0,4 đến 500(kV) [trang61]

**Bảng 2.2: Thông số máy biến áp trung gian**

Công suất (kVA)	Điện áp (kV)	$\Delta P_0$ (W)	$\Delta P_N$ (W)	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)	Trọng lượng (kg)
8000	35/10,5	12500	50000	9	1,3	16100



**Hình 2.2: Phương án 2 mạng cao áp của nhà máy.**

**b) So sánh chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của 2 phương án**

- Xét chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của phương án 1

Nếu cả 2 máy cùng làm việc song song thì cung cấp đủ công suất cho toàn bộ phụ tải điện của nhà máy và hệ số phụ tải, Cung cấp điện [trang 31]:

$$K_{pt} = \frac{S_{tt}}{2 \cdot S_{đm}} = \frac{6217,28}{2 \cdot 5000} = 0,62 \text{ Khi một máy gặp sự cố thì máy kia được phép}$$

quá tải 40% so với công suất định mức của nó mỗi ngày không quá 6 giờ và trong 5 ngày đêm liên tục. Mỗi lần quá tải máy biến áp hao mòn cách điện tương đương với nó làm việc 6 tháng định mức  $\rightarrow$  Ta có:  $S_{pt} = m \cdot S_{đm}$

Trong đó

m: bội số quá tải = 1,4

$$S_{pt} = 1,4 \cdot S_{đm} = 1,4 \cdot 5000 = 7000 \text{ (kVA)}$$

Khi một máy gặp sự cố thì độ tin cậy cung cấp điện cho công ty đóng tàu Phà

Rừng:

$$\frac{6217,28}{7000} \cdot 100\% = 90\%$$

Như vậy máy còn lại đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện 90% ngay cả khi sự cố 1 máy. Tính tổn thất công suất của máy biến áp.

Tổn thất công suất tác dụng và phản kháng trong máy biến áp được tính theo công thức sau, tra tài liệu Cung cấp điện [trang 77, 78, 79].

$$\Delta P_T = \Delta P'_0 + \Delta P'_N \cdot \left( \frac{S_{pt}}{S_{đm}} \right)^2 \text{ (kW)} \quad (2-1)$$

$$\Delta Q_T = \Delta Q'_0 + \Delta Q'_N \cdot \left( \frac{S_{pt}}{S_{đm}} \right)^2 \text{ (kVAr)} \quad (2-2)$$

$$\Delta Q_N = \frac{U_N \% \cdot S_{đm}}{100} \text{ (kVAr)} \quad (2-3)$$

$$\Delta Q_N = \frac{i \% \cdot S_{đm}}{100} \text{ (kVAr)} \quad (2-4)$$

$$\Delta P'_0 = +\Delta P_0 + k_{kt} \cdot \Delta Q_0 \text{ (kW)} \quad (2-5)$$

$$\Delta P'_N = +\Delta P_N + k_{kt} \cdot \Delta Q_N \text{ (kW)} \quad (2-6)$$

Nếu trạm có n máy biến áp làm việc song song

$$\Delta P_T = \Delta P_0 + \frac{1}{n} \Delta P_N \cdot \left( \frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \quad (\text{kW}) \quad (2-7)$$

Trong đó:

- +  $\Delta P_0$ :  $\Delta n$  thất công suất tác dụng không tải của máy biến áp, (kW).
- +  $\Delta P_N$ : Tổng thất công suất tác dụng ngắn mạch của máy biến áp, (kW).
- +  $\Delta Q_0$ : Tổng thất công suất phản kháng không tải của máy biến áp, (kVAr).
- +  $\Delta Q_N$ : Tổng thất công suất phản kháng ngắn mạch của máy biến áp, (kVAr).
- +  $S_{pt}$ : Phụ tải toàn phần, (kVA).
- +  $S_{dm}$ : Dung lượng định mức của máy biến áp, (kVA).
- +  $i\%$ : Giá trị tương đối của dòng điện không tải, cho trong lý lịch máy.
- +  $U_N\%$ : Giá trị tương đối của điện áp ngắn mạch, cho trong lý lịch máy.
- +  $K_{kt}$ : Đương lượng kinh tế của công suất phản kháng, (kW/kVAr).
- +  $n$ : Số máy biến áp làm việc song song.
- + Tính tổn thất công suất của máy biến áp BA1, BA2

Các tổn thất  $\Delta Q_0$  và  $\Delta Q_N$  được tính theo công thức sau:

$$\Delta Q_0 = \frac{i\% \cdot S_{dm}}{100} = \frac{1,3.5000}{100} = 65 \quad (\text{kVAr})$$

$$\Delta Q_N = \frac{U_N\% \cdot S_{dm}}{100} = \frac{9.5000}{100} = 450 \quad (\text{kVAr})$$

Trong đó:

- +  $i\%$ : Giá trị tương đối của dòng điện không tải, cho trong lý lịch máy.
- +  $U_N\%$ : Giá trị tương đối của điện áp ngắn mạch, cho trong lý lịch máy.

$$\Delta P_0' = +\Delta P_0 + k_{kt} \cdot \Delta Q_0 = 9,5 + 0,05.65 = 12,75 \quad (\text{kW})$$

$$\Delta P_N' = +\Delta P_N + k_{kt} \cdot \Delta Q_N = 38,5 + 0,05.450 = 61 \quad (\text{kW})$$

Tổng hao công suất khi cả 2 máy cùng làm việc song song:

$$\Delta P_{2T} = \Delta P_0 + \frac{1}{2} \Delta P_N \cdot \left( \frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \quad (\text{kW})$$

$$\Delta P_{2T} = 2.12,75 + \frac{1}{2} 61 \cdot \left( \frac{7000}{5000} \right)^2 = 85 \text{ (kW)}$$

Tổn thất điện năng trong máy biến áp được xác định theo công thức, tra tài liệu Cung cấp điện [trang 82].

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \Delta P_N \cdot \left( \frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \cdot \tau \text{ (kWh)} \quad (2-8)$$

Trong đó:

- + n: Số máy biến áp làm việc song song.
- + t: Thời gian vận hành thực tế của máy biến áp. Bình thường máy biến áp được đóng điện suốt một năm nên lấy:  $t = 8760 \text{ (h)}$ .
- +  $\tau$ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất được tính như sau, Cung cấp điện [Trang 121]:

$$\tau = (0,124 + 10^{-4} \cdot T_{\max})^2 \cdot 8760$$

- +  $T_{\max}$ : Thời gian sử dụng công suất lớn nhất
- + **ta có:**  $T_{\max} = 4500 \text{ (h)}$

Thay số ta có:

$$\tau = (0,124 + 10^{-4} \cdot 4500)^2 \cdot 8760 = 2.886 \text{ (h)}$$

Vậy ta có tổn hao điện năng là:

$$\Delta A = 2.12,75 \cdot 8760 + \frac{1}{2} 61 \cdot \left( \frac{7000}{5000} \right)^2 \cdot 2.886 = 172.550 \text{ (kWh)}$$

Chi phí tính toán hàng năm của trạm biến áp được tính theo hàm chi phí sau, Thiết kế cấp điện [trang 45]:  $Z = \varepsilon \cdot k + g \cdot \Delta A$

Trong đó:

- +  $\varepsilon$ : Hệ số khấu hao cơ bản và thu hồi vốn đầu tư,  $\varepsilon = 0,2$ .
- + k: Vốn đầu tư ( $k = 700 \cdot 10^6$  đồng).
- + g: Giá thành hao tổn cho 1kWh ( $g = 2.000$  đồng/ kWh).

Thay số ta có:

$$Z = 0,2.700.10^6 + 2000.172550 = 485.10^6 \text{ (đồng)}$$

- Xét chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của phương án 2

Tính tổn thất công suất của máy biến áp BA3.

Các tổn thất  $\Delta Q_0$  và  $\Delta Q_N$  được tính theo công thức sau:

$$\Delta Q_0 = \frac{i\% \cdot S_{đm}}{100} = \frac{1,3.1800}{100} = 140 \text{ (KVA)}$$

$$\Delta Q_N = \frac{U_N\% \cdot S_{đm}}{100} = \frac{9.8000}{100} = 720 \text{ (KVA)}$$

+  $i\%$ : : Giá trị tương đối của dòng điện không tải, cho trong lý lịch máy.

+  $U_N\%$ : Giá trị tương đối của điện áp ngắn mạch, cho trong lý lịch máy.

$$\Delta P_0' = +\Delta P_0 + k_{kt} \cdot \Delta Q_0 = 12,5 + 0,05.140 = 19,5 \text{ (kW)}$$

$$\Delta P_N' = +\Delta P_N + k_{kt} \cdot \Delta Q_N = 50 + 0,05.720 = 86 \text{ (kW)}$$

Tổn hao công suất khi máy làm việc:

$$\Delta P_T = \Delta P_0' + \Delta P_N' \cdot \left( \frac{S_{pt}}{S_{đm}} \right)^2 \text{ (kW)}$$

$$\Delta P_T = 19,5 + 86 \cdot \left( \frac{6217,28}{8000} \right)^2 = 71,4 \text{ (kW)}$$

Vậy ta có tổn hao điện năng trong máy biến áp:

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0' \cdot t + \frac{1}{n} \Delta P_N' \cdot \left( \frac{S_{pt}}{S_{đm}} \right)^2 \cdot \tau \text{ (kWh)}$$

$$\Delta A = 19,5.8760 + 86 \cdot \left( \frac{6217,28}{8000} \right)^2 \cdot 2886 = 320.724,8 \text{ (kWh)}$$

Chi phí tính toán hàng năm của trạm biến áp được tính theo hàm chi phí sau,

Thiết kế cấp điện, [trang 45]:  $Z = \varepsilon \cdot k + g \cdot \Delta A$

Trong đó:

+  $\varepsilon$ : Hệ số khấu hao cơ bản và thu hồi vốn đầu tư,  $\varepsilon = 0,2$ .

+  $k$ : Vốn đầu tư ( $k = 700.10^6$  đồng).

+ g: Giá thành hao tổn cho 1kWh (g =2.000 đồng/ kWh).

Thay số ta có:  $Z = 0,2.600.10^6 + 2000.320724,8 = 761,5.10^6$  (đồng)

- So sánh chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của 2 phương án qua bảng sau:

**Bảng 2.3: So sánh phương án 1 và phương án 2**

STT	Đại lượng so sánh	Phương án 1	Phương án 2
1	Tổn thất điện (kWh)	172550	320724,8
2	Hàm chi phí (đồng)	$485.10^6$	$761,5.10^6$
3	Độ tin cậy cung cấp điện khi bị sự cố(%)	90	100

Từ bảng 2.3 ta thấy chi phí tính toán hàng năm của phương án 1 nhỏ hơn của phương án 2:  $Z_1 = 485.10^6 < Z_2 = 761,5.10^6$

Vậy từ phân tích trên ta chọn phương án cấp điện cho công ty theo phương án 1. Trạm trung gian dùng 2 máy biến áp.

## **2.3. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN ĐI DÂY CỦA MẠNG ĐIỆN CAO ÁP**

### **2.3.1. Hai phương án đi dây của mạng cao áp**

- + Căn cứ vào vị trí và công suất của các phân xưởng đặt 6 trạm biến áp cung cấp điện cho các phân xưởng. mỗi trạm dùng 1 máy.

Trạm biến áp BA11 cấp điện cho khu phân xưởng máy + khu hạ liệu.

Trạm biến áp BA12 cấp điện cho nhà kho và phân xưởng vỏ 1+2.

Trạm biến áp BA12 cấp điện cho các bãi hàn.

Trạm biến áp BA14 cấp điện cho khu phân xưởng vỏ 3.

Trạm biến áp BA15 cấp điện cho khu phân xưởng ống + âu.

Trạm biến áp BA16 cấp điện cho khu vực trạm khí nén.

$$S_{\text{đmBA11}} = S_{\text{đmBA12}} = S_{\text{đmBA13}} = S_{\text{đmBA14}} = S_{\text{đmBA15}} = S_{\text{đmBA16}} = 1600 \text{ (kVA)}$$

Do công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo có các thông số kỹ thuật như sau:

**Bảng 2.4: Thông số máy biến áp phân xưởng**



Công suất (kVA)	Điện áp (kV)	$\Delta P_0$ (W)	$\Delta P_N$ (W)	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)	Trọng lượng	
						Dầu (kg)	Toàn bộ(kg)
1600	10/0,4	2210	15500	5,5	1,0	1550	6100

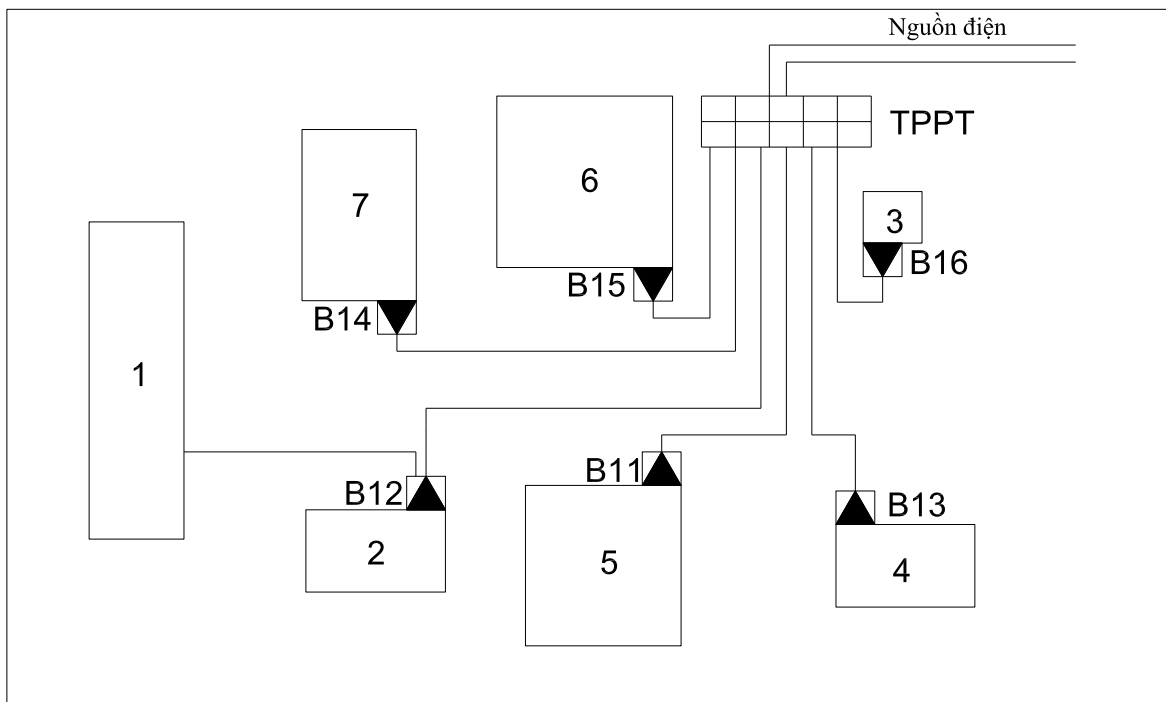
+ Chọn trạm biến áp BA21 cấp điện cho khu nhà hành chính.  $S_{dmBA21} = 250(kVA)$

Do công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo có các thông số kỹ thuật như sau:

**Bảng 2.5: Thông số máy biến áp phân xưởng**

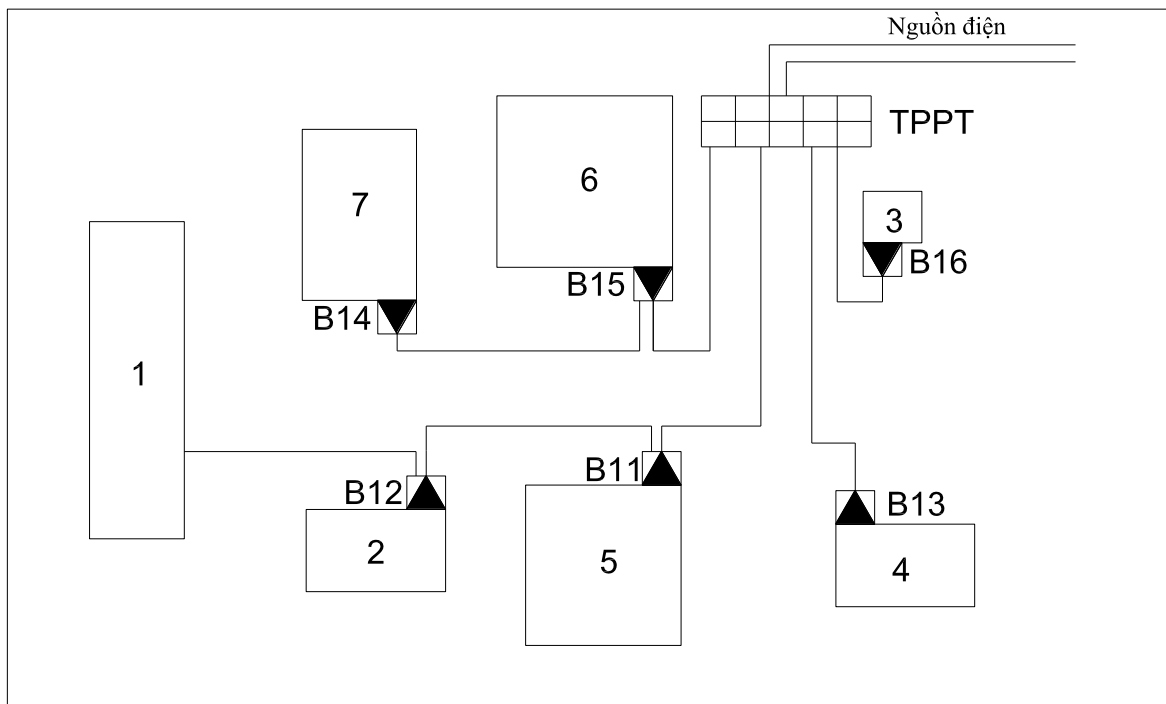
Công suất (kVA)	Điện áp (kV)	$\Delta P_0$ (W)	$\Delta P_N$ (W)	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)	Trọng lượng	
						Dầu (kg)	Toàn bộ(kg)
250	35/0,4	720	3200	5	1,7	400	1580

a) Phương án 1:



**Hình 2.3: Phương án 1 mạng cao áp công ty.**

b) Phương án 2:



**Hình 2.4: Phương án 2 mạng cao áp công ty.**

### 2.3.2. Tính toán kinh tế - kỹ thuật cho các phương án:

+ Tính chọn cáp mạng cao áp

Tính chọn cáp cao áp đến hai máy biến áp trung gian BA1, BA2 có cấp điện áp và công suất là: 35/10 kV – 5600 kVA.

Tra sổ tay ta có  $T_{\max} = 4500$  (h), ta chọn cáp lõi đồng vậ  $J_{kt} = 3,1$ .

Vì đi lộ kép ta có donhf tính toán của công ty là:

$$I_{tNM} = \frac{104,49}{2} = 52,25 \text{ (A)}$$

$$F = \frac{I_{tNM}}{j_{kt}} = \frac{52,25}{3,1} = 16,85 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn cáp của hãng FURUKAWA (Nhật) tra bảng ta có cáp: cu/XLPE\PVC – 3x50 (mm<sup>2</sup>) chôn ngầm trong đất có I<sub>CP</sub> = 200 (A). chiều dài cáp từ trạm của lộ 371 đến là: l = 1,5 (km) , còn từ trạm lộ 372 đến thì chiều dài cáp là: l = 5(km).

Kiểm tra dây dẫn đã chọn theo điều kiện dòng sự cố khi đứt một dây, dây còn lại tải toàn bộ công suất.

$$I_{sc} = 2I_{ttNM} = 2.52,25 = 104,5(A) < I_{cp} = 200(A) \text{ (thỏa mãn).}$$

Kiểm tra dây dẫn đã chọn theo điều kiện tổn thất điện áp.

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U_{dm}} = \frac{4700,37.0,378.6,5 + 4085,33.0,494.6,5}{2.35} = 345,8(V)$$

$$\Delta U < \Delta U_{cp} = 5\% U_{dm} = 1750 (V)$$

Vậy ta chọn cáp cao cu/XLPE\PVC- 50mm<sup>2</sup> là hợp lý.

Tính chọn cáp cao áp cho MBA 35/0,4 (KV) – 250 (kVA):

$$I_t = \frac{S_T}{\sqrt{3}.U} = \frac{250}{\sqrt{3}.35} = 4,1 (A)$$

Chọn cáp của hãng FURUKAWA (Nhật) tra bảng ta có cáp: cu/XLPE\PVC – 3x50 (mm<sup>2</sup>) chôn ngầm trong đất có I<sub>CP</sub> = 200 (A). Tính chọn cáp cao áp từ máy biến áp trung gian BA1, BA2: 35/10 (kV) – 5000 (kVA) tới thanh cái 10(kV).

Chọn theo điều kiện phát nóng ta có:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{2.\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{6217,28}{2.\sqrt{3}.10} = 450 (A)$$

$$K_{hc}.I_{cp} \geq I_{tt}$$

Chọn cáp của hãng FURUKAWA (Nhật) tra bảng ta có cáp: cu/XLPE\PVC – 3x50 (mm<sup>2</sup>) chôn ngầm trong đất có I<sub>CP</sub> = 200 (A). có chiều dài 20 (m).

$$I_{cp} = 245 \geq I_{tt} = 179 (A)$$

Kiểm tra dây dẫn đã chọn theo điều kiện tổn thất điện áp:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U_{dm}} = \frac{4700,37.0,342.0,01 + 4085,33.0,12.0,01}{2.10} = 20(V)$$

$$\Delta U < \Delta U_{cp} = 5\% U_{dm} = 1750 (V)$$

Vậy ta chọn cáp cu/XLPE\PVC- 70 (mm<sup>2</sup>) là hợp lý.

#### a) Phương án 1:

Chọn cáp từ PPTT đến BA11.

$$I_{\max} = \frac{S_{tt}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1394,19}{\sqrt{3} \cdot 10} = 82,3 \text{ (A)}$$

Với cáp đồng  $T_{\max} = 4500$  (h) tra bảng được  $J_{kt} = 3,1$  (A/mm<sup>2</sup>).

$$F_{kt} = \frac{82,3}{3,1} = 26,4 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn cáp cu/XLPE\PVC -3x35(mm<sup>2</sup>).

Các đường cáp khác chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng, vì cáp được chọn vượt cấp nên không cần kiểm tra theo  $\Delta U$  và  $I_{cp}$ .

**Bảng 2.5: Kết quả chọn cáp cao áp 10 kV phương án 1**

Đường cáp	F,(mm)	L,(m)	Giá, 10 <sup>3</sup> (đ/m)	Tiền, 10 <sup>3</sup> (đ)
PPTT-BA11	3*35	180	55	9900
PPTT-BA12	3*35	220	55	12100
PPTT-BA13	3*35	120	55	6600
PPTT-BA14	3*35	200	55	11000
PPTT-BA15	3*35	75	55	4125
PPTT-BA16	3*35	20	55	1100

$$K_D = 44.825 \cdot 10^3 \text{ đ.}$$

Xác định tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:

Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây được tính theo công thức, Thiết kế cáp điện [trang 63]

$$\Delta P = \frac{P_{ttx}^2}{U_{dm}^2} \cdot R \cdot 10^{-3} \text{ (kW)}$$

Trong đó:

- +  $S_{ttx}$  : Công suất truyền tải (kVA).
- +  $U_{dm}$  : Điện áp định mức truyền tải (kV).
- +  $R$ : Điện trở tác dụng ( $\Omega$ ).

$$R = \frac{1}{n} \cdot r_0 \cdot l \text{ (}\Omega\text{)}.$$

Trong đó:

n: Số đường dây nối song song.

l: Chiều dài đường dây (km).

$r_0$ : Điện trở trên 1 km đường dây ( $\Omega/\text{km}$ ).

Tổn thất trên đoạn cáp từ trạm PPTT đến trạm B1:

Tính toán tương tự cho các đoạn cáp còn lại ta có bảng tổng kết sau:

$$\Delta P = \frac{1394,19^2}{10^2} \cdot 0,050 \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ (kW)}$$

**Bảng 2.6: Kết quả tính  $\Delta P$  trong phương án 1**

Đường cáp	L,(m)	$r_0$ ( $\Omega$ )	R ( $\Omega$ )	$S_{tt}(\text{kVA})$	$\Delta P$ (kW)
PPTT-BA11	180	0,668	0,120	1394,19	2,34
PPTT-BA12	220	0,668	0,147	1250,50	2,30
PPTT-BA13	120	0,668	0,080	1353,79	1,47
PPTT-BA14	200	0,668	0,134	1394,50	2,60
PPTT-BA15	75	0,668	0,050	1556,15	1,21
PPTT-BA16	20	0,668	0,013	1252,77	0,21

Tổng tổn thất công suất :  $\Delta P = 10,13$  (kW).

Tra bảng với  $T_{\max} = 4500$  (h) và  $\cos \varphi = 0,8$  ta được thời gian tổn thất lớn nhất  $\tau = 3300$  (h).

$$\rightarrow \Delta A = \Delta P_{\Sigma 1} \cdot \tau = 10,13 \cdot 3300 = 33413,58 \text{ (kWh)}.$$

Tính toán kinh tế: Hàm chi phí tính toán hàng năm của một phương án:

$$Z = (a_{tc} + a_{vh}) \cdot K_i + Y_i \cdot \Delta A$$

Trong đó:

- +  $a_{tc}$ : Hệ số thu hồi vốn đầu tư.
- +  $a_{vh}$ : Hệ số vận hành
- +  $K_i$ : Vốn đầu tư.
- +  $Y_i \cdot \Delta A = C \cdot \Delta A$ : Phí tổn vận hành hàng năm.

Tính toán với đường cáp lấy :  $a_{tc} = 0,2$ ;  $a_{vh} = 0,1$ ;  $c = 2000$  (đ/kWh).

Chi phí vận hành cho phương án 1 là:

$$Z_1 = (0,1+0,2j). 44825.10^3 + 2000.33413.58 = 80.274.657 \text{ (đồng)}$$

### b) Phương án 2

Chọn cáp từ PPTT đến BA11. Tuyến cáp này cấp điện cho cả B11 và B12

$$I_{\max} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}.U_{đm}} = \frac{2788,6}{\sqrt{3}.10} = 164,04 \text{ (A)}$$

Với cáp đồng  $T_{\max} = 4500$  (h) tra bảng được  $J_{kt} = 3,1$  (A/mm<sup>2</sup>).

$$F_{kt} = \frac{164,04}{3,1} = 52 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn cáp cu/XLPE/PVC - 3x70(mm<sup>2</sup>). Các đường cáp khác chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng, vì cáp được chọn vượt cấp nên không cần kiểm tra theo  $\Delta U$  và  $I_{cp}$ .

**Bảng 2.7: Kết quả chọn cáp cao áp 10kV phương án 2**

Đường cáp	F,(mm)	L,(m)	Giá, 10 <sup>3</sup> (đ/m)	Tiền, 10 <sup>3</sup> (đ)
PPTT-BA11	3*70	180	110	19800
BA11-BA12	3*35	80	55	4400
PPTT-BA13	3*35	120	55	6600
PPTT-BA15	3*70	75	110	8250
BA15-BA14	3*35	180	55	9900
PPTT-BA16	3*35	20	55	1100

$$K_D = 50050.10^3 \text{ đ.}$$

**Bảng 2.8: Kết quả tính  $\Delta P$  trong phương án 2**

Đường cáp	L,(m)	$r_0$ ( $\Omega$ )	R ( $\Omega$ )	$S_{tt}$ (kVA)	$\Delta P$ (kW)
PPTT-BA11	180	0,324	0,058	2788,60	4,535
BA11-BA12	80	0,668	0,053	1394,19	1,039
PPTT-BA13	120	0,668	0,080	1250,50	1,254
PPTT-BA15	75	0,324	0,024	1353,79	0,445
BA15-BA14	180	0,668	0,120	2808,90	9,487
PPTT-BA16	20	0,668	0,013	1252,77	0,210

Tổng tổn thất công suất :  $\Delta P = 16,96$  (kW).

Chi phí vận hành cho phương án 2 là:

$$Z_2 = (0,1+0,2) \cdot 50050 \cdot 10^3 + 2000 \cdot 55998 = 127.012.087 \text{ (đồng)}$$

- So sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của các phương án:

Từ tính toán trên ta có bảng tổng kết của 2 phương án

**Bảng 2.9: So sánh kinh tế hai phương án mạng cao áp**

Phương án	$K_i \cdot 10^6 \text{ đ}$	$\Delta A_i \text{ (kWh)}$	$Z_i \cdot 10^6 \text{ đ}$
1	44,825	33413,58	80,27
2	50,05	55998	127,01

Theo bảng trên ta thấy:

- Xét về mặt kinh tế thì phương án 1 có chi phí tính toán hàng năm (Z) là nhỏ.
- Xét về mặt kỹ thuật thì phương án 1 có tổn thất điện năng hàng năm nhỏ hơn phương án 2.
- Xét về mặt quản lý vận hành thì phương án 1 có sơ đồ hình tia nên thuận tiện cho vận hành và sửa chữa,

Vậy chọn **Phương án 1** làm phương án đi dây của công ty

### 2.3.3. Lựa chọn sơ đồ trạm PPTT, trạm BATG và các trạm BAPX

- Sơ đồ trạm phân phối trung tâm (PPTT):

Trạm phân phối trung tâm là nơi trực tiếp nhận điện từ hệ thống về để cung cấp điện cho công ty, do đó việc lựa chọn sơ đồ đi dây của trạm có ảnh hưởng lớn và trực tiếp đến vấn đề an toàn cung cấp điện cho công ty. Công ty đóng tàu Phà Rừng được xếp vào hộ tiêu thụ loại hai, do đó tính chất quan trọng của công ty nên trạm phân phối được cung cấp bởi hai đường dây với hệ thống một thanh góp có phân đoạn, liên lạc giữa hai phân đoạn của thanh góp bằng máy cắt hợp bộ. Trên mỗi phân đoạn thanh góp đặt một máy biến áp đo lường ba pha năm trụ có cuộn tam giác hở bảo hạm đất 1 pha trên cấp 35 kV. Để chống sét từ đường dây truyền vào trạm đặt chống sét van trên các phân đoạn thanh góp. Máy biến dòng được đặt trên tất cả các lộ vào ra của trạm có tác dụng biến đổi dòng điện lớn ( sơ cấp) thành dòng điện 5A để cung cấp cho các dụng cụ đo lường và bảo vệ.

Phía cao áp của máy BATG chọn máy cắt do Schneider chế tạo, tra tài liệu, Sổ tay lựa chọn và tra cứu các thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV [bảng 5.13]:

**Bảng 2.10: Thông số máy cắt 35kv**

Loại MC	$U_{dm}$ (kV)	$I_{dm}$ (A)	$I_{cắt N, 3s}$ (kA)	$I_{cắt Nmax}$ (kA)	$U_{cd}$ tần số (kV)	$U_{cd}$ xung sét (kV)
36GI - E25	36	1600	25	63	80	200

**Bảng 2.11: Thông số máy cắt đặt tại trạm PPTT**

Loại tủ	$U_{dm}$ (kV)	$I_{dm}$ (A)	$I_{cắt N, 3s}$ (kA)	$I_{cắt Nmax}$ (kA)	Ghi chú
8DA10	12	2500	40	110	Không bảo trì

Chọn dao cách ly DN 35/630 do công ty thiết bị điện Đông Anh sản xuất

**Bảng 2.12: Thông số kỹ thuật của dao cách ly**

Loại dao	$U_{dm}$ (kV)	$I_{dm}$ (A)	$I_{ô.d}$ (kA)	$I_{nh}$ (kA)	$t_{nhay}$ (s)
DN 35/630	36	630	50	20	3

Phía hạ áp chọn dùng các aptomat của hãng Merlin Gerin đặt trong vỏ tủ tự tạo.

Mỗi MBA phân xưởng đặt một tủ aptomat tổng, 1 tủ aptomat nhánh

Dòng lớn nhất qua aptomat tổng của máy 1600 (kVA) là:  $I_{max} = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 2309,4(A)$

Chọn aptomat loại CM2500N (A), tra tài liệu, Thiết kế cấp điện, [ PL IV.3].

**Bảng 2.13: Thông số kỹ thuật của CM2500N**

Số lượng	$U_{dm}$ (V)	$I_{DM}$ (A)	$I_{cdmA}$ (kA)	Số cực
1	690	2500	50	3

Chọn aptomat loại CM2000N (A), tra tài liệu, Thiết kế cấp điện, [PL IV.3].

Dòng lớn nhất qua aptomat tổng của máy 250(kVA) là  $I_{max} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 367,67(A)$



**Bảng 2.14: Thông số kỹ thuật của NS400N**

Số lượng	$U_{dm}(V)$	$I_{DM}(A)$	$I_{cdmA}(kA)$	Số cực
1	690	400	10	3

Đối với aptomat nhánh, Thiết kế cấp điện, [trang 53]:

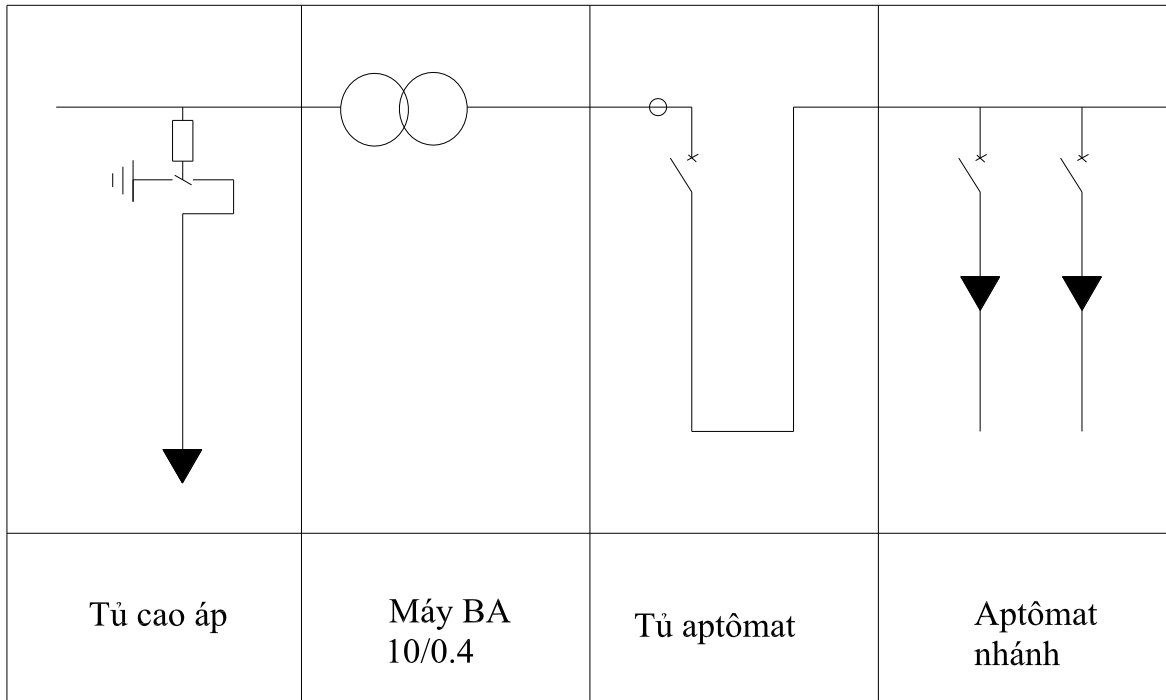
Điện áp định mức:  $U_{dmA} \geq U_{dmm} = 0,4(kV)$

Dòng điện định mức:  $I_{dmA} \geq I_{tt} = \frac{S_{tpx}}{n \cdot \sqrt{3} \times U_{dmm}}$

Trong đó: n: Số aptomat đưa điện về của phân xưởng

**Bảng 2.15: Kết quả lựa chọn aptomat nhánh**

Tên phân xưởng	$S_{tt}$ (kVA)	$I_{tt}$ (A)	Loại	$U_{dm}$ (V)	$I_{dm}$ (A)	$I_{cátN}$ (kA)
Kho	381,34	550,42	NS630H	690	630	20
Khu trạm khí nén	749,83	1082,29	C1251H	690	1251	50
Phân xưởng máy + khu hạ liệu	1353,79	1954,03	CM2000H	690	2000	50
Phân xưởng vỏ 1 + 2	1012,85	1461,92	CM2000H	690	2000	50
Các bãi hàn	1394,50	2012,79	CM2500H	690	2500	50
Phân xưởng vỏ 3	1556,15	2246,11	CM2500H	690	2500	50
Phân xưởng ống âu	1252,77	1808,22	CM2000H	690	2500	50
Khu nhà hành chính	130,48	188,33	NS250H	690	400	50



*Hình 2.5: Sơ đồ đấu nối các trạm phân xưởng đặt 1 MBA.*

### **CHƯƠNG 3:**

## **TÍNH CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN VÀ THIẾT BỊ BẢO VỆ CHO MẠNG ĐIỆN NHÀ MÁY**

### **3.1. MỞ ĐẦU**

Trong điều kiện vận hành các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận cách điện khác có thể ở một trong ba chế độ sau:

- Chế độ làm việc lâu dài.
- Chế độ quá tải ( đối với một số thiết bị điện có thể cho phép quá tải đến 1,3 ÷ 1,4 so với định mức).
- Chế độ ngắn mạch.

Ngoài ra còn có thể nằm trong chế độ làm việc không đối xứng, ở đây ta không xét.

Trong chế độ làm việc lâu dài, các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận dẫn điện khác sẽ làm việc tin cậy nếu chúng được chọn theo đúng điện áp và dòng điện định mức.

Trong chế độ quá tải, dòng điện qua khí cụ điện và các bộ phận dẫn điện khác sẽ lớn hơn so với dòng điện định mức. sự làm việc tin cậy của các phần tử trên được đảm bảo bằng cách qui định giá trị và thời gian điện áp hay dòng điện tăng cao không vượt quá giới hạn cho phép.

Trong tình trạng ngắn mạch, các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận dẫn điện khác vẫn đảm bảo sự làm việc tin cậy nếu quá trình lựa chọn chúng có các thông số theo đúng điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt. Dĩ nhiên, khi xảy ra ngắn mạch, để hạn chế tác hại của nó cần phải nhanh chóng loại bỏ bộ phận hư hỏng ra khỏi mạng điện.

Đối với máy cắt điện, máy cắt phụ tải và caauf chì khi lựa chọn còn thêm điều kiện khả năng cắt của chúng.

Ngoài ra, còn phải chú ý đến vị trí đặt thiết bị, nhiệt độ môi trường xung quanh mức độ ẩm ướt, mức độ nhiễm bẩn và chiều cao lắp đặt thiết bị so với mặt biển.

Khi thành lập sơ đồ thay thế để tính dòng điện ngắn mạch nhằm lựa chọn các khí cụ điện và các bộ phận dẫn điện khác, ta cần xác định điểm ngắn mạch tính toán ứng với tình trạng làm việc nguy hiểm nhất ( phù hợp với điều kiện làm việc thực tế).

Việc lựa chọn các khí cụ điện và các bộ phận dẫn điện khác phải thỏa mãn yêu cầu hợp lý kinh tế và kỹ thuật.

## **3.2. TÍNH NGẮN MẠCH CHO HỆ THỐNG ĐIỆN**

### **3.2.1. Mục đích của việc tính ngắn mạch**

Ngắn mạch là hiện tượng mạch điện bị ngắt tắt lại qua một tổng trở có điện trở  $\approx 0$ . Khi xảy ra ngắn mạch thì trong mạch điện sẽ phát sinh ra quá trình quá độ dẫn đến sự thay đổi đột ngột của dòng điện và điện áp. Dòng điện tăng lên tới một giá trị rất lớn có thể hàng chục hàng trăm kA. Sau đó lại giảm đến giá trị xác lập còn điện áp giảm xuống điện áp ngắn mạch rồi xuống điện áp ổn định. Vì vậy ngắn

mạch là một sự cố nguy hiểm vì dòng ngắn mạch lớn đó sẽ gây phát nóng cục bộ các phần mà dòng ngắn mạch đi qua, làm hỏng các thiết bị điện, gây lực điện động phá vỡ cuộn dây, sứ cách điện, biến dạng các khí cụ. khi ngắn mạch đến áp tụt xuống động cơ ngừng quay làm hỏng sản phẩm, gây mất điện cho hệ thống.

Vậy mục đích ta phải tính ngắn mạch cho hệ thống điện để:

- + Lựa chọn thiết bị điện.
- + Tính toán thiết kế bảo vệ rơle.
- + Tìm các biện pháp hạn chế dòng ngắn mạch.

Các dạng ngắn mạch thường xảy ra trong hệ thống cung cấp điện là:

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

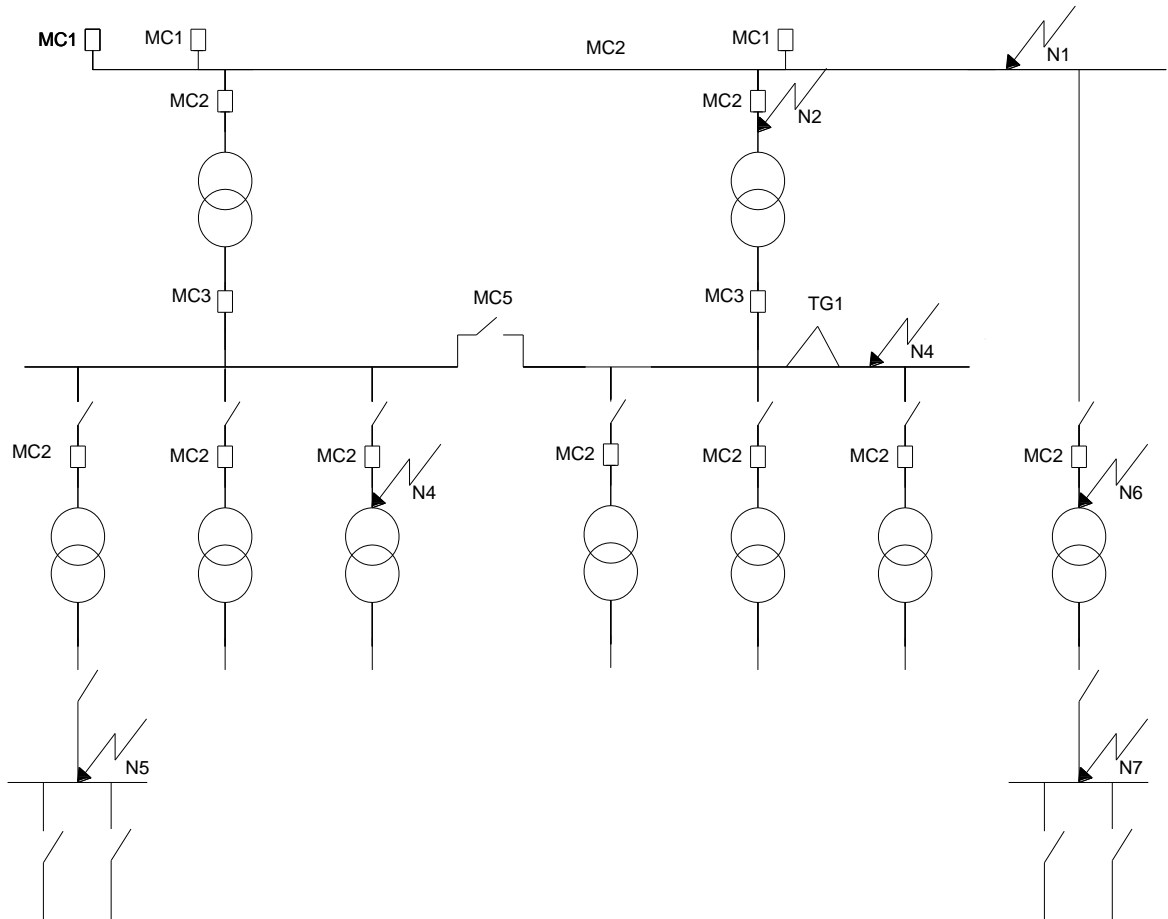
Trong đó ngắn mạch ba pha là nghiêm trọng nhất.

### **3.2.2. Tính ngắn mạch cho hệ thống cung cấp điện**

#### **a) Tính toán ngắn mạch**

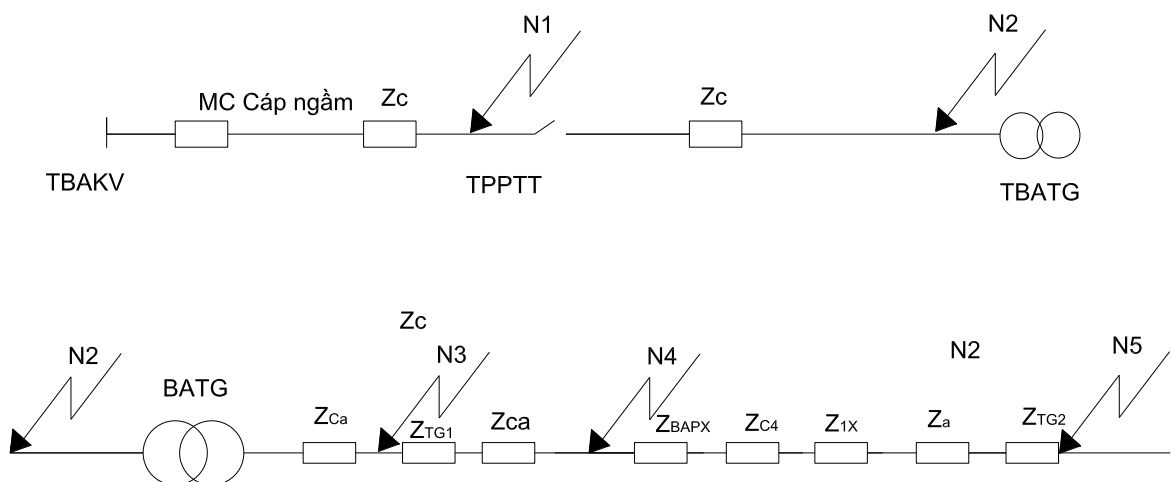
Ngắn mạch là tình trạng sự cố nghiêm trọng và thường xảy ra trong hệ thống cung cấp điện. Vì vậy các phần tử trong hệ thống cung cấp điện phải được tính toán và lựa chọn sao cho không những phải hoạt động tốt trong trạng thái bình thường mà còn có thể chịu được trạng thái sự cố trong giới hạn quy định cho phép.

Sơ đồ tính ngắn mạch phía cao áp được thể hiện như sau:



**Hình 3.1: Sơ đồ tính ngắn mạch của công ty.**

Do khi tính toán ngắn mạch không biết cấu trúc của hệ thống điện quốc gia, cho phép tính gần đúng điện kháng của hệ thống thông qua công suất cắt ngắn mạch của máy cắt điện đầu nguồn.



**Hình 3.2: Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch của công ty.**

Tính điện kháng hệ thống, Thiết kế cấp điện [trang 33]:

$$X_{HT} = \frac{U_{tb}^2}{S_N}$$

$S_N$  : Công suất ngắn mạch của MC

$$S_N = S_{cát} = \sqrt{3} \cdot U_{đm} \cdot I_{N \max}$$

$$X_{HT} = \frac{U_{tb}^2}{S_N} = \frac{37^2}{\sqrt{3} \cdot 36.63} = 0,35(\Omega)$$

Đường dây từ trạm khu vực BAKV đến trạm PPTT là cu/XLPE\pvc – 3x50 (mm<sup>2</sup>)

nên có:

Tổng trở dây dẫn của 2 lộ là:

$$Z = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + j \frac{X_1 \cdot X_2}{X_1 + X_2} = 0,57 + j \cdot 0,1580 (\Omega)$$

Vậy dòng điện ngắn mạch tại N1 là:

$$I_{N1} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_1} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,57^2 + (0,35 + 0,158)^2}} = 27,97(\text{kA})$$

$$I_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 27,97 = 71,2 (\text{kA})$$

Dòng điện ngắn mạch N2:

$$I_{N1} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_1} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,00494 + 0,57)^2 + (0,35 + 0,158 + 0,00137)^2}} = 36,2(\text{kA})$$

$$I_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 36,2 = 92,17 (\text{kA})$$

- Tính toán ngắn mạch tại N3

Ta có:

$$Z_{N3} = Z_{N1} + Z_{BA} + Z_{C2}$$

$$Z_{C2} = r_0 \cdot \frac{1}{n} + j x_0 \cdot \frac{1}{n}$$

Vì tuyến cáp cung cấp từ hai MBATG nên ta có:

$$Z_{C2} = 0,268 \cdot \frac{0,01}{2} + j 0,12 \cdot \frac{0,01}{2} = 0,013 + j \cdot 0,06 (m\Omega)$$

Công thức tính điện trở của MBA

$$R_{BA1} = \frac{\Delta P_N \cdot U_{đm}^2}{S_{đm}^2} \cdot 10^6 (m\Omega)$$

$$X_{BA1} = \frac{U_N^{\%} \cdot U_{đm}^2}{S_{đm}} \cdot 10^4 (m\Omega)$$

Thay số vào ta có:

$$R_{BA1} = \frac{38,5 \cdot 10^2}{5000^2} \cdot 10^6 = 154 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_{BA1} = \frac{9 \cdot 10^2}{5000} \cdot 10^4 = 1800 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Vì hai máy làm việc song song nên điện trở và điện kháng giảm 2 lần:

$$Z_{BA1} = \frac{R_{BA1}}{2} + j \cdot \frac{X_{BA1}}{2} = 77 + j \cdot 900 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Ta có:

$$\Rightarrow Z_{N3} = \sqrt{(R_{BA1} + R_{N1} + R_{C2})^2 + (X_{BA1} + X_{N1} + X_{C1})^2} = \sqrt{5933 + 810111} = 903,35 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Với  $Z_{N3} = 903,35 \text{ (m}\Omega\text{)}$  và  $U = 10 \text{ kV}$  ta có:

$$I_{N3} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 903,35} = 6,4 \text{ (kA)}$$

$$I_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 6,4 = 16,3 \text{ (kA)}$$

- Tính toán ngắn mạch tại N4:

$$Z_{N3} = Z_{N3} + Z_{TG1} + Z_{C3}$$

$$Z_{TG} = \sqrt{R_{TG}^2 + X_{TG}^2} \Rightarrow Z_{TG} = \sqrt{0,067^2 + 0,2^2} = 0,21 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$Z_{C3} = \sqrt{R_{TG}^2 + X_{TG}^2} \Rightarrow Z_{TG} = \sqrt{27,81^2 + 3,54^2} = 28 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Vậy ta có tổng trở ngắn mạch tại N4 là:

$$Z_{N4} = 903,46 + 0,21 + 28 = 931,46 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Với  $Z_{N4} = 931,46 \text{ (m}\Omega\text{)}$  và  $U = 10 \text{ kV}$  ta có:

$$I_{N3} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 931,86} = 6,19 \text{ (kA)}$$

$$I_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 6,19 = 15,8 \text{ (kA)}$$

- Tính toán ngắn mạch tại N5:

$$Z_{N5} = Z_{N4} + Z_{BAPX} + Z_A + Z_{TG2} + Z_{C4} + Z_{TX}$$

$$Z_{C4} Z_{C3} = \sqrt{R_{C4}^2 + X_{C4}^2} \quad \text{vì } x_0 \text{ nhỏ có thể bỏ qua}$$

$$Z_{C4} = r_0 \cdot l = 0,668 \cdot 0,22 = 0,13 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Ta có:

$$R_{BA1} = \frac{15,5 \cdot 0,4^2}{1600^2} \cdot 10^6 = 0,96 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_{BA1} = 10 \cdot \frac{5,5 \cdot 0,4^2}{1600} \cdot 10^3 = 6,5 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow Z_{BA} = \sqrt{R_{BA}^2 + X_{BA}^2} = \sqrt{0,96^2 + 6,5^2} = 6,576 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Điện trở và điện kháng của cuộn dây dòng điện của aptomat và điện trở tiếp xúc, tra tài liệu, Hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp công nghiệp đô thị và nhà cao tầng [pl 3.12 – 13]

$Z_{TX}$  rất nhỏ bỏ qua

$$Z_A = 0,15 + j \cdot 0,1 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow Z_A = \sqrt{0,15^2 + 0,1^2} = 0,18 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$Z_{TG} = \sqrt{R_{TG}^2 + X_{TG}^2} \Rightarrow Z_{TG} = \sqrt{0,056^2 + 0,189^2} = 0,038 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Vậy tổng trở ngắn mạch tại N5 là:

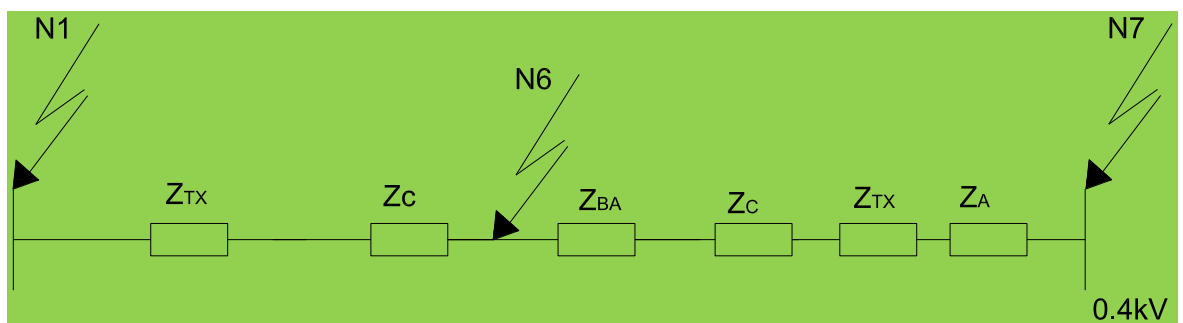
$$Z_{N5} = 931,46 + 0,13 + 6,576 + 0,038 = 938,07 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Với  $Z_{N5} = 938,07 \text{ (m}\Omega\text{)}$  và  $U = 0,4 \text{ kV}$  ta có:

$$I_{N5} = \frac{400}{\sqrt{3 \cdot 938,07}} = 0,25 \text{ (kA)}$$

$$i_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 0,25 = 0,63 \text{ (kA)}$$

### b) Tính ngắn mạch cho máy biến áp BA21



**Hình 3.3: Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch**

- Tính toán ngắn mạch tại N6:

$$I_{cp} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot I_{cpth}$$

Điện trở tiếp xúc của dao cách ly tra bảng ta có:

$$Z_{TX} = 0,2 \text{ (m}\Omega\text{)}$$



Điện trở điện kháng của cáp.

$$Z_C = 0,124.0,01 = 1,24 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Tổng trở ngắn mạch tại N<sub>1</sub> là:

$$Z_{N1} = 0,57 + j.(0,1580 + 0,35) \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$Z_{N1} = \sqrt{0,57^2 + (0,158 + 0,35)^2} = 0,76 \text{ (}\Omega\text{)} = 760 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Vậy tổng trở ngắn mạch tại N<sub>6</sub> là:

$$Z_{N6} = 760 + 0,2 + 2.1,24 = 761,74 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Với  $Z_{N6} = 761,74 \text{ (m}\Omega\text{)}$  và  $U = 35 \text{ kV}$  ta có:

$$I_{N5} = \frac{35000}{\sqrt{3.761,74}} = 26,52 \text{ (kA)}$$

$$i_{xkN1} = \sqrt{2}.1,8.26,52 = 68,4 \text{ (kA)}$$

- Tính toán ngắn mạch tại N<sub>7</sub> :  $Z_{N7} = Z_{N6} + Z_{BA} + Z_A + Z_C$

Điện trở và điện kháng của cuộn dây dòng điện của aptomat và điện trở tiếp xúc, tra tài liệu, Hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp công nghiệp đô thị và nhà cao tầng [pl 3.12 – 13]

$$Z_{TX} = 0,4 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$Z_A = 0,15 + j.0,1 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow Z_A = \sqrt{0,15^2 + 0,1^2} = 0,18 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Vậy tổng trở ngắn mạch tại N<sub>7</sub> là:

$$Z_{N7} = 761,74 + 33 + 0,4 + 0,18 + 1,24 = 796,56 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Với  $Z_{N7} = 796,56 \text{ (m}\Omega\text{)}$  và  $U = 0,4 \text{ kV}$  ta có:  $I_{N7} = \frac{400}{\sqrt{3.796,56}} = 0,3 \text{ (kA)}$

$$i_{xkN1} = \sqrt{2}.1,8.0,3 = 0,76 \text{ (kA)}$$

Ta có bảng thống kê các điểm ngắn mạch như bảng sau:

**Bảng 3.1: Các giá trị dòng ngắn mạch**

STT	Các điểm ngắn mạch	Các giá trị dòng ngắn mạch	
		$I_N \text{ (kA)}$	$i_{xk} \text{ (kA)}$
1	Điểm N <sub>1</sub>	27,97	71,2
2	Điểm N <sub>2</sub>	36,2	92,17
3	Điểm N <sub>3</sub>	6,4	16,3

4	Điểm N <sub>4</sub>	6,19	15,8
5	Điểm N <sub>5</sub>	0,25	0,63
6	Điểm N <sub>6</sub>	26,52	68,4
7	Điểm N <sub>7</sub>	0,3	0,76

### 3.3. TÍNH CHỌN VÀ KIỂM TRA CÁC THIẾT BỊ CAO ÁP

#### 3.3.1 Tính chọn và kiểm tra máy cắt

Tính chọn và kiểm tra máy cắt theo điều kiện sau:

- Kiểm tra máy cắt phía cao áp:

**Bảng 3.2: Kiểm tra máy cắt**

Điều kiện kiểm tra	Kết quả	
	Giá trị chọn	Giá trị tính toán
Điện áp định mức, $U_{dmMC} \geq U_{dm.m}$ (kV)	36	35
Dòng điện định mức, $I_{dmMC} \geq I_{cb}$ (A)	1600	104,49
Dòng điện cắt định mức, $I_{dm.c} \geq I_N$ (kA)	25	27,97
Dòng điện ổn định động, $i_{dm.d} \geq i_{xk}$ (kA)	63	31,2
Dòng điện ổn định nhiệt, $i_{dm.nh} \geq i_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{dm.nh}}}$ (kA)	25	9,68

Kiểm tra máy cắt phía cao áp MBATG:

Chọn máy cắt loại 8DA10 do hãng SIEMENS chế tạo:

**Bảng 3.3: Kiểm tra máy cắt cao áp BATG**

Điều kiện kiểm tra	Kết quả	
	Giá trị chọn	Giá trị tính toán
Điện áp định mức, $U_{dmMC} \geq U_{dm.m}$ (kV)	12	10
Dòng điện định mức, $I_{dmMC} \geq I_{cb}$ (A)	2500	240,56
Dòng điện cắt định mức, $I_{dm.c} \geq I_N$ (kA)	40	36,2
Dòng điện ổn định động, $i_{dm.d} \geq i_{xk}$ (kA)	110	92,17

Dòng điện ổn định nhiệt, $i_{đm.nh} \geq i_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{đm.nh}}}$ (kA)	40	12,54
---	----	-------

### 3.3.2. Tính chọn và kiểm tra dao cách ly

Lựa chọn và kiểm tra dao cách ly theo điều kiện sau:

Thông số của dao cách ly được chọn, tra tài liệu Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV, [ trang 129]:

**Bảng 3.4: Kiểm tra dao cách ly**

Điều kiện kiểm tra	Kết quả	
	Giá trị chọn	Giá trị tính toán
Điện áp định mức, $U_{đmDCL} \geq U_{đm.m}$ (kV)	36	35
Dòng điện định mức, $I_{đmDCL} \geq I_{cb}$ (A)	630	104,49
Dòng điện ổn định động, $i_{đm.d} \geq i_{xk}$ (kA)	50	31,2
Dòng điện ổn định nhiệt, $i_{đm.nh} \geq i_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{đm.nh}}}$ (kA)	20	9,68

### 3.3.3. Tính chọn và kiểm tra thanh dẫn

Thanh dẫn được lựa chọn theo điều kiện phát nóng, Thiết kế cáp điện, [ trang 20]:

$$I_{cp} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot I_{cpth}$$

Trong đó:

$I_{cp}$ : Dòng điện cho phép của thanh dẫn

$I_{cpth}$ : Dòng điện cho phép của 1 thanh dẫn khi nhiệt độ thanh dẫn là 70°C  
nhiệt độ môi trường xung quanh là 25°C.

$k_1=1$ : Hệ số hiệu chỉnh khi đặt thanh dẫn đứng thẳng.

$k_2=1$ : Hệ số hiệu chỉnh khi xét trường hợp có nhiều thanh ghép lại.

$k_3=1$ : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường xung quanh khác nhiệt độ tiêu chuẩn,  $t_{mt}^0 = 45^\circ\text{C}$ .

Kiểm tra độ bền động của thanh cái.

Điều kiện:  $\sigma_{tt} \leq \sigma_{cp}$

Trong đó:

$\sigma_{cp}$ : Ứng suất cho phép của thanh cái.

$\sigma_{tt}$ : Ứng suất tính toán của thanh cái.

Trình tự tính toán  $\sigma_{tt}$  lực tính toán  $F_{tt}$  do tác dụng của dòng ngắn mạch gây trên 1cm, Cung cấp điện [trang 275]:

$$F_{tt} = 1,76 \cdot \frac{i_{xk}^2}{a} \text{ l (kG)}$$

Trong đó:

$i_{xk}$ : Dòng điện xung kích khi ngắn mạch 3 pha, kA

a: Khoảng cách giữa các pha, cm

l: Chiều dài nhíp sứ, cm

Xác định mômen uốn M, Cung cấp điện [trang 276]:

$$M = F_{tt} \cdot \frac{l^2}{8} \cdot kG \text{ (cm)}$$

Mômen chống uốn thanh dẫn hình chữ nhật, Cung cấp điện [ trang 279]:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

Trong đó:

b: Bề rộng của thanh dẫn (cm).

h: Chiều cao của thanh dẫn (cm).

Khi đó ứng suất tính toán thanh dẫn là:

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W} \cdot kG/cm^2$$

+ Kiểm tra theo điều kiện ổn định nhiệt

+ Kiểm tra thanh dẫn theo điều kiện ổn định dòng ngắn mạch.

Thanh dẫn đặt trên sứ, khoảng cách giữa các sứ là  $l = 320$  (cm) khoảng cách giữa các pha là  $a = 120$  (cm).

+ Chọn thanh dẫn

Dòng điện lớn nhất qua thanh góp khi máy biến áp quá tải 30%:

$$I_{tt} = 1,3 \cdot \frac{5000}{\sqrt{3 \cdot 35}} = 82,4 \text{ (A)}$$

$\Rightarrow$  Chọn thanh dẫn bằng đồng hình chữ nhật có tiết diện  $75 \text{ mm}^2$  và kích thước là  $30 \times 4$  và có dòng cho phép là  $475$  (A)

Thanh dẫn đặt nằm ngang  $k_1 = 0,95$  mỗi pha có một thanh dẫn  $k_2 = 1$ .

Nhiệt độ môi trường cực đại là  $45^{\circ}\text{C}$

$$k_3 = \sqrt{\frac{t_{CPTD} - t_{max}}{t_{CPTD} - t_0}}$$

$t_{max}$ : Nhiệt độ môi trường cực đại.

$$t_0 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$t_{CPTD} = 70^{\circ}\text{C}$$

$$k_3 = \sqrt{\frac{70-45}{70-30}} = 0,8$$

Dòng điện cho phép hiệu chỉnh của thanh:

$$I_{CPHC} = 0,95 \cdot 1,0,8 \cdot 340 = 258 \text{ A}$$

$$I_{CP} > I_{tt}$$

Kiểm tra thanh dẫn theo ổn định nhiệt ngắn mạch.

$$F_{CP} \geq a \cdot I_{\infty} \sqrt{t_{qd}}$$

$t_{qd}$ : Thời gian chịu đựng của thanh dẫn = 3s.

a: Khoảng cách giữa các thanh dẫn  $a = 1,2$  (m).

$$\Rightarrow F_{CP} \geq 1,2 \cdot 27,97 \cdot \sqrt{3} = 58,13 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow F_{CP} = 58,13 < F_{TD} = 75$$

$\Rightarrow$  Thanh dẫn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch.

Kiểm tra thanh dẫn theo điều kiện ổn định động dòng ngắn mạch.

Lấy chiều dài nhịp sứ bằng 100cm.

Ta có:

$$F_{tt} = 1,76 \cdot \frac{i_{kk}^2}{a} \cdot 10^{-2} = 1,76 \cdot \frac{71,2^2}{120} \cdot 10^{-2} = 74,3 \text{ (kG/cm)}$$

Mômen tác dụng lên thanh cá có:

$$M = 74,3 \cdot \frac{100}{10} = 743 \text{ (kG/cm)}$$

$$W = \frac{0,4 \cdot 3^2}{6} = 0,6 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\delta_{tt} = \frac{\mu}{\omega} = \frac{743}{0,6} = 1238,33 \text{ (kG/cm)}$$

$$\delta_{tt} < \delta_{cp} \text{ } \sigma_u = 1400 \text{ (kG/cm}^2\text{)}$$

Từ trên ta thấy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện

### 3.3.4. Tính chọn và kiểm tra sứ cao áp 35 kV

Các điều kiện chọn và kiểm tra sứ như sau:

$F_{CP}$ : Lực cho phép tác dụng lên đầu sứ (kG)

$F_{tt}$ : Lực tính toán đầu sứ (kG)

Ta có:

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

$$F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot i_{xk}^2 \cdot \frac{l}{a}$$

l: Là khoảng cách 2 sứ liên tiếp trên 1 pha (100cm)

a: Là khoảng cách giữa 2 pha (40 cm)

$$F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot 71,2^2 \cdot \frac{100}{40} = 223,1 \text{ (kG)}$$

**Bảng 3.5: Thông số của sứ  $O_0 - 35 - 375$**

Loại sứ	$U_{dm}$ (kV)	$U_{pl.d.kh\acute{o}}$ (kV)	Phụ tải phá hoại (kG)	Khối lượng (kg)
$O_0 - 35 - 375$	35	110	375	7,1

Với cấp điện áp 35 kV ta có:  $F_{cp} = k_{cp} \cdot V_{pl}$

Với  $k_{cp} = 0,65 \Rightarrow F'_{tt} = 0,65 \cdot 223,1 = 145,26 \text{ kG}$

Ta có:  $F_{cp} = 375 > F'_{tt} = 145,26$

$\Rightarrow$  Vậy sứ đỡ chọn thỏa mãn các điều kiện đặt ra.

### 3.3.5. Chọn và kiểm tra chống sét van

Theo điều kiện trên ta chọn chống sét van của hãng Liên Xô chế tạo có các thông số sau, tra tài liệu, Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV [ 383]:

**Bảng 3.6: Thông số của chống sét van PBO 35**

Loại	$U_{dm}$ (kV)	$U_{max}$ (kV)	$U_{dt}$ khi tần số 50 Hz(kV)	$U_{dt}$ xung kích (kV)	Khối lượng (kg)
PBO 35	35	12,7	78	150	38

Chọn chống sét van cao áp do Liên Xô chế tạo có các thông số kỹ thuật cho ở bảng sau:

**Bảng 3.7: Thông số của chống sét van PBC – 10**

Loại	$U_{dm}$ (kV)	$U_{max}$ (kV)	$U_{dt}$ khi tần số 50 Hz(kV)	$U_{dt}$ xung kích (kV)	Khối lượng (kg)
PBO - 10	10	12,7	26	50	6

**3.3.6. Tính chọn và kiểm tra cầu chì**

Theo điều kiện trên ta chọn cầu chì , tra tài liệu Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV, [ trang 121] ta chọn cầu chì 3GD1 220- 3B do SIEMENS chế tạo có các thông số sau:

**Bảng 3.8: Kiểm tra cầu chì**

Điều kiện kiểm tra	Kết quả	
	Giá trị chọn	Giá trị tính toán
Điện áp định mức, $U_{dmCC} \geq U_{dm.m}$ (kV)	12	10
Dòng điện định mức, $I_{dmCC} \geq I_{cb}$ (A)	100	92,37
Dòng điện ổn định nhiệt, $i_{dm.nh} \geq i_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{dm.nh}}}$ (kA)	40	16,3

**3.3.7. Tính chọn và kiểm tra biến dòng và biến áp đo lường**

a) Tính chọn và kiểm tra biến dòng đo lường

Máy biến dòng có nhiệm vụ biến đổi dòng điện sơ cấp có trị số bất kì xuống 5A (đôi khi 1A và 10A) nhằm cấp nguồn dòng cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ rơle, tự động hóa...

Chọn biến dòng cao áp 35 kV.

Theo các điều kiện trên ta chọn máy biến dòng 4MA76 do hãng SIEMENS chế tạo có các thông số cho trong bảng sau, tra tài liệu Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV, [ trang 387]:

**Bảng 3.9: Kiểm tra thông số kỹ thuật máy biến dòng**

Điều kiện kiểm tra	Kết quả	
	Giá trị chọn	Giá trị tính toán

Điện áp định mức, $U_{dmBI} \geq U_{dm.m}$ (kV)	36	235
Dòng điện định mức, $I_{dmDCL} \geq I_{cb}$ (A)	300	240,56
Dòng điện ổn định động, $i_{dm.d} \geq i_{xk}$ (kA)	120	71,2
Dòng điện ổn định nhiệt, $i_{dm.nh} \geq i_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{dm.nh}}}$ (kA)	80	9,68

Vậy loại máy biến dòng vừa chọn hoàn toàn thỏa mãn các điều kiện.

Chọn biến dòng cao áp 10 kV.

Ta chọn biến dòng do SIEMENS chế tạo có các thông số sau:

**Bảng 3.10: Kiểm tra thông số kỹ thuật máy biến dòng cao áp**

Điều kiện kiểm tra	Kết quả	
	Giá trị chọn	Giá trị tính toán
Điện áp định mức, $U_{dmBI} \geq U_{dm.m}$ (kV)	12	10
Dòng điện định mức, $I_{dmDCL} \geq \frac{I_{cb}}{1,2}$ (A)	100	77
Dòng điện ổn định động, $i_{dm.d} \geq i_{xk}$ (kA)	120	16,3
Dòng điện ổn định nhiệt, $i_{dm.nh} \geq i_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{dm.nh}}}$ (kA)	80	2,2

b) Tính chọn và kiểm tra biến áp đo lường

Máy biến áp đo lường hay máy biến áp điện áp, ký hiệu là BU hoặc TU dùng để biến đổi điện áp sơ cấp bất kỳ xuống 100 V hoặc  $100/\sqrt{3}$  V, cấp nguồn cho các mạch đo lường, điều khiển, tín hiệu bảo vệ. Máy biến điện áp được chế tạo với điện áp 3kV trở lên. Chọn biến áp cao áp 35 kV

Chọn máy biến điện áp đo lường loại 4MR66 do hãng SIEMENS chế tạo có các thông số sau tra tài liệu Sổ tay lựa chọn và tra cứu các thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV [ trang 392].

**Bảng 3.11: Điều kiện chọn và kiểm tra biến áp đo lường**

STT	Đại lượng định mức	Thông số định mức
-----	--------------------	-------------------



1	Mã hiệu: 4MR66. Kiểu hình hộp	
2	Điện áp định mức, (kV)	36
3	U chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	70
4	$U_{1dm}$ (kV)	35
5	$U_{2dm}$ (kV)	100
6	Tải định mức, (VA)	800
7	Trọng lượng, (kg)	70

Chọn biến áp đo lường hạ áp 10 kV. Chọn máy biến điện áp đo lường loại 4MR52 do hãng SIEMENS chế tạo có các thông số sau:

**Bảng 3.12: Thông số kỹ thuật của máy biến áp hạ áp**

STT	Đại lượng định mức	Thông số định mức
1	Mã hiệu: 4MR52. Kiểu hình hộp	
2	Điện áp định mức, (kV)	12
3	U chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	28
4	$U_{1dm}$ (kV)	$11,5/\sqrt{3}$
5	$U_{2dm}$ (kV)	$100/\sqrt{3}$
6	Tải định mức, (VA)	600
7	Trọng lượng, (kg)	25

### 3.4. THIẾT KẾ MẠNG ĐIỆN HẠ ÁP CHO PHÂN XƯỞNG MÁY VÀ KHU HẠ LIỆU

#### 3.4.1. Các hình thức đi dây và phạm vi sử dụng của sơ đồ

- Mạng điện phân xưởng thường dùng hai dạng sơ đồ chính sau:

Sơ đồ hình tia:

- + Nổi dây rõ ràng.
- + Độ tin cậy cao.
- + Các phụ tải ít ảnh hưởng lẫn nhau.
- + Dễ thực hiện phương pháp bảo vệ và tự động hóa.
- + Dễ vận hành bảo quản.

- + Vốn đầu tư lớn.

Sơ đồ đường dây trực chính:

- + Vốn đầu tư thấp.
- + Lắp đặt nhanh.
- + Độ tin cậy không cao.
- + Dòng ngắn mạch lớn.
- + Thực hiện bảo vệ và tự động hóa khó.

Từ những ưu khuyết điểm trên ta dùng sơ đồ hỗn hợp của hai dạng sơ đồ trên để cấp điện cho phân xưởng

- Sau khi điện áp được biến đổi xuống 0,4 (kV) được đưa tới tủ phân phối trung tâm nằm trong phân xưởng. Tủ này có nhiệm vụ phân phối điện tới các tủ động lực (ĐL).
  - + Tủ động lực có nhiệm vụ cung cấp điện đến các thiết bị trong nhóm. Tủ động lực thường đặt ở trung tâm nhóm máy để tiết kiệm đường dây đến các phụ tải và cạnh tường phân xưởng để tiết kiệm diện tích.
  - + Để dễ dàng vận hành bảo vệ các thiết bị cũng như thuận tiện cho việc bảo quản và sửa chữa cần phải đặt ở tủ phân phối 1 aptomat cho đầu vào và 7 aptomat đầu ra trong đó 6 đầu ra cung cấp cho 6 tủ động lực và một đầu ra cung cấp cho tủ chiếu sáng. Ở tủ động lực đầu vào sẽ lắp đặt 1 aptomat tổng và đầu ra đặt các aptomat nhánh. Việc sử dụng aptomat ở hạ áp này giúp cho đóng cắt hạ áp, nó có chức năng quan trọng là bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Nó có ưu điểm hơn hẳn cầu chì là khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn. Đóng cắt đồng thời 3 pha và khả năng tự động hóa cao. Nên mặc dù giá có đắt hơn ngày nay người ta vẫn thường hay sử dụng thiết bị này thay cho cầu chì.

### 3.4.2. Lựa chọn các thiết bị cho tủ phân phối

#### 3.4.2.1. Chọn aptomat từ tủ phân phối tới tủ động lực

Aptomat được chọn theo điều kiện sau, tài liệu Thiết kế cấp điện [trang 53]:

$$U_{\hat{m}A} \geq U_{\hat{m}\Delta L}$$

$$I_{\hat{m}A} \geq I_{TT}$$

$$I_{Cdm} \geq I_N$$

Chọn aptomat cho tủ phân phối:

Chọn aptomats cho tủ ĐL1

$$I_{TT} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{154,4}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,7} = 291,93(A)$$

### 3.4.2.2. Chọn cáp

Các đường cáp hạ áp được đi trong rãnh cáp nằm dọc tường phía trong và bên cạnh lối đi lại của phân xưởng. Cáp được chọn theo điều kiện phát nóng cho phép, kiểm tra phối hợp với các thiết bị bảo vệ và điều kiện ổn định nhiệt khi có ngắn mạch. Do chiều dài cáp không lớn nên có thể bỏ qua không cần kiểm tra theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép.

Theo điều kiện phát nóng:

$$k_{nc} \cdot I_{cp} \geq I_{tt} \quad (1)$$

Trong đó:

$k_{nc}$ : Hệ số hiệu chỉnh, ở đây lấy  $k_{nc}=1$

Cáp được bảo vệ bằng aptomat.

$$\frac{I_{kd}}{k_{nc} \cdot I_{cp}} \leq \alpha \quad (2)$$

Trong đó:

+  $k_{nc}$ : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường đặt cáp và số đường cáp đặt

song song. Cáp đi từng tuyến riêng trong hầm cáp,  $k_{nc}=1$

+  $I_{kd}$ : Dòng khởi động của bộ phận cách mạch điện.

+  $\alpha=1,5$ : Đối với khởi động nhiệt.

$\alpha=1,5$ : Đối với khởi động điện từ.

Dòng  $I_{kd}$  được chọn theo dòng khởi động nhiệt

$$I_{kd.nhiệt} \geq I_{dm.aptomat}$$

Đề an toàn thường lấy

$$I_{kđ.nhiệt} = 1,25 \cdot I_{đm.aptomat} \text{ và } \alpha = 1,5.$$

Khi đó công thức (2) trở thành:

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{đmA}}{1,5}$$

a) Chọn cáp từ trạm biến áp đến tủ phân phối số 1

Chọn cáp từ trạm biến áp B<sub>11</sub> về tủ phân phối số 1:

$$I_{TT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1353,79}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1990,87(A)$$

Chọn cáp của hãng LENS có ký hiệu 3G300 mm<sup>2</sup> với mỗi pha chọn 4 dây

Kiểm tra cáp theo điều kiện phối hợp với aptomat:

$$I_{cp} \geq \frac{K_{kđđt}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot I_{đmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 2000}{1,5} = 1666,67(A)$$

Vậy tiết diện cáp đã chọn có  $I_{cp} = 2180(A) > 1666,67(A)$  là hợp lý.

b) Chọn cáp từ TPP-ĐLI: Ta cũng chọn theo điều kiện (1) và (2) ở trên.

+ Điều kiện phát nóng :

$$I_{cp} \geq I_{ttnhóm} = 83,26(A)$$

+ Điều kiện được bảo vệ bằng aptomat:

$$+ I_{cp} \geq \frac{K_{kđđt}}{\alpha} = \frac{1,25 \cdot I_{đmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 350}{1,5} = 291(A)$$

Kết hợp 2 điều kiện trên ta chọn cáp đồng có  $I_{cp} = 343(A)$  do LENS chế tạo  
→ PVC( 3\*120 + 1\*70) Tra Sổ tay tra cứu và lựa chọn thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV [trang 249]. Chọn tương tự các tuyến khác kết quả ghi trong bảng sau:

**Bảng 3.13: Bảng lựa chọn aptomat và dây dẫn cho tủ phân phối**

Tuyến cáp	Phụ tải		Aptomat			Dây dẫn	
	$P_{TT}$ (kW)	$I_{tt}$ (A)	Loại	$I_{dm}$ (A)	$U_{dm}$ (V)	Tiết diện	$I_{cp}$ (A)
B11-TPP1							
TPP1-ĐL <sub>1</sub>	154,4	291,9	EA403-G	350	600	120	343
TPP1-ĐL <sub>2</sub>	168,5	446	EA603-G	500	600	185	434
TPP1-ĐL <sub>3</sub>	191,5	389	EA603-G	500	600	185	434
TPP1-ĐL <sub>4</sub>	240	488	EA603-G	500	600	185	434
TPP1-ĐL <sub>5</sub>	239	492	EA603-G	500	600	185	434
TPP1-ĐL <sub>6</sub>	236	495	EA603-G	500	600	185	434
TPP1-ĐL <sub>CS</sub>	143,4	295,7	EA403-G	350	600	120	343

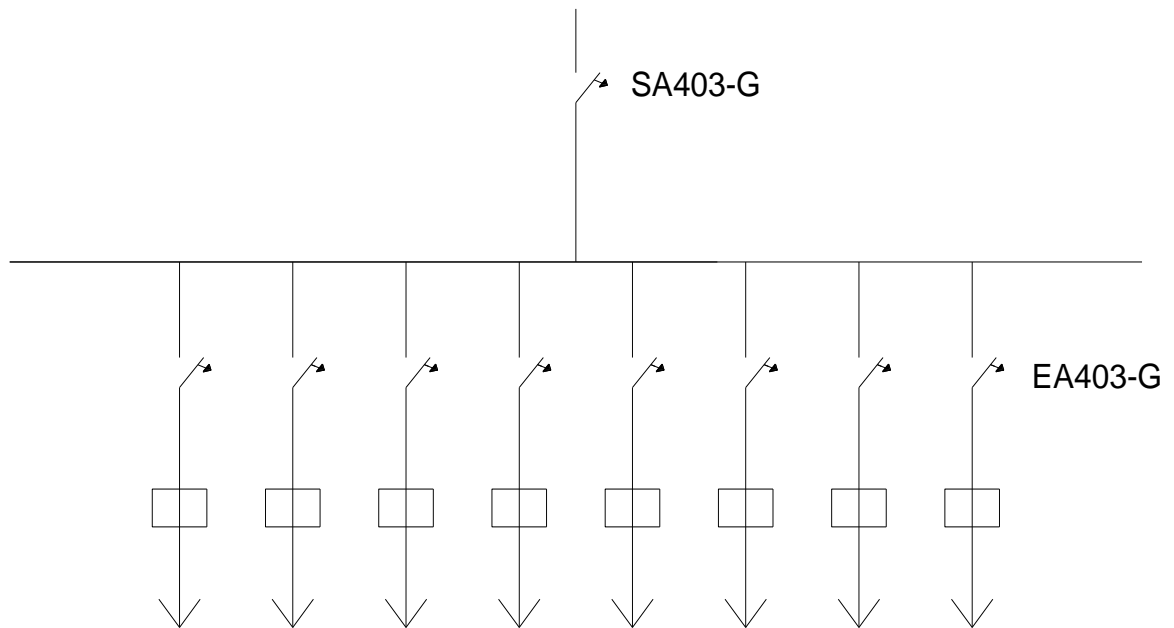
### 3.4.3. Lựa chọn thiết bị điện trong các tủ động lực và dây dẫn đến các thiết bị của phân xưởng

#### 3.4.3.1. Lựa chọn tủ động lực

Các tủ động lực đều chọn loại tủ do SIEMENS chế tạo có tám đầu ra:

**Bảng 3.14: Thông số kỹ thuật tủ**

Loại tủ	Thiết bị	Nơi đặt	Kích thước		
			Dài	Rộng	Sâu
Tủ động lực	Aptomat	Cấp cho động cơ	2200	1000	600



**Hình 3.4: Sơ đồ tủ động lực**

**3.4.3.2. Lựa chọn aptomat và cáp từ tủ động lực đến các thiết bị**

Chọn aptomat cho tủ động lực 1:

Chọn 1 aptomat cho đường cáp từ TĐL<sub>1</sub> đến 2 máy tiện ren có P = 1,8 (kW),  
 $\cos \varphi = 0,6$ .

Ta có chọn theo điều kiện :

$$U_{đm.A} \geq U_{đm.m} = 0,38(A)$$

$$I_{đm.A} \geq I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_{đm.m}} = \frac{3,6}{\sqrt{3} \cdot 0,6 \cdot 0,38} = 9,11(A)$$

Chọn aptomat loại kiểu EA33-G có  $U_{đm}=380(V)$ ,  $I_{đm} = 15 (A)$ , có 3 cực.

Chọn cáp từ tủ ĐL<sub>1</sub> đến 2 máy tiện ren 3,6 kW,  $\cos \varphi = 0,6$ .

$$U_{cp} \geq I_{tt} = 9,11(A)$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kđđt}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot I_{đm.A}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 15}{1,5} = 12,5(A)$$

Kết hợp 2 điều kiện trên ta chọn cáp đồng bốn lõi cách điện PVC do hàng LENS chế tạo, tra tài liệu Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500kV [trang 249], tiết diện 1,5 (mm<sup>2</sup>) với  $I_{cp} = 23(A) \rightarrow 4G 1,5$

**.Bảng 3.15: Bảng lựa chọn aptomat và dây dẫn**

Tên gọi	Phụ tải		Aptomat		Dây dẫn	
	P (kW)	I <sub>tt</sub> (A)	Loại	I <sub>dmA</sub> (A)	Tiết diện	I <sub>cp</sub> (A)
<i>Tủ phân phối</i>						
Tủ ĐL1						
2 Máy cắt sắt	1,8	8,14	EA33-G	15	1,5	23
Máy cắt sắt	1,8	4,07	EA33-G	15	1,5	23
2 Máy hàn	8	16,8	EA33-G	30	4	31
2 Máy hàn	8	16,8	EA33-G	30	4	31
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Tủ ĐL2						
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Cầu giàn ETECO	11	33,35	EA103-G	60	3*16+10	75
Cầu giàn ETECO	11	33,35	EA103-G	60	3*16+10	75
Cầu giàn ETECO	11	33,35	EA103-G	60	3*16+10	75
Cầu giàn ETECO	11	33,35	EA103-G	60	3*16+10	75
Cầu trục giảm 40T	41,5	112,06	EA203-G	125	3*50+35	192
Tủ ĐL3						
Cầu trục giảm 40T	41,5	112,06	EA203-G	125	3*50+35	192
2 Cầu gấn tường	1,5	4,4	EA33-G	15	1,5	23
Cầu trục giảm 40T	41,5	112,06	EA203-G	125	3*50+35	192
Máy ép thủy lực	60	135,75	EA203-G	150	3*50+35	192
Máy ép thủy lực	60	135,75	EA203-G	150	3*50+35	192
Cầu trục giảm 40T	41,5	112,06	EA203-G	125	3*50+35	192

Cầu trục giảm 40T	41,5	112,06	EA203-G	125	3*50+35	192
Cầu trục giảm 40T	41,5	112,06	EA203-G	125	3*50+35	192
Tủ ĐL 4						
Cầu gấn tường	1,5	4,4	EA33-G	15	15	23
Bán công trục	32	94,12	EA203-G	125	3*50+25	158
Bán công trục	32	94,12	EA203-G	125	3*50+25	158
Máy ép thủy lực	60	135,75	EA203-G	150	3*50+35	192
Máy ép thủy lực	60	135,75	EA203-G	150	3*50+35	192
Máy ép thủy lực	60	135,75	EA203-G	150	3*50+35	192
Máy ép thủy lực	60	135,75	EA203-G	150	3*50+35	192
Máy ép 500T	70	158,34	EA203-G	175	3*50+35	192
Tủ ĐL 5						
Máy cắt tôn H3222	28	63,35	EA203-G	125	3*35+25	158
Máy cắt tôn H3222	28	63,35	EA203-G	125	3*35+25	158
Máy cắt tôn H3222	28	63,35	EA203-G	125	3*35+25	158
Máy cắt tôn H3222	28	63,35	EA203-G	125	3*35+25	158
Máy hàn que	19	55,8	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy hàn que	19	55	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy hàn que	19	55	EA103-G	60	3*16+10	100
Máy phun nước	55	93	EA103-G	100	3*35+25	158
Tủ ĐL 6						
Máy phun nước	55	93	EA103-G	100	3*35+16	185
Máy phun sơn	75	135	EA203-G	150	3*50+35	192
Máy phun sơn	75	135	EA203-G	150	3*50+35	192

#### CHƯƠNG 4.



# TÍNH TOÁN BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ĐỂ NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT $\cos\varphi$ . TÍNH TOÁN CHỐNG SÉT.

## 4.1. TÍNH TOÁN BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ĐỂ NÂNG CAO

### HỆ SỐ CÔNG SUẤT $\cos\varphi$

#### 4.1.1. Đặt vấn đề

Vấn đề sử dụng hợp lý và tiết kiệm điện năng trong các xí nghiệp công nghiệp có ý nghĩa rất lớn đối với nền kinh tế vì các xí nghiệp này tiêu thụ khoảng 55% tổng số điện năng được sản xuất ra. Hệ số công suất  $\cos\varphi$  là một trong các chỉ tiêu để đánh giá xí nghiệp dùng điện có hợp lý và tiết kiệm hay không. Nâng cao hệ số công suất  $\cos\varphi$  là một chủ trương lâu dài gắn liền với mục đích phát huy hiệu quả cao nhất quá trình sản xuất, phân phối và sử dụng điện năng.

Phần lớn các thiết bị tiêu dùng điện đều tiêu thụ công suất tác dụng  $P$  và công suất phản kháng  $Q$ . Công suất tác dụng là công suất được biến thành cơ năng hoặc nhiệt năng trong thiết bị dùng điện, còn công suất phản kháng  $Q$  là công suất từ hoá trong máy điện xoay chiều, nó không sinh ra công. Quá trình trao đổi công suất phản kháng giữa máy phát và hộ tiêu thụ dùng điện là một quá trình dao động. Mỗi chu kỳ của dòng điện,  $Q$  đổi chiều bốn lần, giá trị trung bình của  $Q$  trong 1/2 chu kỳ của dòng điện bằng không. Việc tạo ra công suất phản kháng không đòi hỏi tiêu tốn năng lượng của động cơ sơ cấp quay máy phát điện.

Mặt khác công suất phản kháng cung cấp cho hộ tiêu dùng điện không nhất thiết phải lấy từ nguồn. Vì vậy để tránh truyền tải một lượng  $Q$  khá lớn trên đường dây, người ta đặt gần các hộ tiêu dùng điện các máy sinh ra  $Q$  (tụ điện, máy bù đồng bộ,...) để cung cấp trực tiếp cho phụ tải, làm như vậy được gọi là bù công suất phản kháng. Khi bù công suất phản kháng thì góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp trong mạch sẽ nhỏ đi, do đó hệ số công suất  $\cos\varphi$  của mạng được nâng cao, giữa  $P$ ,

$Q$  và góc  $\varphi$  có quan hệ sau :  $\varphi = \arctg \frac{P}{Q}$  (4.1)

#### 4.1.2. Chọn thiết bị bù

Để bù công suất phản kháng cho các hệ thống cung cấp điện có thể sử dụng tụ điện tĩnh, máy bù đồng bộ, động cơ đồng bộ làm việc ở chế độ quá kích thích, ... ở đây ta lựa chọn các bộ tụ điện tĩnh để làm thiết bị bù cho nhà máy. Sử dụng các bộ tụ điện tĩnh để làm thiết bị bù cho nhà máy. Sử dụng các bộ tụ điện có ưu điểm là tiêu hao ít công suất tác dụng, không có phần quay như máy bù đồng bộ nên lắp ráp, vận hành và bảo quản dễ dàng. Tụ điện được chế tạo thành từng đơn vị nhỏ, vì thế có thể tùy theo sự phát triển của các phụ tải trong quá trình sản xuất mà chúng ta ghép dần tụ điện vào mạng khiến hiệu suất sử dụng cao và không phải bỏ vốn đầu tư ngay một lúc.

Tuy nhiên, tụ điện cũng có một số nhược điểm nhất định. Trong thực tế với các nhà máy xí nghiệp có công suất không thật lớn thường dùng tụ điện tĩnh để bù công suất phản kháng nhằm mục đích nâng cao hệ số công suất. Vị trí các thiết bị bù ảnh hưởng rất nhiều đến hiệu quả bù. Các bộ tụ điện bù có thể đặt ở TPPTT, thanh cái cao áp, hạ áp của TBAPP, tại các tủ phân phối, tủ động lực hoặc tại đầu cực các phụ tải lớn. Để xác định chính xác vị trí và dung lượng đặt các thiết bị bù cần phải tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật cho từng phương án đặt bù cho hệ thống cung cấp điện cụ thể. Song theo kinh nghiệm thực tế, trong trường hợp công suất và dung lượng bù công suất phản kháng của các nhà máy, thiết bị không thật lớn có thể phân bố dung lượng bù cần thiết đặt tại thanh cái hạ áp của các TBAPX để giảm nhẹ vốn đầu tư và thuận lợi cho công tác quản lý, vận hành.

#### 4.1.3. Xác định và phân bố dung lượng bù

##### 4.1.3.1. Xác định dung lượng bù.

Dung lượng bù cần thiết cho nhà máy được xác định theo công thức sau:

$$Q_{bù} = P_{tmm} \times (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \times \alpha \quad (4.2)$$

Trong đó :

$P_{tmm}$  : Phụ tải tác dụng tính toán của nhà máy (kW).

$\varphi_1$  : Góc ứng với hệ số công suất trung bình trước khi bù,  $\cos\varphi_1 = 0,76$

$\varphi_2$  : Góc ứng với hệ số công suất bắt buộc sau khi bù,  $\cos\varphi_2 = 0,95$

$\alpha$  : Hệ số xét tới khả năng nâng cấp  $\cos\varphi$  bằng những biện pháp không đòi hỏi đặt thiết bị bù,  $\alpha = 0,9 \div 1$

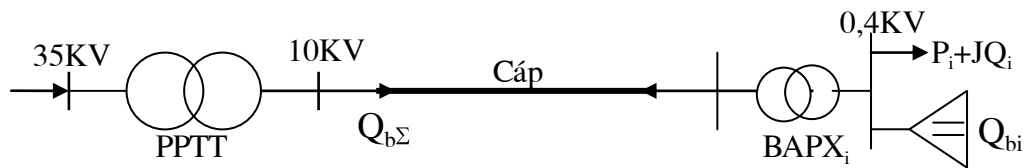
Với nhà máy đang thiết kế ta tìm được dung lượng bù cần thiết :

$$Q_{bù} = P_{tmm} \times (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \times \alpha \quad (4.3)$$

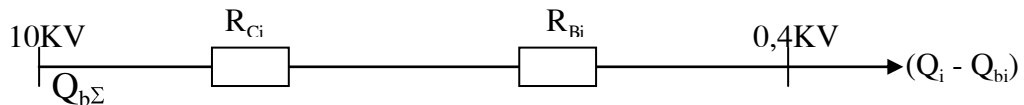
#### 4.1.3.2. Phân bố dung lượng bù cho các TBAPX.

Từ trạm phân phối trung tâm và các máy biến áp phân xưởng là mạng hình tia gồm 6 nhánh có sơ đồ nguyên lý thay thế tính toán như sau :

Sơ đồ nguyên lý đặt thiết bị bù:



Sơ đồ thay thế:



Công thức tính dung lượng bù tối ưu cho các nhánh của mạng hình tia :

$$Q_{bi} = Q_i - \frac{(Q - Q_{bù})}{R_i} \times R_{td} \quad (4.4)$$

Trong đó :

$Q_{bi}$  : Công suất phản kháng cần bù tại đặt tại phụ tải thứ  $i$  (kVar)

$Q_i$  : Công suất tính toán phản kháng ứng với phụ tải thứ  $i$  (kVar)

$Q = \sum_{i=1}^6 Q_i$  : Phụ tải tính toán phản kháng tổng của nhà máy.

$$Q = 3082,05 \text{ (kVar)}$$

$R_i$  : Điện trở của nhánh thứ  $i$  ( $\Omega$ )

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_i}} : \text{Điện trở tương đương của mạng } (\Omega) \quad (4.5)$$

Tổng công ty có quy mô lớn bao gồm nhiều phân xưởng, nhiều trạm biến áp. Phương pháp tốt nhất vẫn là đặt các tủ điện bù  $\cos \varphi$  phân tán tại các phân xưởng (cạnh các tủ phân phối phân xưởng) và tại cực các động cơ cỡ lớn (máy khuấy, máy bơm, máy nén khí...) Tuy nhiên, trong bước tính toán sơ bộ, vì thiếu các số liệu của mạng điện phân xưởng, để nâng cao hệ số công suất toàn xí nghiệp có thể coi như các tủ bù được đặt tập trung tại thanh cái hạ áp của các trạm biến áp phân xưởng.

Yêu cầu thiết kế lắp đặt các tủ bù đặt tại thanh cái các trạm BAPX để nâng  $\cos \varphi$  lên 0,95 cho Tổng công ty đóng tàu Phà Rừng cho trên hình vẽ.

**Bảng 4.1 Số liệu tính toán các đường cáp cao áp 10 (kV).**

Thứ tự	Đường cáp	Loại cáp	F (mm <sup>2</sup> )	L (m)	r <sub>0</sub> (Ω/km)	R <sub>C</sub> (Ω)
1	Lộ kép PPTT-BA11	Cáp Nhật,	3*35	180	0,668	0,605
2	Lộ kép PPTT-BA12	lõi đồng,	3*35	220	0,668	0,605
3	Lộ kép PPTT-BA13	cách điện	3*35	120	0,668	0,605
4	Lộ kép PPTT-BA14	XLPE, vỏ	3*35	200	0,668	0,605
5	Lộ kép PPTT-BA15	PVC có	3*35	75	0,668	0,605
6	Lộ kép PPTT-BA16	đai thép	3*35	20	0,668	0,605

**Bảng 4.2 Số liệu tính toán các trạm biến áp phân xưởng.**

Tên trạm	S <sub>tt</sub> (kVA)	S <sub>đmb</sub> (kVA)	Số Máy	R <sub>B</sub> (Ω)
B1	1015,34+ j893,50	1600	1	0,120
B2	792,00+ j638,10	1600	1	0,147
B3	1045,88+ j920,37	1600	1	0,080
B4	1167,11+ j1027,06	1600	1	0,134
B5	939,58+ j826,83	1600	1	0,050
B6	875+ j892,67	1600	1	0,013

**Bảng 4.3 Kết quả tính toán điện trở các nhánh.**

Stt	Tên nhánh	$R_B$ ( $\Omega$ )	$R_C$ ( $\Omega$ )	$R=R_B+R_C$ ( $\Omega$ )
1	PPTT-B1	0,120	0,605	0,725
2	PPTT-B2	0,147	0,605	0,752
3	PPTT-B3	0,080	0,605	0,685
4	PPTT-B4	0,134	0,605	0,739
5	PPTT-B5	0,050	0,605	0,655
6	PPTT-B6	0,013	0,605	0,618

Điện trở tương đương toàn mạng cao áp.

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}} = \frac{1}{8,67} = 0,115 (\Omega)$$

Căn cứ vào số liệu bảng 4.2 xác định được công suất tính toán và  $\cos\phi$  của toàn xí nghiệp.

$$S = 5834,91 + j 5198,33 (\text{kVA})$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{5834,91}{\sqrt{5834,91^2 + 5198,33^2}} = 0,75$$

Từ đây tính được tổng công suất phản kháng cần bù để nâng  $\cos\phi$  của xí nghiệp từ 0,75 lên 0,95.

$$Q_{bù} = P \times (\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2) = 5834,91 \times (0,88 - 0,33) = 3209,2 (\text{kVAr})$$

Áp dụng công thức ta xác định được dung lượng bù tại thanh cái của các trạm biến áp phân xưởng như sau :

$$Q_{bù1} = 893,50 - (5198,33 - 3209,2) \times \frac{0,115}{0,725} = 577,95 (\text{kVAr})$$

$$Q_{bù2} = 638,10 - (5198,33 - 3209,2) \times \frac{0,115}{0,752} = 333,9 (\text{kVAr})$$

$$Q_{bù3} = 920,37 - (5198,33 - 3209,2) \times \frac{0,115}{0,685} = 470,3 (\text{kVAr})$$

$$Q_{bù 4} = 1027,06 - (5198,33 - 3209,2) \times \frac{0,115}{0,739} = 609,8 \text{ (kVar)}$$

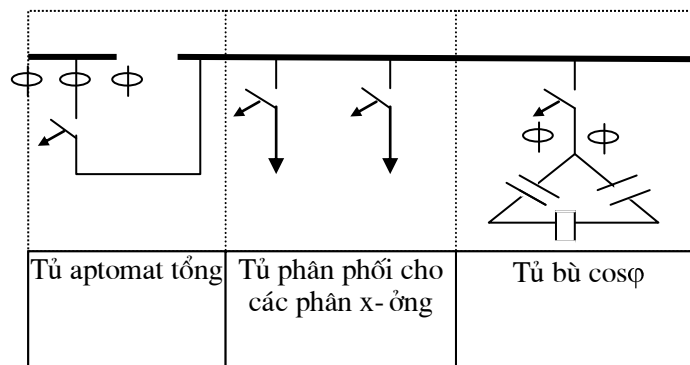
$$Q_{bù 5} = 826,83 - (5198,33 - 3209,2) \times \frac{0,115}{0,655} = 477,6 \text{ (kVar)}$$

$$Q_{bù 6} = 892,67 - (5198,33 - 3209,2) \times \frac{0,115}{0,618} = 522,5 \text{ (kVar)}$$

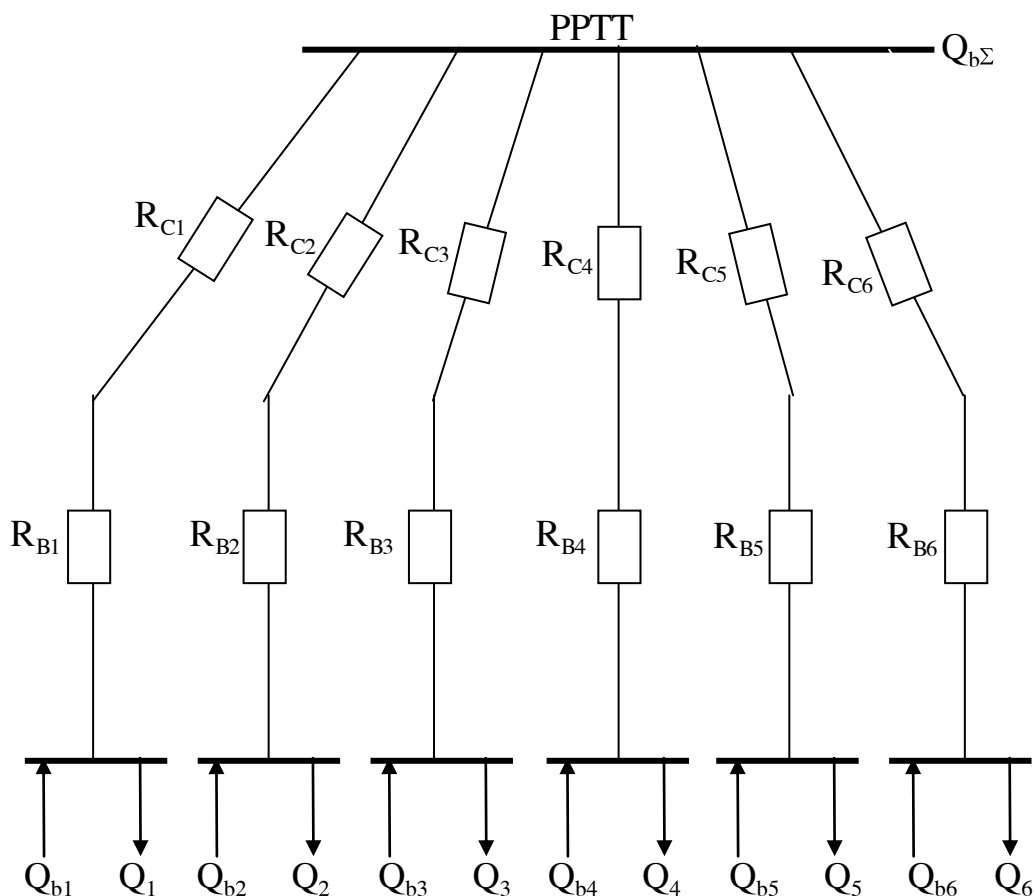
Tại mỗi trạm biến áp, vì phía 0,4 dùng thanh cái phân đoạn nên dung lượng bù được phân đều cho 2 nửa thanh cái. Chọn dùng các tủ điện bù 0,38 (kV) của Liên Xô cũ đang có bán tại Việt Nam.

**Bảng 4.4 Kết quả tính toán và đặt tủ bù cosφ tại các trạm BAPX.**

Tên trạm	Q <sub>bù</sub> (kVA) Theo tính toán	Loại tủ bù	Số pha	Q (kVar)	Số lượng
B1	577,95	KC2-0.38-50-3Y3	3	50	12
B2	333,9	KC2-0.38-50-3Y3	3	50	7
B3	470,3	KC2-0.38-50-3Y3	3	50	10
B4	609,8	KC2-0.38-50-3Y3	3	50	12
B5	477,6	KC2-0.38-30-3Y3	3	30	10
B6	522,5	KC2-0.38-50-3Y3	3	50	10



**Hình 4.1: Sơ đồ nguyên lý lắp đặt tủ bù trong trạm đặt 1 máy biến áp:**



**Hình 4.2: Sơ đồ thay thế mạng cao áp xí nghiệp dùng để tính toán công suất bù tại thanh cái hạ áp các trạm biến áp PX**

## 4.2.TÍNH TOÁN CHỐNG SÉT

### 4.2.1. Đặt vấn đề

Hệ thống cung cấp điện làm nhiệm vụ truyền tải và phân phối điện năng đến các hộ dùng điện. Do vậy nên đặc điểm quan trọng của nó là phân bố trên diện tích rộng và thường xuyên có người làm việc với các thiết bị điện. Cách điện của các thiết bị điện bị chọc thủng, người vận hành không tuân theo các quy tắc an toàn v.v.. đó là những nguyên nhân chủ yếu dẫn đến tai nạn điện giết. Sét đánh trực tiếp hoặc gián tiếp vào thiết bị điện không những làm hỏng các thiết bị điện mà còn gây nguy hiểm cho người vận hành. Vì thế trong hệ thống cung cấp điện nhất thiết phải có biện pháp an toàn có hiệu quả và tương đối đơn giản là thực hiện việc nối đất và đặt các thiết bị chống sét.

Mức độ tổn thương do điện giật phụ thuộc vào cường độ, thời gian tác dụng và đường đi của dòng điện chạy qua người, đồng thời cũng phụ thuộc vào tình trạng sức khỏe và tính chất cách điện của cơ thể người bị điện giật. Nói chung dòng điện có trị số khoảng 100mA đã có thể làm chết người, song cũng có trường hợp người bị chết khi dòng điện chỉ khoảng 5 – 10 mA mà thôi, đó là còn phụ thuộc vào sức khỏe của nạn nhân.

Tai nạn điện giật thường xảy ra do người vận hành vô ý chạm phải bộ phận mang điện hoặc do tiếp xúc với các bộ phận của các thiết bị điện bình thường không mang điện nhưng do cách điện bị hỏng trở nên có điện. Để tránh điện giật trước tiên phải chấp hành nghiêm chỉnh quy tắc vận hành các thiết bị điện, người ta thực hiện việc nối đất các bộ phận có thể bị mang điện khi cách điện bị hỏng: thông thường các vỏ máy bằng kim loại đều phải nối đất.

#### **4.2.2. Tổng quan về chống sét**

Sét là một dạng phóng điện tia lửa trong không khí với khoảng cách rất lớn. Quá trình phóng điện có thể xảy ra trong đám mây giông, giữa các đám mây với nhau và giữa đám mây với đất. Ở đây ta chỉ xét sự phóng điện giữa mây và đất.

Khi sét đánh trực tiếp vào dây dẫn của đường dây truyền tải điện, các thiết bị điện hoặc vào công trình sẽ gây những thiệt hại như:

- Gây cháy, nổ, hư hại công trình.
- Phá hủy thiết bị, các phương tiện thông tin liên lạc.
- Gây nhiễu loạn hay ngưng vận hành hệ thống.
- Mất dữ liệu hay hư dữ liệu.
- Ngừng các dịch vụ gây tổn thất kinh tế và các tổn thất khác.
- Gây chết người.

Do thiệt hại do sét là rất lớn và hầu như không thể dự báo trước nên việc phòng chống sét luôn là mối quan tâm của con người và tính toán chống sét trở thành công việc bắt buộc của người thiết kế cung cấp điện.

Cũng cần lưu ý rằng việc phòng chống sét không thể đạt được mức an toàn tuyệt đối mà hiện nay việc phòng chống sét chỉ nhằm giảm thiệt hại do sét ở mức thấp nhất.

Để chống sét một cách toàn diện và có hiệu quả cho một công trình, cần tuân theo giải pháp chống sét toàn diện 6 điểm như sau:

- Thu bắt sét tại điểm định trước để tạo ra khả năng kiểm soát đường dẫn sét đánh xuống đất.
- Dẫn sét xuống đất an toàn, không gây hiệu ứng phóng điện thứ cấp trong quá trình tản sét cũng như không gây nhiễu điện từ cho các thiết bị trong vùng bảo vệ.
- Tản nhanh năng lượng sét vào đất với tổng trở nối đất nhỏ, tốt nhất là dưới 10Ω.



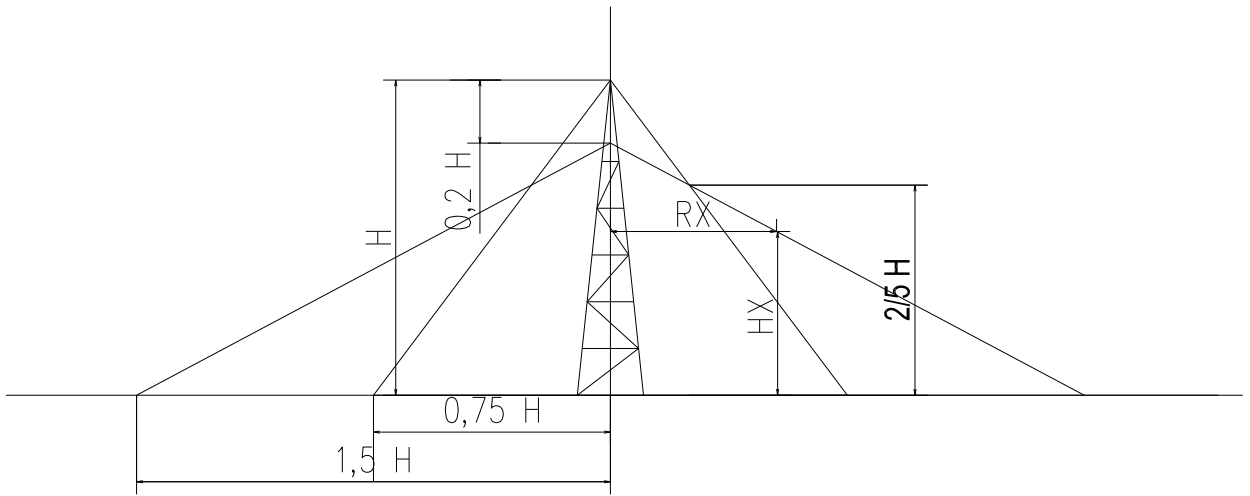
- Đẳng thế các hệ thống đất, ngăn chặn sự chênh lệch điện thế giữa các hệ thống đất trong quá trình tản sét, khắc phục hiện tượng phóng điện ngược gây nguy hiểm cho người và thiết bị.
- Chống sét lan truyền trên đường cấp nguồn, đề phòng hư hỏng cho các thiết bị được nối với chúng do quá điện áp khí quyển hay quá điện áp nội bộ.
- Chống sét lan truyền trên đường tín hiệu, đề phòng hư hỏng cho các thiết bị hệ thống liên lạc nhạy cảm như: điện thoại, Internet, đo lường, điều khiển,...

a) Bán kính bảo vệ của cột thu sét:

Phạm vi bảo vệ của một cột thu lôi là hình nón cong tròn xoay có tiết diện ngang là những hình tròn, ở độ cao  $h_x$  có bán kính  $R_x$  (hình 4-3). Trị số của bán kính bảo vệ  $R_x$  được xác định theo công thức đơn giản sau:

- Ở độ cao  $h_x < \frac{2}{3} h \rightarrow R_x = 1,5 h \left(1 - \frac{h_x}{0,8h}\right) \cdot P$  (4-6)

- Ở độ cao  $h_x > \frac{2}{3} h \rightarrow R_x = 1,5 h \left(1 - \frac{h_x}{h}\right) \cdot P$  (4-7)



**Hình 4-3: Phạm vi bảo vệ của cột thu lôi**

Trong các tài liệu gần đây của Nga, trên cơ sở khảo sát mô hình, trị số bán kính bảo vệ lại được xác định theo công thức:  $R_x = 1,6 h_a P / \left(1 + \frac{h_x}{h}\right)$  (4-8)

Ta có:

$h_x$ : chiều cao của đối tượng bảo vệ nằm trong vùng bảo vệ của cột thu lôi.

$h_a$ : chiều cao hiệu dụng của cột thu lôi.  $h_a = h - h_x$

P: là hệ số. Nếu  $h \leq 30$  m thì  $P=1$ . Nếu  $h > 30$  m thì  $P = 5,5/\sqrt{h}$

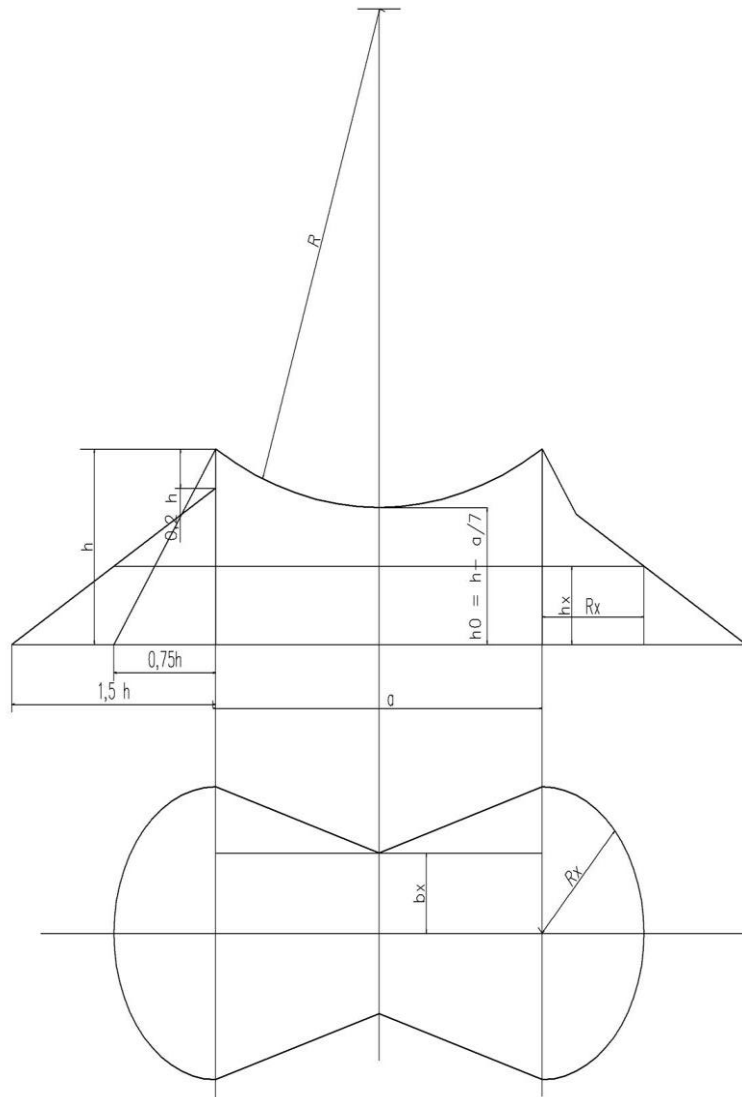
Hình 4-4 cho phạm vi bảo vệ của hai cột thu lôi. Trong đó  $R_x$  được xác định theo công thức trên, còn  $b_x$  : là bề ngang hẹp nhất của phạm vi bảo vệ ở độ cao  $h_x$ , xác định theo công

$$\text{thức: } 2b_x = 4R_x \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \quad (4-9)$$

Ở đây: a: khoảng cách giữa hai cột thu lôi (m).  $h_a$ : chiều cao hiệu dụng của cột thu lôi (m)

Đối với những cột thu lôi cao đến 30m thì tỉ lệ  $a/h_a$  nằm trong giới hạn 0-7.

Hai cột thu lôi chỉ có tác dụng tương hỗ lẫn nhau nếu  $a/h_a \leq 7$

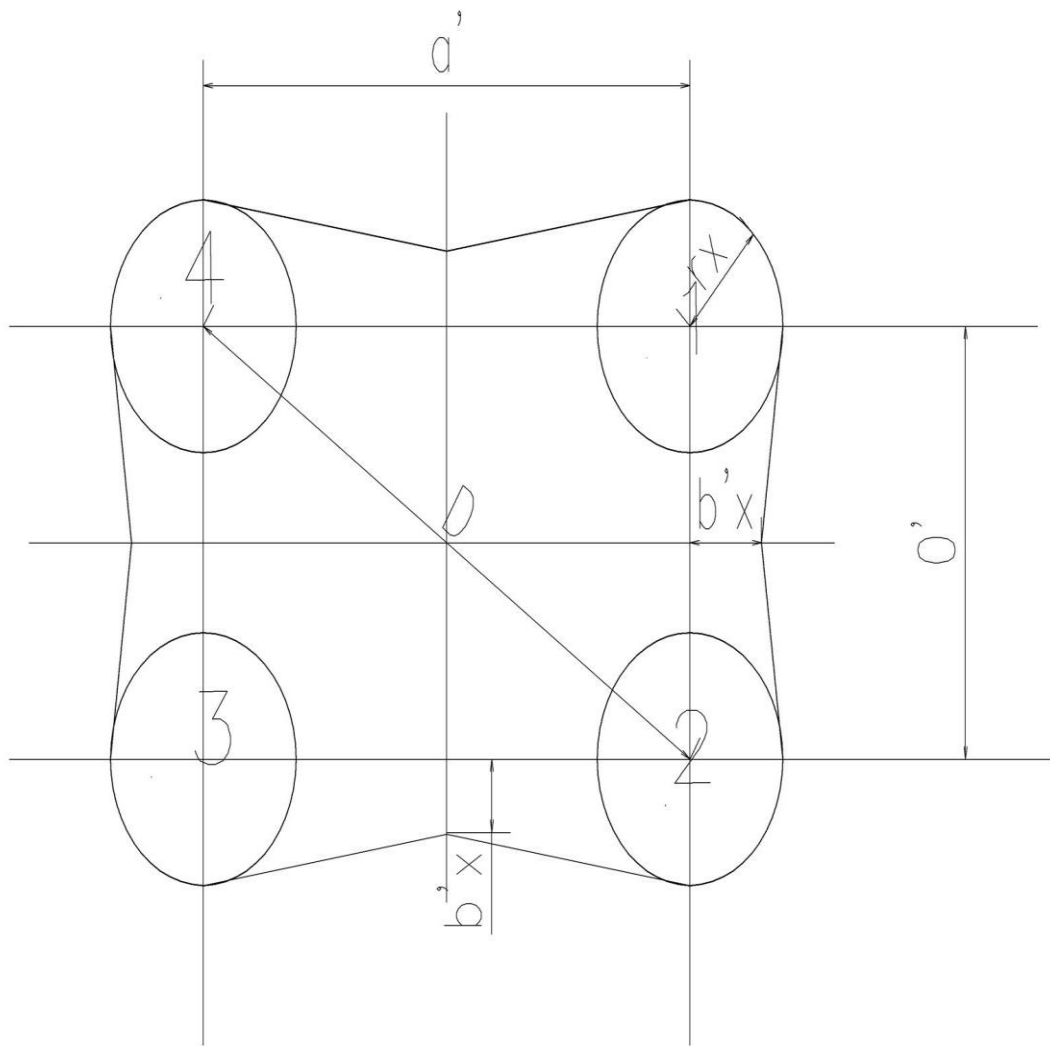


**Hình 4-4: Phạm vi bảo vệ của 2 cột thu lôi.**

Trường hợp trạm đặt nhiều cột thu lôi ( hình 4-5) thì các phần ngoài của khu vực bảo vệ cũng được xác định theo công thức nêu trên. Cần phải kiểm tra điều kiện bảo vệ an toàn cho toàn diện tích cần được bảo vệ. Vật có độ cao  $h_x$  nằm trong trạm sẽ được bảo vệ nếu thỏa mãn điều kiện sau:

$$D \leq 8 (h - h_x) \text{ với } h \leq 30\text{m.}$$

$$D \leq 8 (h - h_x). P \text{ với } h > 30\text{m.}$$



**Hình 4-5: Phạm vi bảo vệ của bốn cột thu lôi.**

Trong bài ta có : phân xưởng máy + khu hạ liệu có các số liệu về kích thước như sau :

Dài : 119.5 (m)

Rộng : 80 (m)

Cao : 6 (m)

Với những số liệu câu đề bài đưa ra ta thấy không thể áp dụng phương pháp một cột thu lôi bởi vì nếu chọn một cột thu lôi thì chiều cao hiệu dụng của cột thu lôi Theo tính toán sơ bộ rõ ràng phương pháp này không thỏa vì chiều cao vật thu lôi quá quy định .

Do đó ta chọn phương án dung 4 cột thu lôi đặt thành hình chữ nhật có chiều dài là 52m và chiều rộng là 28m

Từ đó suy ra: khoảng cách từ một cột bất kỳ tới cạnh dài gần cột nhất là 7m

khoảng cách từ một cột bất kỳ tới cạnh rộng gần cột nhất là 12m

Ta có bán kính tối thiểu cần được bảo vệ là  $R_x$  :

$$R_x = \sqrt{7^2 + 12^2} = 13.8 \text{ (m)}$$

Với  $R_x = 13.8$  m ta có tỷ lệ :

$$\frac{hx}{R_x} = \frac{6}{13.8} = 0.43$$

Từ đó ta tính được chiều cao cột thu lôi theo công thức :

$$h = \frac{R_x + 1.875 \cdot hx}{1.5} = 17.95 \text{ (m)}$$

Vậy độ cao hiệu dụng của cột thu lôi là :

$$h_a = h - h_x = 17.95 - 6 = 11.95 \text{ (m)}$$

Suy ra bán kính bảo vệ được của cột thu lôi có chiều cao  $h_a = 11.95$  (m) là

$$r_x = 1.6 \cdot h_a \cdot p \cdot \frac{1}{1 + \frac{hx}{h}} = 1.6 \cdot 11.95 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1 + \frac{6}{17.95}} = 14.3 \text{ (m)}$$

$$\text{vậy } r_x = 14.3 \text{ (m)} > R_x = 13.8 \text{ (m)}$$

**Tính toán ảnh hưởng của 2 cột thu lôi nằm ngang :**

Hai cột thu lôi có tác dụng tương hỗ khi thỏa điều kiện :

$$a / h_a \leq 7$$

Trong trường hợp này ta có  $52 / 11.95 = 4.35 < 7$  (thỏa điều kiện tương hỗ )

bề ngang hẹp nhất bảo vệ được của hai cột thu lôi nằm ngang :

$$2b_x = 4 \cdot r_x \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a} = 4 \cdot 14.3 \cdot \frac{7 \cdot 11.95 - 52}{14 \cdot 11.95 - 52} = 15.7 \text{ (m)}$$

Với  $a = 52(\text{m})$

$$h_a = 11.95 (\text{ m})$$

Suy ra  $b_x = 15.7 / 2 = 7.85 (\text{ m}) > 7 (\text{ m})$  (khoảng cách từ một cột thu lôi đến cạnh dài gần nhất )

Độ cao thấp nhất của cung tròn :

$$h_o = h - (a/7) = 17.95 - ( 52 / 7 ) = 10.5 (\text{ m}) > h_x = 6 (\text{ m})$$

**Tính toán ảnh hưởng của 2 cột thu lôi nằm dọc :**

Hai cột thu lôi có tác dụng tương hỗ khi thỏa điều kiện :

$$a / h_a \leq 7$$

Trong trường hợp này ta có  $28 / 11.95 = 2.34 < 7$  (thỏa điều kiện tương hỗ )

Bề ngang hẹp nhất bảo vệ được của hai cột thu lôi nằm dọc :

$$2b_x = 4 \cdot r_x \cdot \frac{7ha - a}{14ha - a} = 4 \cdot 14,3 \cdot \frac{7 \cdot 11,95 - 28}{14 \cdot 11,95 - 28} = 25,7 (\text{ m})$$

Với  $a = 28(\text{m})$

$$h_a = 11,95 (\text{ m})$$

Suy ra  $b_x = 25,7 / 2 = 12,9(\text{m}) > 12 (\text{ m})$  (khoảng cách từ một cột thu lôi đến cạnh rộng gần nhất )

Độ cao thấp nhất của cung tròn :

$$h_o = h - (a/7) = 17,95 - ( 28 / 7 ) = 13,95 (\text{ m}) > h_x = 6 (\text{ m})$$

Ngoài ra ta còn kiểm tra điều kiện tương hỗ trong trường hợp nhiều cột thu lôi cụ thể là trường hợp 4 cột thu lôi đặt thành hình chữ nhật như trong bài :

ta có điều kiện như sau :

$$D \leq 8 \cdot (h - h_x)$$

Với  $D$  là khoảng cách của hai cột thu lôi chéo nhau :

$$\text{Trong trường hợp này } D = \sqrt{52^2 + 28^2} = 59 (\text{ m})$$

$$\text{Ta có } 8 \cdot (h - h_x) = 8 \cdot ( 17,95 - 6 ) = 95,6 (\text{ m})$$

Vậy  $D = 59(\text{m}) < 95,6 (\text{ m})$  ( thỏa mãn điều kiện )

Độ cao thấp nhất của cung tròn :

$$h_o = h - (a/7) = 17,95 - ( 59 / 7 ) = 9,5(\text{ m}) > h_x = 6 (\text{ m})$$

Vậy tóm lại ta chọn phương pháp 4 cột thu lôi đặt theo hình chữ nhật

**Chống sét cho đường dây dẫn vào trạm biến áp phân xưởng :**

Do khoảng cách từ nguồn vào trạm không xa lắm nên ta không cần sử dụng DCS (dây chống sét) để bảo vệ cho đường dây. Các đường dây trên không dù có được bảo vệ chống sét hay không thì các thiết bị điện có nối với chúng đều chịu tác dụng của sóng sét truyền từ đường dây đến. Biên độ của quá điện áp khi quyển có thể lớn hơn điện áp cách điện của thiết bị dẫn đến chọc thủng cách điện, phá hoại thiết bị và mạch điện bị cắt ra. do vậy để bảo vệ các thiết bị điện trong trạm biến áp tránh song quá điện áp truyền từ đường dây vào thiết bị ta phải dùng thiết bị chống sét. các thiết bị chống sét sẽ hạ thấp biên độ sóng quá điện áp đến trị số an toàn cho cách điện cần được bảo vệ.

Trong bài ta sử dụng 2 CSO (chống sét ống) đặt ở trướat máy cắt điện của mỗi nhánh máy biến áp và 2 CSV (chống sét van) đặt ở thanh góp của mỗi máy biến áp để bảo vệ khi cường độ điện áp lan truyền do sét đánh vào đường dây cao hơn điện áp đóng lại của CSO.

### **Bảo vệ chống sét đường dây tải điện**

Trong vận hành, sự cố cắt điện do sét đánh vào các đường dây tải điện trên không chiếm tỉ lệ lớn trong toàn bộ sự cố hệ thống điện. Do đó, bảo vệ chống sét cho đường dây có tầm quan trọng trong việc bảo đảm vận hành an toàn và liên tục cung cấp điện.

Để bảo vệ chống sét cho đường dây, ta treo dây chống sét trên toàn bộ tuyến đường dây. Song biện pháp này khá tốn kém. Do vậy, nó chỉ được dùng cho đường dây 110 – 220 kV cột sắt và cột bê tông cốt sắt.

Đối với đường dây đến 35 kV cột sắt và cột bê tông cốt sắt ít được bảo vệ chống sét trên toàn tuyến.

Tuy nhiên, các cột các đường dây của tất cả các cấp điện áp đều phải nối đất chống sét. Để tăng cường chống sét cho các đường dây, có thể đặt chống sét ống hoặc tăng thêm bát sứ ở những nơi cách điện yếu hay cột quá cao, ở những chỗ giao chéo với đường dây nơi đi vào trạm biến áp.

Dây chống sét. Tùy theo các bố trí dây dẫn trên cột có thể treo một hay hai dây chống sét. Các dây chống sét được treo bên trên đường dây tải điện sao cho dây dẫn của cả ba pha đều nằm trong phạm vi bảo vệ của dây chống sét.

## **KẾT LUẬN**

Sau một thời gian tìm hiểu và nghiên cứu, đề tài: “ **Nghiên cứu thiết kế cung cấp điện cho các phân xưởng mở rộng của Công ty Đóng tàu Phà Rừng**” do GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn hướng dẫn và được hoàn thành. Qua bản đồ án này đã giúp em nắm vững về những kiến thức cơ bản đã được học để giải quyết những vấn đề trong công tác thiết kế vận hành hệ thống cung cấp điện.

Trong đề tài này em đã tính toán, tìm hiểu và nghiên cứu các vấn đề:

- Xác định phụ tải tính toán cho toàn Công ty.
- Đề xuất các phương án cung cấp điện cho Công ty.
- Tính ngắn mạch và chọn các thiết bị điện cho hệ thống.
- Tính bù công suất phản kháng cho công ty.
- Thiết kế mạng điện hạ áp cho phân xưởng máy và khu hạ liệu.

Tuy nhiên, đề tài cũng có thể nghiên cứu thêm vấn đề sau:

- Thiết kế chiếu sáng cho Công ty.

Phần chưa thực hiện trong đề tài này sẽ là những gợi ý cho những nghiên cứu tiếp theo và cho những ai quan tâm tới lĩnh vực thiết kế cấp điện cho các nhà máy và khu công nghiệp.

Tuy nhiên do còn hạn chế về kiến thức, kinh nghiệm thực tế, nên đồ án không thể tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu từ thầy cô và các bạn để đồ án của em được hoàn thiện hơn.

**Em xin chân thành cảm ơn!**

**Sinh viên thực hiện**

**Phạm Thị Thu Trang**

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Công Hiền – Nguyễn Mạch Hoạch (2001), Hệ **thống cung cấp xí nghiệp công nghiệp, đô thị và nhà cao tầng**, NXB Khoa học – kỹ thuật, Hà Nội.
2. Nguyễn Hồng Quang – Vũ Văn Tâm (2005), **Thiết kế cấp điện**, Nhà xuất bản khoa học – kỹ thuật.
3. Nguyễn Hồng Quang (2002), **Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 (kv)**, Nhà xuất bản Khoa học – kỹ thuật.
4. Nguyễn Xuân Phú – Nguyễn Công Hiền – Nguyễn Bội Khuê (1998), **Cung cấp điện**, Nhà xuất bản Khoa học – Kỹ thuật.