



## **Luận văn**

*Thiết kế hệ thống cung cấp điện  
cho nhà máy chế tạo máy bay*

# Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho nhà máy chế tạo máy bay

## CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NHÀ MÁY

### I. Vị trí địa lí và vai trò kinh tế:

Nhà máy chế tạo máy bay được xây dựng trên địa bàn huyện Sóc Sơn, với quy mô lớn gồm 10 phân xưởng. Do đặc điểm của nhà máy là có nhiều tiếng ồn, nên nhà máy được xây dựng ở nơi xa dân cư. Nhà máy được xây dựng gần sân bay Nội Bài tiện cho việc sửa chữa, vận hành.

Nhà máy chế tạo máy bay đòi hỏi công nghệ, độ chính xác cao, vốn đầu tư lớn, chỉ một khâu bị gián đoạn cũng gây ra những tổn thất lớn về kinh tế vì vậy ta xếp nhà máy vào hộ tiêu thụ loại I, cần được cung cấp điện liên tục và an toàn.

### II. Đặc điểm và phân bố phụ tải :

Nhà máy làm việc theo chế độ 3 ca, thời gian sử dụng công suất cực đại  $T_{\max} = 5500\text{h}$ , các thiết bị làm việc với công suất gần định mức, các phân xưởng đều là hộ loại I trừ phân xưởng Sửa chữa cơ khí được xếp vào hộ loại III.

Theo dự kiến của ngành điện thì :

+ Nhà máy được cấp điện từ trạm biến áp khu vực cách nhà máy 10km

+ Cấp điện bằng đường dây cáp ngầm lộ kép : XLPE

+ Dung lượng ngắn mạch về phía hạ áp của trạm khu vực là: 250 MVA

Danh sách và công suất của nhà máy như sau :

STT	Tên phân xưởng	Công suất đặt	Diện tích
1	Phân xưởng kết cấu kim loại	2500	5537
2	Phân xưởng lắp ráp cơ khí	2200	12305
3	Phân xưởng đúc	1800	10547
4	Phân xưởng nén khí	800	4746

5	Phân xưởng rèn	1600	10547
6	Trạm bơm	450	2109
7	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	Theo tính toán	2109
8	Phân xưởng gia công gỗ	400	3516
9	Ban quản lý nhà máy	120	2461
10	Chiều sáng phân xưởng	Theo tính toán	

## CHƯƠNG II: XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

### I. Đặt vấn đề:

Phụ tải tính toán là phụ tải giả thiết lâu dài không đổi, tương đương với phụ tải thực tế (biến đổi) về mặt hiệu quả phát nhiệt hoặc mức độ huỷ hoại cách điện. Nói cách khác, phụ tải tính toán cũng đốt nóng thiết bị tới nhiệt độ tương tự như phụ tải thực tế gây ra, vì vậy chọn thiết bị theo phụ tải tính toán sẽ đảm bảo cho thiết bị an toàn về mặt phát nóng.

Phụ tải tính toán được sử dụng để:

+Lựa chọn và kiểm tra các thiết bị trong hệ thống cung cấp điện như: MBA, dây dẫn, các thiết bị đóng cắt, bảo vệ...

+Tính toán tổn thất công suất, tổn thất điện năng, tổn thất điện áp

+Lựa chọn dung lượng bù công suất phản kháng.

Phụ tải tính toán phụ thuộc vào các yếu tố như:

+Công suất, số lượng, chế độ làm việc của các thiết bị điện

+Trình độ và phương thức vận hành của hệ thống.

Nếu phụ tải tính toán xác định được nhỏ hơn thực tế thì sẽ làm giảm tuổi thọ của thiết bị, có thể dẫn đến cháy nổ. Ngược lại, sẽ làm dư thừa công suất, làm ứ đọng vốn đầu tư, gia tăng tổn thất.

Ta có phương pháp để xác định phụ tải tính toán như sau:

1. Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu  $k_{nc}$ :

$$P_{tt} = k_{nc} * P_d$$

Trong đó:

$K_{nc}$  : Hệ số nhu cầu tra trong sổ tay kỹ thuật

$P_d$  : Công suất đặt của thiết bị hoặc nhóm thiết bị. Trong tính toán có thể coi gần đúng:  $P_d = P_{dm}$  (kW)

2. Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải và công suất trung bình :

$$P_{tt} = k_{hd} * P_{tb}$$

Trong đó:

$k_{hd}$  : Hệ số hình dáng của đồ thị tra trong sổ tay kỹ thuật

$P_{tb}$  : Công suất trung bình của thiết bị hoặc nhóm thiết bị (kW)

$$P_{tb} = \frac{\int_0^1 P(t)dt}{t} = \frac{A}{t}$$

3. Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và độ lệch của đồ thị phụ tải khỏi giá trị trung bình :

$$P_{tt} = P_{tb} + \beta\sigma$$

Trong đó:

$P_{tb}$  : công suất trung bình của thiết bị hoặc nhóm các thiết bị (kW)

$\sigma$  : Độ lệch của đồ thị phụ tải khỏi giá trị trung bình

$\beta$  : Hệ số tán xạ của  $\sigma$

4. Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại:

$$P_{tt} = k_{max} * P_{tb} = k_{max} * k_{sd} * P_{dm}$$

Trong đó:

$P_{dm}$  : Công suất định mức của thiết bị hoặc nhóm thiết bị (KW)

$P_{tb}$  : Công suất trung bình của thiết bị hoặc nhóm thiết bị (KW)

$k_{max}$  : Hệ số cực đại tra trong sổ tay kỹ thuật theo quan hệ :

$$k_{max} = f(n_{hq}, k_{sd})$$

$k_{sd}$  : Hệ số sử dụng tra trong sổ tay kỹ thuật

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

5. Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm :

$$P_{tt} = \frac{a_o * M}{T_{max}}$$

Trong đó :

$a_o$  : Suất chi phí điện năng cho một đơn vị sản phẩm (kWh/đvsp)

$M$  : Số sản phẩm sản xuất được trong một năm

$T_{max}$  : Thời gian sử dụng công suất lớn nhất(h)

6. Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo suất trang bị điện trên đơn vị diện tích:

$$P_{tt} = p_o * F$$

Trong đó:

$p_o$  : Suất trang bị điện trên một đơn vị diện tích.(W/m<sup>2</sup>)

F : Diện tích bố trí thiết bị (m<sup>2</sup>)

7. Phương pháp tính trực tiếp:

Trong các phương pháp trên ,phương pháp 1,5,6 dựa trên kinh nghiệm thiết kế và vận hành để xác định phụ tải tính toán nên chỉ cho các kết quả gần đúng. Các phương pháp khác cho kết quả chính xác hơn nhưng phức tạp hơn.

Trong đồ án này :

+Phân xưởng sửa chữa cơ khí ta xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại .

+Các phân xưởng khác xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt.

+Phụ tải chiếu sáng của phân xưởng được xác định theo phương pháp suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích sản xuất.

## II. Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng sửa chữa cơ khí:

Phân xưởng sửa chữa cơ khí là phân xưởng số 7 trên sơ đồ . Phần lớn thiết bị làm việc dài hạn ,chỉ có :Dầm treo có palang điện và cần trục cánh có palang điện là làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

### 1. Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại

$$P_{tt} = k_{max} * k_{sd} * \sum_{i=1}^n P_{dm}$$

Trong đó :

$P_{dm}$  : Công suất định mức của thiết bị thứ i trong nhóm.

n : Số thiết bị trong nhóm .

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

Số thiết bị dùng hiệu quả là số thiết bị có cùng công suất , cùng chế độ làm việc gây ra một hiệu quả phát nhiệt hoặc mức độ huỷ hoại cách điện đúng bằng các phụ tải thực tế(có cùng công suất và chế độ làm việc có thể khác nhau) gây ra trong quá trình làm việc,  $n_{hq}$  được xác định bằng biểu thức sau:

$$n_{hq} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{dm})^2}{\sum_{i=1}^n (P_{dm})^2}$$

Trong đó :

$P_{dmi}$  : Công suất định mức của thiết bị thứ  $i$  trong nhóm  
 $n$  : Số thiết bị trong nhóm

Khi  $n$  lớn thì việc xác định  $n_{hq}$  khá phức tạp nên ta tính gần đúng với sai số  $\leq \pm 10\%$

a. Trường hợp  $m = \frac{P_{dm \max}}{P_{dm \min}} \leq 3$  và  $k_{sd} \geq 4$  thì  $n_{hq} = n$

Nếu trong nhóm có  $n_1$  thiết bị mà công suất của chúng  $\leq 5\%$  tổng công suất cả nhóm thì:  $n_{hq} = n - n_1$ .

Trong đó :

$P_{dm \max}$  : Công suất định mức của thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm.

$P_{dm \min}$  : Công suất định mức của thiết bị có công suất nhỏ nhất trong nhóm

b. Trường hợp  $m = \frac{P_{dm \max}}{P_{dm \min}} > 3$  và  $k_{sd} \geq 0.2$ ,  $n_{hq}$  sẽ được xác định theo

biểu thức :

$$n_{hq} = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{dmi}}{P_{dm \max}} \leq n$$

c. Khi không áp dụng được các trường hợp trên, việc xác định  $n_{hq}$  phải tiến hành theo trình tự :

+Tính :  $n_* = \frac{n_1}{n}$  ;  $P_* = \frac{P_1}{P}$

Trong đó :

$n$  : Số thiết bị trong nhóm

$n_1$  : Số thiết bị có công suất không nhỏ hơn 1/2 công suất của thiết bị có công suất lớn nhất

$P, P_1$  : Tổng công suất của  $n$  và  $n_1$  thiết bị .

+Tra trong sổ tay kỹ thuật :  $n_{hq}^* = f(n_*, P_*)$

+Tính :  $n_{hq} = n_{hq}^* \cdot n$

\*Trường hợp  $n > 3$ ,  $n_{hq} < 4$  phụ tải tính toán được xác định theo công thức :

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n k_{pti} * P_{dmi} .$$

Trong đó :

$k_{pt}$  : Hệ số phụ tải của từng máy

Có thể lấy gần đúng:

$k_{pt} = 0,9$  đối với thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn

$k_{pt} = 0,75$  đối với thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại

\*Nếu trong nhóm có thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì phải quy đổi về chế độ làm việc dài hạn theo công thức :

$$P_{qd} = \sqrt{TD\%} P_{dm}$$

TD% : Phần trăm tự dùng

\*Ta tính  $I_{dm}$  : Dòng điện định mức cho từng máy theo công thức sau :

$$I_{dm} = \frac{P}{U \cos \varphi \sqrt{3}}$$

$$U = U_{dm} = 0.38 \text{ kV}$$

## 2. Phân nhóm phụ tải :

Việc phân nhóm thiết bị điện tuân theo các nguyên tắc sau:

+Các thiết bị trong cùng nhóm nên ở gần nhau để giảm chiều dài đường dây hạ áp , nhờ vậy tiết kiệm được vốn đầu tư và tổn thất trên các đường dây hạ áp trong phân xưởng .

+Chế độ làm việc của các thiết bị trong cùng 1 nhóm nên giống nhau để xác định phụ tải tính toán được chính xác , và thuận lợi cho việc lựa chọn phương thức cung cấp điện cho nhóm.

+Tổng công suất của nhóm nên xấp xỉ nhau để giảm chủng loại tủ động lực cần dùng trong phân xưởng và toàn nhà máy . Thiết bị trong cùng một nhóm không nên quá nhiều bởi số đầu ra các tủ động lực thường  $\leq (8 \div 12)$  đầu .

Ta chia phân xưởng sửa chữa cơ khí thành 5 nhóm như sau:

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu trên mặt bằng	$P_{dm}$ 1 máy	$P_{dm}$ toàn bộ
<b>NHÓM 1</b>					
1	Máy cưa kiểu đại	1	1	1.0	1.0
2	Khoan bàn	1	3	0.65	0.65
3	Máy mài thô	1	5	2.8	2.8
4	Máy khoan đứng	1	6	2.8	2.8
5	Máy bào ngang	1	7	4.5	4.5
6	Máy xọc	1	8	2.8	2.8
7	Máy mài thô	1	30	2.8	2.8
	<b>TỔNG NHÓM 1</b>	7			17.35

<b>NHÓM 2</b>					
1	Máy mài tròn vạn năng	1	9	2.8	2.8
2	Máy phay năng	1	10	4.5	4.5
3	Máy phay vạn năng	1	11	7.0	7.0
4	Máy tiên ren	1	12	8.1	8.1
5	Máy tiên ren	1	13	10.0	10.0
6	Máy tiên ren	1	14	14.0	14.0
7	Máy tiên ren	1	15	4.5	4.5
8	Máy tiên ren	1	16	10.0	10.0
9	Máy tiên ren	1	17	20.0	20.0
	<b>TỔNG NHÓM 2</b>	9			80.9
<b>NHÓM 3</b>					
1	Máy khoan đứng	1	18	0.85	0.85
2	Cầu trục	1	19	24.2	24.2
3	Máy khoan bàn	1	22	0.85	0.85
4	Bể dầu có tầng nhiệt	1	26	2.5	2.5
5	Máy cạo	1	27	1.0	1.0
6	Máy nén cắt liên hợp	1	31	1.7	1.7
7	Máy mài phá	1	33	2.8	2.8
8	Quạt lò rèn	1	34	1.5	1.5
9	Máy khoan đứng	1	38	0.85	0.85
	<b>TỔNG NHÓM 3</b>	9			36.25
<b>NHÓM 4</b>					
1	Bể ngâm dung dịch kiềm	1	41	3.0	3.0
2	Bể ngâm nước nóng	1	42	3.0	3.0
3	Máy cuốn dây	2	46	1.2	2.4
4	Máy cuốn dây	1	47	1.0	1.0
5	Bể ngâm tấm có tầng nhiệt	1	48	3.0	3.0
6	Tủ xây	1	49	3.0	3.0
7	Máy khoan bàn	1	50	0.65	0.65
8	Máy mài thô	1	52	2.8	2.8
9	Bàn thử nghiệm thiết bị điện	1	53	7.0	7.0
	<b>TỔNG NHÓM 4</b>	9			25.85
<b>NHÓM 5</b>					
1	Bể khử dầu mỡ	1	55	3.0	3.0
2	Lò điện luyện khuôn	1	56	5.0	5.0
3	Lò điện nấu chảy babbit	1	57	10.0	10.0
4	Lò điện mạ thiếc	1	58	3.5	3.5
5	Quạt lò đúc đồng	1	60	1.5	1.5
6	Máy khoan bàn	1	62	0.65	0.65
7	Máy uốn các tấm mỏng	1	64	1.7	1.7
8	Máy mài phá	1	65	2.8	2.8



9	Máy hàn điện	1	66	25.0	25.0
10	Chỉnh lưu sêlêniun	1	69	0.6	0.6
	<i>TỔNG NHÓM 5</i>	10			53.75

3.Xác định phụ tải tính toán của từng nhóm :

**NHÓM 1**

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu trên mặt bằng	P <sub>dm</sub> 1 máy	P <sub>dm</sub> toàn bộ
1	Máy cưa kiểu đại	1	1	1.0	1.0
2	Khoan bàn	1	3	0.65	0.65
3	Máy mài thô	1	5	2.8	2.8
4	Máy khoan đứng	1	6	2.8	2.8
5	Máy bào ngang	1	7	4.5	4.5
6	Máy xọc	1	8	2.8	2.8
7	Máy mài thô	1	30	2.8	2.8
	<i>TỔNG NHÓM 1</i>	7			17.35

Tra bảng PL1.1 tìm được  $k_{sd}=0.15$  ;  $\cos\varphi=0.6$

$$n=7 ; n_1=5$$

$$P=17.35 ; P_1=15.7$$

$$n^*=n_1/n=5/7=0.71$$

$$P^*=P_1/P=15.7/17.35=0.9$$

Tra bảng PL 1.4 tìm được :  $n^*_{hq}=0.8$

Số thiết bị sử dụng hiệu quả :  $n_{hq}=n^*_{hq}.n=0.8*7=5.6$

Tra bảng PL1.5 với  $k_{sd}=0.15$  ;  $n_{hd}=5$  tìm được  $k_{max}=2.87$

Phụ tải nhóm 1:

$$P_{tt}=k_{sd}.k_{max}.\sum P_{dmi}=0.15*2.87*17.35=7.47$$

$$Q_{tt}=P_{tt}.\operatorname{tg}\varphi=7.47*1.33=9.94$$

$$S_{tt}=P_{tt}/\cos\varphi=7.47/0.6=12.45$$

$$I_{tt}=S_{tt}/U\sqrt{3}=18.92$$

## NHÓM 2

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu trên mặt bằng	P <sub>dm</sub> 1 máy	P <sub>dm</sub> toàn bộ
1	Máy mài tròn vạn năng	1	9	2.8	2.8
2	Máy phay năng	1	10	4.5	4.5
3	Máy phay vạn năng	1	11	7.0	7.0
4	Máy tiên ren	1	12	8.1	8.1
5	Máy tiên ren	1	13	10.0	10.0
6	Máy tiên ren	1	14	14.0	14.0
7	Máy tiên ren	1	15	4.5	4.5
8	Máy tiên ren	1	16	10.0	10.0
9	Máy tiên ren	1	17	20.0	20.0
	<i>TỔNG NHÓM 2</i>	9			80.9

Tra bảng PL1.1 tìm được  $k_{sd}=0.15$  ;  $\cos\varphi=0.6$

$$n=9 ; n_1=4$$

$$P=80.9 ; P_1=54$$

$$n^*=n_1/n=4/9=0.44$$

$$P^*=P_1/P=54/80.9=0.67$$

Tra bảng PL 1.4 tìm được :  $n^*_{hq}=0.87$

Số thiết bị sử dụng hiệu quả :  $n_{hq}=n^*_{hq} \cdot n=0.87 \cdot 9=7.83$

Tra bảng PL1.5 với  $k_{sd}=0.15$  ;  $n_{hd}=7$  tìm được  $k_{max}=2.48$

Phụ tải nhóm 2:

$$P_{tt} = k_{sd} \cdot k_{max} \cdot \sum P_{dmi} = 0.15 \cdot 2.48 \cdot 80.9 = 30.09$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi = 30.09 \cdot 1.33 = 40.01$$

$$S_{tt} = P_{tt} / \cos\varphi = 30.09 / 0.6 = 50.15$$

$$I_{tt} = S_{tt} / U\sqrt{3} = 76.20$$

### NHÓM 3

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu trên mặt bằng	$P_{dm}$ 1 máy	$P_{dm}$ toàn bộ
1	Máy khoan đứng	1	18	0.85	0.85
2	Cầu trục	1	19	41.92	41.92
3	Máy khoan bàn	1	22	0.85	0.85
4	Bể dầu có tầng nhiệt	1	26	2.5	2.5
5	Máy cạo	1	27	1.0	1.0
6	Máy nén cắt liên hợp	1	31	1.7	1.7
7	Máy mài phá	1	33	2.8	2.8
8	Quạt lò rèn	1	34	1.5	1.5
9	Máy khoan đứng	1	38	0.85	0.85
	<i>TỔNG NHÓM 3</i>	9			53.97

Thiết bị cầu trục làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại chuyển về chế độ dài hạn  
:  $P_{qd}=24.2*1.7=41.92$

Tra bảng PL1.1 tìm được  $k_{sd}=0.15$  ;  $\cos\varphi=0.6$

$$n=9 ; n_1=1$$

$$P=53.97 ; P_1=41.92$$

$$n^*=n_1/n=1/9=0.11$$

$$P^*=P_1/P=41.92/53.97=0.78$$

Tra bảng PL 1.4 tìm được :  $n_{hq}=0.17$

Số thiết bị sử dụng hiệu quả :  $n_{hq}=n^*_{hq}.n=0.17*9=1.53$

Với  $n>3$  ;  $n_{hd}<4$  nên phụ tải nhóm 3 được tính theo công thức :

$$P_{tt}=\sum P_{dmi} * k_{ti}=0.9*53.97=48.57$$

$$Q_{tt}=P_{tt}.\text{tg}\varphi=48.57*1.33=64.60$$

$$S_{tt}=P_{tt}/\cos\varphi=48.57/0.6=80.95$$

$$I_{tt}=S_{tt}/U\sqrt{3}=122.99$$

## NHÓM 4

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu trên mặt bằng	P <sub>dm</sub> 1 máy	P <sub>dm</sub> toàn bộ
1	Bể ngâm dung dịch kiềm	1	41	3.0	3.0
2	Bể ngâm nước nóng	1	42	3.0	3.0
3	Máy cuốn dây	2	46	1.2	2.4
4	Máy cuốn dây	1	47	1.0	1.0
5	Bể ngâm tấm có tăng nhiệt	1	48	3.0	3.0
6	Tủ xây	1	49	3.0	3.0
7	Máy khoan bàn	1	50	0.65	0.65
8	Máy mài thô	1	52	2.8	2.8
9	Bàn thử nghiệm thiết bị điện	1	53	7.0	7.0
	<i>TỔNG NHÓM 4</i>	9			25.85

Tra bảng PL1.1 tìm được  $k_{sd}=0.15$  ;  $\cos\varphi=0.6$

$$n=9 ; n_1=1$$

$$P=25.85 ; P_1=7$$

$$n^*=n_1/n=1/9=0.11$$

$$P^*=P_1/P=7/25.85=0.27$$

Tra bảng PL 1.4 tìm được :  $n^*_{hq}=0.76$

Số thiết bị sử dụng hiệu quả :  $n_{hq}=n^*_{hq} \cdot n=0.76 \cdot 9=6.84$

Tra bảng PL1.5 với  $k_{sd}=0.15$  ;  $n_{hd}=6$  tìm được  $k_{max}=2.64$

Phụ tải nhóm 4:

$$P_{tt} = k_{sd} \cdot k_{max} \cdot \sum P_{dmi} = 10.24$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi = 13.62$$

$$S_{tt} = P_{tt} / \cos\varphi = 17.07$$

$$I_{tt} = S_{tt} / U\sqrt{3} = 25.94$$

## NHÓM 5

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu trên mặt bằng	P <sub>dm</sub> 1 máy	P <sub>dm</sub> toàn bộ
1	Bể khử dầu mỡ	1	55	3.0	3.0
2	Lò điện luyện khuôn	1	56	5.0	5.0
3	Lò điện nấu chảy babbit	1	57	10.0	10.0
4	Lò điện mạ thiếc	1	58	3.5	3.5
5	Quạt lò đúc đồng	1	60	1.5	1.5
6	Máy khoan bàn	1	62	0.65	0.65
7	Máy uốn các tấm mỏng	1	64	1.7	1.7
8	Máy mài phá	1	65	2.8	2.8
9	Máy hàn điện	1	66	25.0	25.0
10	Chỉnh lưu sêlêniun	1	69	0.6	0.6
	<b>TỔNG NHÓM 5</b>	10			53.75

Tra bảng PL1.1 tìm được  $k_{sd}=0.7$  ;  $\cos\varphi=0.9$

Với  $P_{max}/P_{min}=41.6>3$  ;  $n>0.2$  nên

Số thiết bị sử dụng hiệu quả :  $n_{hq}=2*\sum P_{dmi}/P_{dmmax}=10.75$

Tra bảng PL1.5 với  $k_{sd}=0.7$  ;  $n_{hd}=10$  tìm được  $k_{max}=1.16$

Phụ tải nhóm 5:

$$P_{tt} = k_{sd} \cdot k_{max} \cdot \sum P_{dmi} = 43.65$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi = 20.95$$

$$S_{tt} = P_{tt} / \cos\varphi = 48.5$$

$$I_{tt} = S_{tt} / U\sqrt{3} = 73.69$$

### III. Xác định phụ tải tính toán của các phân xưởng :

Ta xác định phụ tải tính toán của các phân xưởng theo các bước sau :

#### B1. Tính công suất chiếu sáng của phân xưởng

$$P_{cs} = p_o \cdot F$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi_{cs}$$

Nếu hệ thống sử dụng chiếu sáng bằng đèn sợi đốt thì  $\cos\varphi_{cs} = 1 \rightarrow \text{tg}\varphi_{cs} = 0$   
 $\rightarrow Q_{cs} = 0$

#### B2. Tính công suất động lực của phân xưởng :

+ Đối với phân xưởng sửa chữa cơ khí :

$$P_{dl} = k_{dt} \cdot \sum P_{dm}$$

$$Q_{dl} = k_{dt} \cdot \sum Q_{dm}$$

Trong đó:

$k_{dt} = 0,8$  : Hệ số đồng thời  
 + Đối với các phân xưởng khác :

$$P_{dl} = k_{nc} * P_d$$

$$Q_{dt} = P_{dl} * \text{tg } \varphi$$

**B3. Tính phụ tải tính toán của các phân xưởng :**

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = Q_{dl}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{U_{dm} \sqrt{3}} = \frac{S_{tt}}{0.38 \sqrt{3}}$$

1. Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng sửa chữa cơ khí :

\*Công suất động lực của phân xưởng :

$$P_{dl} = k_{dt} * \sum P_{dm} = 0.8 * 140.02 = 112.02 \text{ (kW)}$$

$$Q_{dl} = k_{dt} * \sum Q_{dti} = 0.8 * 149.12 = 119.3 \text{ (kVAr)}$$

\*Công suất chiếu sáng của phân xưởng :

Chọn  $p_0 = 14$  :

$$P_{cs} = 14.2109 = 29.53 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = 0$$

\*Phụ tải tính toán của phân xưởng :

$$P_{tt} = 141.55 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = 119.3 \text{ (kVAr)}$$

$$S_{tt} = 185.12 \text{ (kVA)}$$

STT	Tên phân xưởng	$P_d$	F	$K_{nc}$	$\cos \varphi$	$p_0$	$P_{dl}$	$Q_{dl}$	$P_{cs}$	$Q_{cs}$
1	Phân xưởng kết cấu kim loại	2500	5537	0.2	0.6	15	500	665	83.05	0
2	Phân xưởng lắp ráp cơ khí	2200	12305	0.3	0.55	14	660	1002.2	172.27	0
3	Phân xưởng đúc	1800	10547	0.6	0.7	12	1080	1101.82	126.56	0
4	Phân xưởng nén khí	800	4746	0.6	0.8	10	480	360	47.46	0
5	Phân xưởng rèn	1600	10547	0.5	0.6	15	800	1064	158.21	0
6	Trạm bơm	450	2109	0.19	0.35	10	85.5	228.83	21.09	0
7	Phân xưởng gia công gỗ	400	3516	0.19	0.68	14	76	81.95	49.22	0
8	Ban quản lý nhà máy	120	2461	0.7	0.8	20	84	63	49.22	30.5

STT	Tên phân xưởng	$P_{tt}$	$Q_{tt}$	$S_{tt}$	$I_{tt}$
1	Phân xưởng kết cấu kim loại	583.05	665	884.41	1343.72
2	Phân xưởng lắp ráp cơ khí	832.27	1002.2	1302.72	1979.28
3	Phân xưởng đúc	1206.56	1101.82	1633.95	2482.53
4	Phân xưởng nén khí	527.46	360	638.60	970.25
5	Phân xưởng rèn	958.21	1064	1431.87	2175.5
6	Trạm bơm	106.59	228.83	252.44	383.54
7	Phân xưởng gia công gỗ	125.22	81.95	149.65	227.37
8	Ban quản lý nhà máy	133.22	93.5	162.76	247.29
		4472.58	4597.3	6456.4	

## VI. Xác định phụ tải tính toán của nhà máy:

$$P_{ttnm} = k_{dt} * \sum P_{tt} = 0,8 * (4472.58 + 141.55) = 3691.3 \text{ (kW)}$$

$$Q_{ttnm} = k_{dt} * \sum Q_{tt} = 0,8 * (4597.3 + 119.3) = 3773.28 \text{ (kVAr)}$$

Hệ số công suất của toàn nhà máy :

$$\cos \varphi_{nm} = \frac{P_{ttnm}}{S_{ttnm}} = 0.70$$

## V. Xác định tâm phụ tải điện và vẽ biểu đồ phụ tải :

### 1. Xác định tâm phụ tải điện :

Tâm phụ tải điện là điểm thoả mãn điều kiện momen phụ tải đạt giá trị cực

$$\text{tiểu } \sum_{i=1}^n P_i l_i \rightarrow \min$$

Trong đó :

$P_i, l_i$  : Công suất và khoảng cách của phụ tải thứ  $i$  đến tâm phụ tải

Để xác định toạ độ của tâm phụ tải ta sử dụng công thức sau :

$$x_o = \frac{\sum_1^n S_i x_i}{\sum_1^n S_i} ; y_o = \frac{\sum_1^n S_i y_i}{\sum_1^n S_i} ; z_o = \frac{\sum_1^n S_i z_i}{\sum_1^n S_i}$$

Trong đó :

$x_o, y_o, z_o$  : Toạ độ của tâm phụ tải điện

$x_i, y_i, z_i$  : Toạ độ của phụ tải thứ  $i$  tính theo toạ độ xyz tùy

chọn

$S_i$  : Công suất của phụ tải thứ  $i$

Trên thực tế ta ít quan tâm đến toạ độ  $z$



Tâm phụ tải điện là vị trí để đặt các trạm biến áp , trạm phân phối , tủ phân phối , tủ động lực , nhằm mục đích tiết kiệm chi phí cho dây dẫn và giảm tổn thất trên lưới điện .

Toạ độ của các phân xưởng xác định như bảng sau :

STT	Tên phân xưởng	X	Y	S <sub>tt</sub>
1	Phân xưởng kết cấu kim loại	26.5	68.5	884.41
2	Phân xưởng lắp ráp cơ khí	34	41.5	1302.72
3	Phân xưởng đúc	69.5	67	1633.95
4	Phân xưởng nén khí	92	43.5	638.60
5	Phân xưởng rèn	76.5	45	1431.87
6	Trạm bơm	93	23	252.44
7	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	41	17.5	185.12
8	Phân xưởng gia công gỗ	67	17	149.65
9	Ban quản lý nhà máy	19	18.5	162.76
				6641.52

Toạ độ tâm phụ tải là :

$$X_0=59.29$$

$$Y_0=49.83$$

## 2. Biểu đồ phụ tải điện :

Biểu đồ phụ tải điện là những vòng tròn vẽ trên mặt phẳng , có tâm trùng với tâm phụ tải điện , diện tích tỉ lệ với công suất của phụ tải

Biểu đồ phụ tải điện cho phép người thiết kế hình dung được sự phân bố phụ tải trong khu vực cần thiết kế , từ đó lập nên các phương án cung cấp điện

Biểu đồ được chia làm 2 phần :

+Phần phụ tải động lực : phần quạt gạch chéo .

+Phần phụ tải chiếu sáng : phần quạt để trắng .

Ta coi phụ tải của các phân xưởng phân bố đều theo diện tích phân xưởng , nên tâm phụ tải có thể lấy trùng với tâm hình học của phân xưởng trên mặt bằng.

Bán kính vòng tròn của phụ tải thứ i được xác định theo công thức:

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

Trong đó :

m : Tỉ lệ xích , chọn  $m=10\text{kVA}/\text{mm}^2$

Góc của phụ tải chiếu sáng được xác định theo công thức :

$$\alpha_{cs} = \frac{360^{\circ} * P_{cs}}{P_{tt}}$$

Ta có kết quả tính toán như sau :

STT	Tên phân xưởng	P <sub>tt</sub>	P <sub>cs</sub>	S <sub>tt</sub>	R	α <sub>cs0</sub>
1	Phân xưởng kết cấu kim loại	583.05	83.05	884.41	9.69	51.28
2	Phân xưởng lắp ráp cơ khí	832.27	172.27	1302.72	11.76	74.52
3	Phân xưởng đúc	1206.56	126.56	1633.95	13.17	37.76
4	Phân xưởng nén khí	527.46	47.46	638.60	8.23	32.39
5	Phân xưởng rèn	958.21	158.21	1431.87	12.33	59.44
6	Trạm bơm	106.59	21.09	252.44	5.18	71.23
7	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	141.55	29.53	185.12	4.43	75.1
8	Phân xưởng gia công gỗ	125.22	49.22	149.65	3.98	141.5
9	Ban quản lý nhà máy	133.22	49.22	162.76	4.16	133

# CHƯƠNG III: THIẾT KẾ MẠNG ĐIỆN CAO ÁP CỦA NHÀ MÁY

## I. Đặt vấn đề:

Việc lựa chọn sơ đồ cung cấp điện ảnh hưởng rất lớn đến các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật của hệ thống. Một sơ đồ cung cấp điện được coi là hợp lí phải thoả mãn các điều kiện cơ bản sau:

- +Đảm bảo các chỉ tiêu kĩ thuật
- +Đảm bảo các chỉ tiêu cung cấp điện.
- +Thuận tiện và linh hoạt trong vận hành.
- +An toàn cho người và thiết bị
- +Dễ dàng phát triển để đáp ứng nhu cầu tăng trưởng của phụ tải điện.
- +Đảm bảo các chỉ tiêu về mặt kinh tế.

Trình tự thiết kế mạng điện cao áp cho nhà máy bao gồm các bước:

1. Vạch các phương án cung cấp điện.
2. Lựa chọn vị trí, số lượng, dung lượng của các trạm biến áp và lựa chọn chủng loại, tiết diện các đường dây cho các phương án.
3. Tính toán kinh tế, kĩ thuật để lựa chọn phương án cho hợp lí.

## II. Cơ sở lí thuyết và các công thức sử dụng để tính toán phương án:

Trước tiên ta cần lựa chọn cấp điện áp hợp lí cho đường dây truyền tải được từ hệ thống về nhà máy. Ta áp dụng công thức sau:

$$U = 4,34 \sqrt{1 + 0.016P} \quad (\text{kV})$$

Trong đó:

P: Công suất tính toán của nhà máy.(kW)

l: Khoảng cách từ trạm biến áp trung gian về nhà máy.(km)

Áp dụng ta tính được:

$$U = 35.6(\text{kV})$$

Từ kết quả tính toán ta chọn cấp điện áp 35 kV từ hệ thống cấp cho nhà máy.

Để lập được các phương án trước hết ta phải xác định được:

### 1. Phương án cung cấp điện cho các trạm biến áp phân xưởng

Người ta thường sử dụng các phương pháp sau:

### **a. Phương án sử dụng sơ đồ dẫn sâu:**

Dùng dây trung áp 35kV vào sâu trong nhà máy đến tận các trạm biến áp phân xưởng .

**Ưu điểm :** của phương án này là : Nhờ đưa trực tiếp điện cao áp vào trạm biến áp phân xưởng nên sẽ giảm được vốn đầu tư xây dựng trạm biến áp trung gian hoặc trạm phân phối trung tâm , giảm được tổn thất và nâng cao năng lực truyền tải của mạng .

**Nhược điểm:** Độ tin cậy cung cấp điện không cao , các thiết bị trong sơ đồ này có giá thành đắt , yêu cầu trình độ vận hành cao .

Sơ đồ này chỉ thích hợp với các nhà máy có phụ tải rất lớn và các phân xưởng sản xuất nằm tập trung gần nhau , nên ta không sử dụng phương án này.

### **b. Phương án sử dụng trạm biến áp trung gian (TBATG) :**

Nguồn 35kV qua TBATG được hạ xuống điện áp 10kV để cung cấp cho các trạm biến áp phân xưởng .

**Ưu điểm :** + Giảm được vốn đầu tư cho mạng điện cao áp nhà máy cũng như trạm biến áp phân xưởng

+ Vận hành thuận lợi , độ tin cậy cung cấp điện được cải thiện .

**Nhược điểm:** + Phải đầu tư xây dựng BTATG

+ Gia tăng tổn thất trong mạng cao áp.

Vì nhà máy là hộ loại I trạm biến áp trung gian phải đặt 2 máy biến áp với công suất được chọn theo điều kiện :

$$n \cdot S_{dm\ B} \geq S_{ttnm} = 5278.57 \text{ kVA.}$$

Trong đó :

n : Số máy biến áp trong trạm .

$S_{dm\ B}$  : Công suất của máy biến áp

$S_{ttnm}$  : Công suất tính toán của nhà máy

Suy ra :  $S_{dm\ B} \geq 2639.29 \text{ kVA}$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn :  $S_{dm} = 3200 \text{ kVA}$

Kiểm tra dung lượng máy biến áp đã chọn theo điều kiện quá tải sự cố với giả thiết các hộ loại I trong nhà máy đều có 30% phụ tải loại III có thể tạm ngưng cung cấp điện khi cần thiết .

$$(n-1) k_{qt} \cdot S_{dm\ B} \geq S_{ttsc}$$

Trong đó:

$K_{qt}$  : Hệ số quá tải sự cố  $k_{qt} = 1,4$  nếu thoả mãn điều kiện máy biến áp vận hành quá tải không quá 5 ngày đêm thời gian quá tải trong 1 ngày đêm không vượt quá 6h trước khi quá tải máy biến áp vận hành với hệ số tải  $\leq 0,93$  .

n : Số máy biến áp có trong trạm biến áp .

$S_{ttsc}$  : Công suất tính toán sự cố : Khi có sự cố , một máy biến áp có thể được loại bỏ một số phụ tải không quan trọng để giảm nhẹ dung lượng máy biến áp nhờ vậy giảm d vốn đầu tư và tổn thất .Giả thiết : trong hộ loại I có 30% là phụ tải loại II nên:

$$S_{ttsc} = 0,7 S_{tt}$$

Suy ra :

$$S_{dmB} \geq \frac{0,7 \cdot S_{ttsc}}{1,4} = 2639.29 \text{ kVA}$$

Vậy ta chọn máy biến áp trung gian có  $S_{dm} = 3200 \text{ kVA}$

### ***c. Phương án sử dụng trạm phân phối trung tâm(TPPTT) :***

Điện năng từ hệ thống cung cấp cho các trạm biến áp phân xưởng thông qua TPPTT.

**Ưu điểm:** việc quản lí , vận hành mạng điện cao áp nhà máy sẽ thuận lợi hơn , tổn thất mạng giảm , độ tin cậy tăng

**Nhược điểm :** Vốn đầu tư cho mạng lớn hơn

Trên thực tế , đây là phương án thường được dùng khi điện áp nguồn không cao( $\leq 35\text{kV}$ ) công suất các phân xưởng tương đối lớn.

Xác định vị trí đặt trạm biến áp trung gian , trạm phân phối trung tâm:  
Đặt gần tâm phụ tải của nhà máy .

## 2. Phương án về các trạm biến áp phân xưởng :

Các trạm biến áp phân xưởng được lựa chọn trên các nguyên tắc sau:

+Vị trí trạm biến áp phải đặt gần tâm phụ tải , thuận tiện cho việc lắp đặt , vận chuyển,vận hành , sửa chữa máy biến áp , an toàn và kinh tế.

+Số lượng máy biến áp đặt trong trạm biến áp được lựa chọn căn cứ vào :

\*Yêu cầu cung cấp điện của phụ tải

\*Điều kiện lắp đặt , vận chuyển

\*Chế độ làm việc của phụ tải

Trong các trường hợp , trạm biến áp chỉ đặt 1 máy biến áp sẽ kinh tế và thuận lợi cho việc vận hành, song độ tin cậy cung cấp điện không cao.Các trạm biến áp cung cấp cho hộ loại I và loại II nên đặt 2 máy biến áp , hộ loại III có thể đặt 1 máy biến áp .

+Dung lượng máy biến áp được chọn theo điều kiện :

$$n \cdot k_{hc} \cdot S_{dmB} \geq S_{tt}$$

và kiểm tra theo điều kiện sự cố 1 máy biến áp (Đối với trạm có nhiều hơn 1 mba)

$$h_{qt} \cdot (n-1) \cdot k_{hc} \cdot S_{dmB} \geq S_{ttsc}$$

Trong đó :

n : Số máy biến áp có trong trạm biến áp .

$k_{hc}$  : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường , ta chọn loại máy biến áp chế tạo tại Việt Nam nên không cần hiệu chỉnh nhiệt độ,  $k_{hc} = 1$

Ta nên hạn chế chủng loại máy biến áp dùng trong nhà máy để tạo điều kiện thuận lợi cho việc mua sắm , thay thế , vận hành , lắp đặt , kiểm tra định kì.

### **Xác định vị trí các trạm biến áp phân xưởng :**

Trong nhà máy thường sử dụng các kiểu trạm biến áp phân xưởng :

\* Các trạm biến áp cung cấp điện cho 1 phân xưởng có thể dùng loại liền kề có một tường của trạm chung với tường của phân xưởng nhờ vậy tiết kiệm được vốn đầu tư xây dựng, ít ảnh hưởng đến các công trình khác.

\* Trạm lồng : Được sử dụng để cung cấp điện cho một phần hoặc toàn bộ phân xưởng vì có vốn đầu tư thấp , vận hành , bảo quản thuận tiện song về mặt an toàn khi có sự cố trong trạm không cao.

Vị trí trạm biến áp phân xưởng :

Các trạm biến áp dùng chung cho nhiều phân xưởng nên đặt gần tâm phụ tải để có thể đưa điện áp cao đến gần hộ tiêu thụ , rút ngắn chiều dài mạng cao áp , cũng như mạng hạ áp phân xưởng , giảm chi phí và tổn thất .

### **Lựa chọn các phương án nối dây:**

Nhà máy thuộc hộ loại I nên đường dây từ trạm biến áp trung gian về trung tâm cung cấp (Trạm biến áp trung gian hoặc trạm phân phối trung tâm) của nhà máy sẽ dùng lộ kép.

Do tính quan trọng của các phân xưởng nên mạng cao áp trong nhà máy ta sử dụng sơ đồ hình tia , lộ kép . Sơ đồ này có ưu điểm là sơ đồ nối dây rõ ràng các trạm biến áp phân xưởng đều được cấp điện từ một đường dây riêng nên ít ảnh hưởng đến nhau , độ tin cậy cung cấp điện tương đối cao , dễ thực hiện phương án bảo vệ , tự động hoá và dễ vận hành .

Để đảm bảo mỹ quan và an toàn các đường cáp cao áp được đặt trong hào cáp xây dọc theo các tuyến giao thông nội bộ .

### **Tính toán tổn thất điện năng $\Delta A_B$ trong các trạm biến áp :**

Ta áp dụng công thức sau :

$$\Delta A_B = n \cdot \Delta P_o t + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_N \cdot \left( \frac{S_{tt}}{S_{dmS}} \right)^2 \tau \quad (\text{kWh})$$

Trong đó :

$n$  : Số máy biến áp ghép song song .

$t$  : Thời gian máy biến áp vận hành , với máy biến áp vận hành suốt năm  $t=8760h$

$\tau$  : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất , tính theo công thức :

$$\begin{aligned}\tau &= (0,124 + 10^{-4} \cdot T_{\max})^2 \cdot 8760 \\ &= (0,124 + 10^{-4} \cdot 6000)^2 \cdot 8760 \\ &= 4591.78 \text{ (h)}\end{aligned}$$

$\Delta P_o$  ,  $\Delta P_N$  : Tổn thất công suất không tải và tổn thất công suất ngắn mạch củ máy biến áp .

$S_{tt}$  : Công suất tính toán của trạm biến áp .

$S_{dmB}$  : Công suất định mức của máy biến áp .

**Tính tổn thất điện năng của trạm biến áp trung gian :**

$$S_{ttnm} = 5131.18 \text{ kVA}$$

$$S_{dmB} = 3200 \text{ kVA}$$

$$\Delta P_o = 11.5 \text{ kW}$$

$$\Delta P_N = 37 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned}\Delta A_B &= n \cdot \Delta P_o \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_N \cdot \left( \frac{S_{tt}}{S_{dms}} \right)^2 \tau \\ &= 2 \cdot 11.5 \cdot 8760 + 0,5 \cdot 37 \cdot (5131.18/3200)^2 \cdot 4591.78. \\ &= 419897.46 \text{ (kWh)}\end{aligned}$$

3. Lựa chọn dây dẫn :

Chọn cáp dây dẫn từ trạm biến áp trung gian về các trạm biến áp phân xưởng :

Nhà máy làm việc 3 ca , thời gian sử dụng công suất  $T_{\max} = 6000\text{h}$  , cáp sử dụng là XLPE , tra bảng ta tìm được  $j_{kt} = 2,7 \text{ A/mm}^2$  .

Tiết diện kinh tế của cáp :

$$F_{kt} = \frac{I_{\max}}{j_{kt}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Cáp từ TBATG về các trạm biến áp phân xưởng đều là lộ kép nên :

$$I_{\max} = \frac{S_{ttx}}{2\sqrt{3}U_{dm}}$$

Trong đó :

$S_{ttx}$  : Công suất tính toán của phân xưởng .

$U_{dm}$  : Điện áp định mức (10kV)

Dựa vào trị số  $F_{kt}$  tính toán ta tra bảng để lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất . Sau đó kiểm tra điều kiện phát nóng :

$$k_{hc} \cdot I_{cp} \geq I_{sc}$$

Trong đó :

$I_{sc}$  : dòng điện khi xảy ra sự cố đứt 1 dây cáp :  $I_{sc} = 2 \cdot I_{\max}$

$k_{hc} = k_1 \cdot k_2$  : Hệ số hiệu chỉnh

$k_1$  : hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ ,  $k_1 = 1$   
 $k_2$  : hệ số hiệu chỉnh về số dây cáp cùng đặt trong một rãnh . Các rãnh đều đặt 2 cáp , khoảng cách giữa các sợi cáp là : 300mm . Ta tra được  $k_2 = 0,93$   
 Vì chiều dài cáp từ TBATG đến các trạm biến áp phân xưởng ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ , ta bỏ qua điều kiện  $\Delta U_{cp}$  .

### Tính toán tổn thất trên đường dây:

\*Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây được xác định theo công thức :

$$\Delta P = \frac{S_{\text{tphx}}^2}{U_{\text{dm}}^2} * R * 10^3 \text{ (kV)}$$

Trong đó :

$$R = \frac{1}{n} * r_0 * l$$

$n$  : Số đường dây đi song song .

$l$  : Chiều dài đường dây .

\*Tổn thất điện năng trên các đường dây được xác định theo công thức:

$$\Delta A_d = \sum \Delta P_i * \tau$$

Trong đó :

$\sum \Delta P_i$  : Tổng tổn thất công suất trên đường dây.

$\tau$  : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất .

### 4. Tính toán chi phí cho từng phương án :

#### *a. Vốn đầu tư mua máy cắt điện trong mạng cao áp của phương án :*

Được tính theo công thức:

$$K_{MC} = n * M$$

Trong đó :

$n$  : Số lượng máy cắt trong mạng điện cần xét

$M$ : Giá máy cắt ,  $M=12000\text{USD} / 1 \text{ máy } 10\text{kV}$ ;  $30000\text{USD} / 1 \text{ máy } 35\text{kV}$

Tỷ giá quy đổi :  $1\text{USD} = 16,8 * 10^3 \text{ đ}$

#### *b. Tổng chi phí cho từng phương án :*

\* Giá thành : máy biến áp , máy cắt , cáp điện :

$$K = K_B + K_D + K_{MC}$$

Trong đó:

$K_B$  : Vốn đầu tư xây dựng trạm biến áp

$K_D$  : Vốn đầu tư cho đường dây .

$K_{MC}$ : Vốn đầu tư mua máy cắt.



\* Tổng thất điện năng trong từng phương án :

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_d$$

Trong đó :

$\Delta A_B$  : Tổng thất điện năng trong trạm biến áp .

$\Delta A_d$  : Tổng thất điện năng trên đường dây .

\* Tổng chi phí tính toán :

$$Z = (a_{vh} + a_{tc}). K + c. \Delta A$$

$$= (a_{vh} + a_{tc}). K + 3. I_{\max}^2 R . \tau . c$$

Trong đó :

$a_{vh}$  : Hệ số vận hành ,  $a_{vh} = 0,1$

$a_{tc}$  : Hệ số tiêu chuẩn ,  $a_{tc} = 0,2$

$K$  : Vốn đầu tư cho mạng điện

$I_{\max}$  : Dòng điện lớn nhất chạy qua thiết bị

$R$  : Điện trở của thiết bị

$\tau$  : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất

$c$  : Giá tiền 1 kWh tổn thất điện năng ,  $c = 1000 \text{ đ/kWh}$  .

Dựa trên các tính toán trên ta chọn được phương án có chi phí thấp nhất , đạt được những chỉ tiêu kĩ thuật tốt nhất.

### III. Các phương án cụ thể :

#### 1. Phương án 1:

Sử dụng trạm biến áp trung gian nhận điện áp 35kV từ hệ thống về hạ xuống điện áp 10kV sau đó cung cấp cho trạm biến áp phân xưởng . Các trạm biến áp B1, B2, B3, B4, B5: Hạ điện áp từ 10kV xuống 0.4kV cho các phân xưởng .

Hình 3.1. Sơ đồ phương án 1.

#### a. Chọn máy biến áp phân xưởng :

Trạm biến áp B1: Cấp điện cho phân xưởng kết cấu kim loại

B2 : cấp điện cho phân xưởng lắp ráp cơ khí, phân xưởng sửa chữa cơ khí, ban quản lý nhà máy

B3: Cấp điện cho phân xưởng đúc, phân xưởng khí nén

B4: Cấp điện cho phân xưởng rèn, trạm bơm, phân xưởng gia công gỗ

Trạm biến áp	Tên phân xưởng
B1	1
B2	2,7,9
B3	3,4
B4	5,6,8

\* Trạm biến áp B1: Cấp điện cho phân xưởng kết cấu kim loại. Trạm đặt 2 máy làm việc song song.

$$n.k_{hc}.S_{dmB} \geq S_{tt} = 884.41 \text{ (kVA)}$$

$$S_{tt} \geq S_{tt}/2 = 442.21 \text{ (kVA)}$$

Chọn máy biến áp tiêu chuẩn  $S_{dmB} = 560 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra lại dung lượng máy biến áp đã chọn theo điều kiện quá tải sự cố :

$S_{sc}$  lúc này chính là công suất tính toán của phân xưởng kết cấu kim loại sau khi đã cắt bớt một số phụ tải không quan trọng trong phân xưởng.

$$(n-1).k_{qt}.S_{dmB} \geq S_{sc} = 0.7 * S_{tt}$$

$$S_{dmB} \geq 0.7 * 884.41 / 1.4 = 442.21 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm biến áp B1 đặt 2 máy  $S_{dmB} = 560 \text{ kVA}$  là hợp lý.

- Trạm biến áp B2: Cấp điện cho phân xưởng lắp ráp cơ khí, phân xưởng sửa chữa cơ khí, ban quản lý nhà máy. Trạm đặt 2 máy làm việc song song.

$$n.k_{hc}.S_{dmB} \geq S_{tt} = 1650.6 \text{ kVA}$$

$$S_{dmB} \geq 825.3 \text{ kVA}$$

Chọn máy biến áp tiêu chuẩn  $S_{dmB} = 1000 \text{ kVA}$

Kiểm tra lại dung lượng máy biến áp theo điều kiện quá tải sự cố :

$S_{sc}$  lúc này là công suất của phân xưởng lắp ráp cơ khí và phân xưởng sửa chữa cơ khí đã cắt bớt một số phụ tải không quan trọng trong phân xưởng, còn ban quản lý nhà máy thuộc phụ tải loại 3 nên khi có sự cố có thể tạm ngừng cung cấp điện.

$$(n-1).k_{qt}.S_{dmB} \geq S_{sc}$$

$$S_{dmB} \geq 0.7 * (1650.6 - 162.76) / 1.4 = 743.92 \text{ kVA}$$

Vậy trạm biến áp B2 đặt 2 máy  $S_{dmB} = 1000 \text{ kVA}$  là hợp lý.

- Trạm biến áp B3 : Cấp điện cho phân xưởng đúc và phân xưởng khí nén. Trạm đặt 2 máy làm việc song song.

$$n.k_{hc}.S_{dmB} \geq S_{tt} = 2272.55 \text{ kVA}$$

$$S_{dmB} \geq 1136.28 \text{ kVA}$$

Chọn máy biến áp tiêu chuẩn  $S_{dmB} = 1250 \text{ kVA}$

Kiểm tra lại dung lượng máy biến áp theo điều kiện quá tải sự cố :

$$(n-1).k_{qt}.S_{dmB} \geq S_{sc}$$

$$S_{dmB} \geq 0.7 * 2272.55 / 1.4 = 1136.28 \text{ kVA}$$

Vậy trạm B3 đặt 2 máy  $S_{dmB} = 1250 \text{ kVA}$  là hợp lý.

- Trạm biến áp B4 : Cấp điện cho phân xưởng rèn, trạm bơm, phân xưởng gia công gỗ. Trạm đặt 2 máy biến áp

$$n.k_{hc}.S_{dmB} \geq S_{tt} = 1833.96 \text{ kVA}$$

$$S_{dmB} \geq 1833.96/2 = 916.98 \text{ kVA}$$

Chọn máy biến áp tiêu chuẩn  $S_{dmB} = 1000 \text{ kVA}$

Kiểm tra lại dung lượng máy biến áp theo điều kiện quá tải sự cố

$$(n-1).k_{qt}.S_{dmB} \geq S_{sc}$$

$$S_{dmB} \geq 0.7 * 1833.96 / 1.4 = 916.98 \text{ kVA}$$

Vậy trạm đặt 2 máy biến áp  $S_{dmB} = 1000 \text{ kVA}$  là hợp lý.

Tên trạm	$S_{ba}$ (kVA)	$S_{tt}$ (kVA)	$\Delta P_N$ (kW)	$\Delta P_0$ (kW)	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)
B1	560	884.41	9.4	3.35	6.5	6.5
B2	1000	1650.6	15	5.1	6.5	5.5
B3	1250	2272.55	12.8	1.71	5.5	1.2
B4	1000	1833.96	15	5.1	6.5	5.5
TBATG	3200	2639.29	37	11.5	7	4.5

Xác định tổn thất điện năng và giá thành trạm biến áp trong phương án 1:

Ta có bảng tổng kết :

Tên trạm	$\Delta A$ (kWh)	Số máy	Đơn giá* $10^6$	Thành tiền* $10^6$
B1	112520.24	2	65.5	131
B2	183178.61	2	120.8	241.6
B3	127092.45	2	142	284
B4	205182.27	2	120.8	241.6
TBAPTG	259266.59	2	311.44	622.88
Tổng	887240.16			1521.08

### **b. Chọn dây dẫn**

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian về trạm biến áp phân xưởng :

**Chọn cáp cao áp**

**1. Chọn cáp từ TBATG về B1:**

$$I_{max} = \frac{S}{2.U.\sqrt{3}} = \frac{884.41}{2.10.\sqrt{3}} = 25.53 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế cho phép :

$$F_{kt} = \frac{25.53}{2.7} = 9.4 \text{ mm}^2$$

Tra bảng PL4.32 lựa chọn tiêu chuẩn cáp gần nhất  $F = 16 \text{ mm}^2$  cáp đồng 3 lõi 10 kV, cách điện XLPE, vỏ PVC do hãng FURUKAWA chế tạo có

$I_{cp} = 110 \text{ A}$

Kiểm tra tiết diện cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng :

$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 110 = 102.3 \text{ A} > I_{sc} = 2 \cdot I_{max} = 51.06 \text{ A}$  (thỏa mãn)

## 2. CHỌN CÁP TỪ TBATG VỀ B2 :

$$I_{max} = \frac{S}{2U\sqrt{3}} = \frac{1650.6}{2.10 \cdot \sqrt{3}} = 47.65 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của cáp :

$$F_{kt} = I_{max} / J_{kt} = 47.65 / 2.7 = 17.65 \text{ A}$$

Tra bảng PL4.32 lựa chọn tiêu chuẩn cáp gần nhất  $F = 16 \text{ mm}^2$  cáp đồng lõi 10kV, cách điện XLPE, vỏ PVC do hãng FURUKAUA chế tạo có  $I_{cp} = 110 \text{ A}$

Kiểm tra tiết diện cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng :

$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 110 = 102.3 \text{ A} > I_{sc} = 2 \cdot I_{max} = 95.03 \text{ A}$  (thỏa mãn)

## 3. CHỌN CÁP TỪ TBATG VỀ B3 :

$$I_{max} = \frac{S}{2U\sqrt{3}} = \frac{2272.55}{2.10 \cdot \sqrt{3}} = 65.6 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của cáp :

$$F_{kt} = I_{max} / J_{kt} = 65.6 / 2.7 = 24.3 \text{ A}$$

Tra bảng PL4.32 lựa chọn tiêu chuẩn cáp gần nhất  $F = 25 \text{ mm}^2$  cáp đồng 3 lõi 10kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA chế tạo có  $I_{cp} = 140 \text{ A}$

Kiểm tra tiết diện cáp vừa chọn theo điều kiện phát nóng ;

$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 140 = 130.2 \text{ A} > I_{sc} = 2 \cdot I_{max} = 2 \cdot 65.6 = 131.2 \text{ A}$  (thỏa mãn)

## 4. CHỌN CÁP TỪ TBATG VỀ B4 :

$$I_{max} = \frac{S}{2U\sqrt{3}} = \frac{1833.96}{2.10 \cdot \sqrt{3}} = 52.94 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của cáp :

$$F_{kt} = I_{max} / J_{kt} = 52.94 / 2.7 = 19.6 \text{ A}$$

Tra bảng PL4.32 chọn tiêu chuẩn gần nhất  $F = 16 \text{ mm}^2$  cáp đồng 3 lõi 10 kV cách điện XLPE, đai thép vỏ PVC do hãng FURUKAWA chế tạo có  $I_{cp} = 110 \text{ A}$

Kiểm tra tiết diện của cáp vừa chọn theo điều kiện phát nóng :

$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 110 = 102.3 > I_{sc} = 2 \cdot I_{max} = 2 \cdot 52.94 = 105.88 \text{ A}$  (không thỏa mãn)

Tăng tiết diện của cáp chọn  $F = 25 \text{ mm}^2$  cáp đồng 3 lõi 10kV cách điện XLPE, đai thép vỏ PVC do hãng FURUKAWA chế tạo có  $I_{cp} = 140 \text{ A}$

Kiểm tra tiết diện cáp vừa chọn theo tiêu chuẩn phát nóng :

$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 140 = 130.2 > I_{sc} = 2 \cdot I_{max} = 2 \cdot 52.94 = 105.88A$   
(thoả mãn)

**+chọn cáp hạ áp từ trạm biến áp phân xưởng đến các phân xưởng:**

1. Chọn cáp từ B2 đến phân xưởng 7 và 9 :

- phân xưởng 7 :

$$I_{max} = 185.12 / 2 \cdot 0.38 \cdot \sqrt{3} = 140.63 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế :

$$F_{kt} = 140.63 / 2.7 = 52.09 \text{ mm}^2$$

Chọn cáp tiêu chuẩn  $F = 50 \text{ mm}^2$  dùng phân pha , 2 dây cho mỗi pha ,  
 $I_{cp} = 206 \text{ A}$  của hãng LENS chế tạo

Kiểm tra tiết diện dây theo điều kiện phát nóng

$$0.87 \cdot I_{cp} = 0.87 \cdot 206 = 197.22 \text{ A} > I_{sc} = 2 \cdot I_{max} = 2 \cdot 140.63 = 281.26A$$

(không thoả mãn)

Chọn cáp tiêu chuẩn  $F = 120 \text{ mm}^2$  dùng phân pha , 2 dây cho mỗi pha  
 $I_{cp} = 343 \text{ A}$  của hãng LENS chế tạo

Kiểm tra tiết diện cáp theo điều kiện phát nóng

$$0.87 \cdot 343 = 298.41 \text{ A} > 2 \cdot 140.63 = 281.26A \text{ (thoả mãn)}$$

-Phân xưởng 9 :

$$I_{max} = 123.64A$$

$$F_{kt} = 45.79 \text{ mm}^2$$

Chọn tiết diện tiêu chuẩn  $F = 95 \text{ mm}^2$  phân pha , 2 dây cho mỗi pha, do  
hãng LENS chế tạo , có  $I_{cp} = 301A$

Kiểm tra điều kiện phát nóng

$$0.87 \cdot 301 = 261.87A > 2 \cdot 123.64 = 247.28 \text{ A (thoả mãn)}$$

2. Chọn cáp từ B3 về phân xưởng 4 :

$$I_{max} = 485.13 \text{ A}$$

$$F_{kt} = 179.68 \text{ A}$$

Chọn cáp có tiết diện tiêu chuẩn  $F = 185 \text{ mm}^2$  không phân pha , do hãng  
LENS chế tạo , có  $I_{cp} = 1088 \text{ A}$

Kiểm tra điều kiện phát nóng

$$0.93 \cdot 1088 = 1011.84A > 2 \cdot 485.13 = 970.26A \text{ (phù hợp)}$$

3. Chọn cáp từ B4 về phân xưởng 6 và 8

-phân xưởng 6 :

$$I_{max} = 191.77A$$

$$F_{kt} = 71.03A$$

Chọn cáp có tiết diện tiêu chuẩn  $F = 240 \text{ mm}^2$  phân pha , 2 dây cho  
mỗi pha , do hãng LENS chế tạo , có  $I_{cp} = 501A$

Kiểm tra

$$0.85 \cdot 501 = 425.85A > 2 \cdot 191.77 = 383.54A \text{ (thoả mãn)}$$

-phân xưởng 8

$$I_{\max} = 113.68A$$

$$F_{kt} = 42.1 \text{ mm}^2$$

chọn cáp có  $F = 240 \text{ mm}^2$  phân pha ,3 dây cho mỗi pha ,do hãng LENS chế tạo ,có  $I_{cp} = 501A$

Kiểm tra

$$0.85 * 501 = 425.85A > 3 * 113.68 = 341.04A (\text{thoả mãn})$$

Ta có bảng tổng kết sau :

Đường dây	$S_{tt}(\text{kVA})$	$I_{\max}(\text{A})$	$F_{tt}(\text{mm}^2)$	$I_{ttcp}(\text{A})$	$F_{tc}(\text{mm}^2)$	$I_{tc}(\text{A})$
TG-B1	884.41	25.53	9.4	102.3	2*16	110
TG-B2	1650.6	47.65	17.65	102.3	2*16	110
B2-7	185.12	140.63	52.09	298.41	2*120*2*3	343
B2-9	162.76	123.64	45.79	261.87	2*95*2*3	301*2
TG-B3	2272.55	65.6	24.3	130.2	2*25	140
B3-4	638.6	485.13	179.68	1011.84	2*185	1088
TG-B4	1833.96	52.94	19.6	130.2	2*25	140
B4-6	252.44	191.77	71.03	425.85	2*240*2*3	501*2
B4-8	149.65	113.68	42.1	425.85	2*240*3*3	501*3

**c. Tính toán tổn thất điện trên đường dây và giá thành đường dây:**

\*Áp dụng công thức :

$$\Delta P = \frac{S_{\text{tđpx}}^2}{U_{\text{đm}}^2} * R * 10^3 \text{ (kW)}$$

Trong đó :

$$R = \frac{l}{n} * r_0$$

n : Số đường dây đi song song .

l : Chiều dài đường dây .

\*Tính giá thành :

Giá thành đường dây = n \* l \* đơn giá 1dây.

Trong đó :

n: số lộ đường dây.

l : chiều dài đường dây.

Ta có bảng tổng kết sau :

Đường dây	l (m)	$r_0$ ( $\Omega/\text{km}$ )	$R_0 \cdot 10^{-3}$ (kW)	$\Delta P$ (kW)	Đơn giá* $10^3$	Giá thành* $10^3$ (đ)
TG-B1	337.5	1.47	248.06	1.94027831	38	25650
TG-B2	253.13	1.47	186.05	5.06889571	38	19237
B2-7	178.13	0.135	12.02	2.85262023	300	106878
B2-9	346.88	0.193	33.47	6.14021929	237.5	164768
TG-B3	150	0.927	69.53	3.59086538	60	18000
B3-4	196.88	0.0991	9.76	27.56388649	420	165379.2
TG-B4	215.63	0.927	99.94	3.36139124	60	25875.6
B4-6	281.25	0.0754	10.6	4.67794396	600	337500
B4-8	178.13	0.0754	6.72	1.04221069	600	213756
Tổng				56.2383113		1077043.8

#### d.Chi phí tính toán của phương án 1:

Tính vốn đầu tư mua máy cắt điện :

+ Mạng cao áp trong phương án có điện áp 10kV từ trạm biến áp trung gian đến 4 trạm biến áp phân xưởng . Trạm biến áp có hai phân đoạn thanh góp nhận điện từ trạm biến áp trung gian .

+ Đối với 4 trạm biến áp , mỗi trạm có 2 máy biến áp nhận điện trực tiếp từ hai phân đoạn thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp .Như vậy mạng cao áp cần 8 máy cắt điện cấp 10kV.

+ Đối với trạm biến áp trung gian cần 1 máy cắt phân đoạn thanh góp điện áp 10kV ở trạm biến áp trung gian và 2 máy cắt ở phía hạ áp hai máy biến áp trung gian.

Vậy: TBATG: 3 máy cắt

4 trạm biến áp :8 máy

giá mỗi máy cắt 10kV là 12000 USD

$$K_{mc} = 11 \cdot 12 \cdot 16.8 \cdot 10^6 = 2217.6 \cdot 10^6.$$

Tổn thất điện năng trên đường dây:





B <sub>1</sub>	1047.17	523.59	560	3.35	9.4	6.5	6.5
B <sub>2</sub>	1487.84	743.92	750	4.1	11.9	6.5	6.5
B <sub>3</sub>	1633.95	816.98	1000	5.1	15	6.5	5.5
B <sub>4</sub>	2472.56	1236.28	1250	1.71	1.28	5.5	1.2
TBATG	5278.57	2639.29	3200	11.5	37	7	4.5

Xác định tổn thất điện năng và giá thành trạm biến áp trong phương án 2 :  
Ta có bảng tổng kết :

Tên trạm	$\Delta A(\text{kWh})$	số máy	Đơn giá*10 <sup>6</sup>	Thành tiền*10 <sup>6</sup>
B <sub>1</sub>	99047.99	2	65.5	131
B <sub>2</sub>	126031.22	2	83.3	166.6
B <sub>3</sub>	145622.54	2	120.8	241.6
B <sub>4</sub>	35772.17	2	142	284
TBATG	341606.12	2	311.44	6622.88
Tổng	748080.04			7446.08

**b. Chọn dây dẫn :**

Đường dây	S <sub>tt</sub> (kVA)	I <sub>max</sub> (A)	F <sub>tt</sub> (mm <sup>2</sup> )	I <sub>ttcp</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>tc</sub> (mm <sup>2</sup> )	I <sub>tc</sub> (A)
TG-B <sub>1</sub>	1047.17	30.23	11.2	102.3	2*16*3	110
B <sub>1</sub> -9	162.76	247.29	91.59	301	1*95*3	301
TG-B <sub>2</sub>	1487.84	42.95	15.91	102.3	2*16*3	110
B <sub>2</sub> -7	185.12	140.63	52.09	298.41	2*120*2*3	343
TG-B <sub>3</sub>	1633.95	47.17	17.47	130.2	2*25*3	140
TG-B <sub>4</sub>	2472.26	71.37	26.43	158.1	2*35*3	170
B <sub>4</sub> -4	638.6	485.13	179.68	1011.84	2*300*3	1088
B <sub>4</sub> -6	252.44	191.77	71.03	425.85	2*240*3*3	501
B <sub>4</sub> -8	149.65	113.68	42.1	261.67	2*95*2*3	301

**c. Tính toán tổn thất trên đường dây và giá thành đường dây :**

\*Áp dụng công thức :

$$\Delta P = \frac{S_{dm}^2}{U_{dm}^2} * R * 10^3 \text{ (kW)}$$

Trong đó :

$$R = \frac{l}{n} * r_0 * l$$

n : Số đường dây đi song song .

l : Chiều dài đường dây .

\*Tính giá thành :

Giá thành đường dây = n\*l\*đơn giá 1dây.

Trong đó :

n: số lộ đường dây.

l : chiều dài đường dây.

Ta có bảng tổng kết sau :

Đường dây	l(m)	r <sub>0</sub> (Ω/km)	R <sub>0</sub> *10 <sup>3</sup> (Ω)	ΔP(kW)	Đơn giá*10 <sup>3</sup>	Thành tiền*10 <sup>3</sup>
TG-B <sub>1</sub>	337.5	1.47	248.07	2.72	38	25650
B <sub>1</sub> -9	534.58	0.193	103.17	18.93	237.5	126962
TG-B <sub>2</sub>	253.13	1.47	186.05	2.85	38	19237
B <sub>2</sub> -7	178.13	0.153	13.63	3.23	300	106867
TG-B <sub>3</sub>	150	0.927	69.53	1.86	60	18000
TG-B <sub>4</sub>	215.63	0.668	72.02	4.40	84	36225
B <sub>4</sub> -4	281.25	0.06	8.44	23.84	676	380250
B <sub>4</sub> -6	178.13	0.075	6.68	2.95	600	213756
B <sub>4</sub> -8	253.13	0.193	24.43	3.79	237.5	120236
Tổng				64.57		1047183

## d.Chi phí tính toán của phương án 2:

Tính vốn đầu tư mua máy cắt điện :

+Mạng cao áp trong phương án có điện áp 10kV từ trạm biến áp trung gian đến 4trạm biến áp phân xưởng . Trạm biến áp có hai phân đoạn thanh góp nhận điện từ trạm biến áp trung gian .

+ Đối với 4 trạm biến áp , mỗi trạm có 2 máy biến áp nhận điện trực tiếp từ hai phân đoạn thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp .Nhu vậy mạng cao áp cần 8 máy cắt điện cấp 10kV.

+ Đối với trạm biến áp trung gian cần 1 máy cắt phân đoạn thanh góp điện áp 10kV ở trạm biến áp trung gian và 2 máy cắt ở phía hạ áp hai máy biến áp trung gian .

Vậy: TBATG: 3 máy cắt

6 trạm biến áp :8 máy  
 giá mỗi máy cắt 10kV là 12000 USD  
 $K_{mc} = 12 \cdot 11 \cdot 16.8 \cdot 10^6 = 2217.6 \cdot 10^6 .(\text{đ})$

Tổn thất điện năng trên đường dây:  
 $\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau = 296491.23(\text{kWh})$

Tổn thất điện năng trên máy biến áp và đường dây:  
 $\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D = 1044571.28 (\text{kWh})$

Vốn đầu tư:  
 $K_2 = K_B + K_D + K_M = 10710.86 \cdot 10^6 .$

Chi phí tính toán :  
 $Z_2 = (a_{vh} + a_{tc})k_2 + c \cdot \Delta A$   
 $= 1044.89 \text{ tỷ VNĐ}$

### 3. Phương án 3 :

Sử dụng trạm phân phối trung tâm nhận điện áp 35kV từ hệ thống cung cấp cho trạm biến áp phân xưởng :B1 , B2 , B3 .Các trạm biến áp phân xưởng hạ điện áp từ 35kV xuống 0.4kV ,cung cấp cho các phân xưởng .

#### ***a. Chọn máy biến áp phân xưởng :***

Ta đặt vị trí các trạm biến áp phân xưởng như phương án 2

Tên trạm	Phân xưởng
B1	1,3
B2	2,7,9
B3	4,5,6,8

Áp dụng các công thức như phần II ta có bảng tổng kết sau :

Tên trạm	$S_{tt}(\text{kVA})$	Dung lượng	$S_{ba}(\text{kVA})$	$\Delta P_0(\text{kW})$	$\Delta P_N(\text{kW})$	$U_N(\%)$	$I(\%)$
B <sub>1</sub>	2518.36	1259.18	1800	2.5	18.9	6.5	0.9
B <sub>2</sub>	1650.6	825.3	1000	1.68	10	6	1.3
B <sub>3</sub>	2472.56	1236.28	1250	1.8	13.9	6.5	1.2

Xác định tổn thất điện năng và giá thành trạm biến áp trong phương án 4:  
Ta có bảng tổng kết:

Tên trạm	$\Delta A(\text{kWh})$	Số máy	Đơn giá* $10^6$	Thành tiền* $10^6$
B1	128738.29	2	208.9	417.8
B2	91984.67	2	147.5	295
B <sub>3</sub>	156400.66	2	142	284
	377123.62			996.8

### ***b. Chọn dây dẫn***

Tính tương tự như phương án 1 ta có bảng tổng kết sau:

Đường dây	$S_{tt}(\text{kVA})$	$I_{\max}(\text{A})$	$F_{tt}(\text{mm}^2)$	$I_{ttcp}(\text{A})$	$F_{tc}(\text{mm}^2)$	$I_{tc}(\text{A})$
TT-B1	2518.36	20.77	7.69	186	2*50*3	200
B1-1	884.41	638.26	236.4	1440.75	2*300*3*3	565*3
TT-B <sub>2</sub>	1650.6	13.61	5.04	186	2*50*3	200
B <sub>2</sub> -7	185.12	133.6	49.48	358.44	2*50*2*3	206*2
B <sub>2</sub> -9	162.76	117.46	43.5	302.76	2*35*2*3	174*2
TT-B <sub>3</sub>	2472.56	20.39	7.55	186	2*50*3	200
B <sub>3</sub> -4	638.6	460.87	170.69	1307.61	2*240*3*3	501*3
B <sub>3</sub> -6	252.44	182.18	67.48	441.96	2*70*2*3	254*2
B <sub>3</sub> -8	149.65	108	40	302.76	2*35*2*3	174*2

### **c. Tính toán tổn thất điện trên đường dây và giá thành đường dây:**

\*Áp dụng công thức :

$$\Delta P = \frac{S_{\text{tđpx}}^2}{U_{\text{đm}}^2} * R * 10^3 \text{ (kW)}$$

Trong đó :

$$R = \frac{1}{n} * r_0 * l$$

n : Số đường dây đi song song .

l : Chiều dài đường dây .

\*Tính giá thành :

Giá thành đường dây = n\*l\*đơn giá 1 dây.

Trong đó :

n: số lộ đường dây.

l : chiều dài đường dây.

Ta có bảng tổng kết sau :

Đường dây	l(m)	$r_o(\Omega/\text{km})$	$R_o \cdot 10^{-3}(\Omega)$	$\Delta P(\text{kW})$	Đơn giá* $10^3$	giá thành* $10^3(\text{đ})$
TT-B1	150	0.387	29.03	0.15	130	19500
B <sub>1</sub> -1	196.88	0.06	5.91	28.89	676	133090.88
TT-B <sub>2</sub>	253.13	0.387	48.98	0.11	130	32906.9
B <sub>2</sub> -7	178.13	0.387	34.47	7.38	125	22266.25
B <sub>2</sub> -9	346.88	0.524	181.77	30.01	70	24281.6
TT-B <sub>3</sub>	215.63	0.387	41.72	0.21	130	28031.9
B <sub>3</sub> -4	262.5	0.075	9.84	25.08	600	157.5
B <sub>3</sub> -6	281.25	0.268	37.69	15.01	175	49218.75
B <sub>3</sub> -8	178.13	0.524	46.67	6.53	70	12469.1
Tổng				113.37		321922.88

### ***d. Chi phí tính toán của phương án 3***

Tính vốn đầu tư mua máy cắt điện :

+ Mạng cao áp trong phương án có điện áp 35kV từ trạm phân phối trung tâm đến 3 trạm biến áp phân xưởng . Trạm biến áp có hai phân đoạn thanh góp nhận điện từ trạm biến áp trung gian .

+ Đối với 3 trạm biến áp , mỗi trạm có 2 máy biến áp nhận điện trực tiếp từ hai phân đoạn thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp .Nhu vậy mạng cao áp cần 6 máy cắt điện cấp 35kV.

+ Đối với trạm phân phối trung tâm cần 1 máy cắt phân đoạn thanh góp điện áp 35kV.

Vậy: TPPT : 1 máy cắt

3 trạm biến áp : 6 máy

giá mỗi máy cắt 35kV là 23000 USD

$$K_{mc} = 6 \cdot 23 \cdot 16.8 \cdot 10^6 = 2318.4 \cdot 10^6 (\text{đ})$$

Tổn thất điện năng trên đường dây:

$$\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau = 520570.1 (\text{kWh})$$

Tổn thất điện năng trên máy biến áp và đường dây:

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D = 897693.72 (\text{kWh})$$

Vốn đầu tư:

$$K_3 = K_B + K_D + K_M = 3637.12 \cdot 10^6.$$

Chi phí tính toán :

$$Z_3 = (a_{vh} + a_{tc})k_3 + c \cdot \Delta A$$

$$= 898.784 \text{ tỷ VNĐ}$$

#### 4. Phương án 4:

Sử dụng trạm phân phối trung tâm nhận điện áp 35kV từ hệ thống cung cấp cho trạm biến áp phân xưởng : B1 , B2 , B3 , B4. Các trạm biến áp phân xưởng hạ điện áp từ 35kV xuống 0.4kV , cung cấp cho các phân xưởng .

Hình 3.4. Sơ đồ phương án 4.

#### ***a. Chọn máy biến áp phân xưởng :***

Ta đặt vị trí các trạm biến áp phân xưởng như phương án 1

Tên trạm	Phân xưởng
B1	1 ; 9
B2	2 ; 7
B3	3 ; 4
B4	5 ; 6 ; 8

Áp dụng các công thức như phần II ta có bảng tổng kết sau :

Tên trạm	$S_{tt}(kVA)$	dung lượng	$S_{ba}(kVA)$	$\Delta P_o(kW)$	$\Delta P_N(kW)$	$U_N(\%)$	$I_o(\%)$
B <sub>1</sub>	1047.17	523.59	560	3.35	9.4	6.5	6.5
B <sub>2</sub>	1487.84	743.92	750	4.1	11.9	6.5	6.5
B <sub>3</sub>	2272.55	1136.28	1250	1.71	1.28	5.5	1.2
B <sub>4</sub>	1833.96	916.98	1000	5.1	15	6.5	5.5

Xác định tổn thất điện năng và giá thành trạm biến áp trong phương án 4:  
Ta có bảng tổng kết:

Tên trạm	$\Delta A(\text{kWh})$	Số máy	Đơn giá* $10^6$	Thành tiền* $10^6$
B1	134155.55	2	65.5	131
B2	179351.68	2	83.3	166.6
B3	39672.52	2	142	284
B4	205182.27	2	120.8	241.6
Tổng	558362.02			823.2

### ***b. Chọn dây dẫn***

Tính tương tự như phương án 1 ta có bảng tổng kết sau:

Đường dây	$S_{tt}(\text{kVA})$	$I_{\max}(\text{A})$	$F_{tt}(\text{mm}^2)$	$I_{ttcp}(\text{A})$	$F_{tc}(\text{mm}^2)$	$I_{tc}(\text{A})$
TT-B1	1047.17	8.64	3.2	186	2*50*3	200
B1-9	162.76	117.46	43.5	144	25*2*3	25
TT-B <sub>2</sub>	1487.84	12.27	4.54	186	2*50*3	200
B <sub>2</sub> -7	185.12	133.6	49.48	269.7	2*95*3	290
TT-B3	2272.55	18.74	6.9	186	2*50*3	200
B <sub>3</sub> -4	638.6	460.87	170.69	1307.61	2*240*3*3	501*3
TT-B <sub>4</sub>	1833.96	15.13	5.6	186	2*50*3	200
B <sub>4</sub> -6	252.44	182.18	67.48	441.96	2*70*2*3	254*2
B <sub>4</sub> -8	149.65	108	40	250.56	2*25*2*3	144*2

### ***c. Tính toán tổn thất điện trên đường dây và giá thành đường dây:***

\*Áp dụng công thức :

$$\Delta P = \frac{S_{ttpx}^2}{U_{dm}^2} * R * 10^3 \text{ (kV)}$$

Trong đó :

$$R = \frac{1}{n} * r_o * l$$

n : Số đường dây đi song song .

l : Chiều dài đường dây .

\*Tính giá thành :

Giá thành đường dây = n\*l\*đơn giá 1dây.

Trong đó :

n: số lộ đường dây.

l : chiều dài đường dây.

Ta có bảng tổng kết sau :

Đường dây	l(m)	$r_0(\Omega/\text{km})$	$R_0 \cdot 10^{-3}$ ( $\Omega$ )	$\Delta P$ (kW)	Đơn giá* $10^3$	Giá thành* $10^3$
TT-B1	337.5	0.387	65.31	0.058	130	43875
B1-9	534.38	0.73	390.09	64.59	62.5	33398.75
TT-B2	253.13	0.387	48.98	0.089	130	32906.9
B <sub>2</sub> -7	178.13	0.193	17.19	3.68	237.5	42305.88
TT-B <sub>3</sub>	150	0.387	29.02	0.12	130	19500
B <sub>3</sub> -4	196.88	0.0754	7.42	18.91	600	118128
TT-B <sub>4</sub>	215.63	0.387	41.72	0.11	130	28031.9
B <sub>4</sub> -6	281.25	0.268	37.69	15.01	175	49218.75
B <sub>4</sub> -8	178.13	0.727	64.75	9.06	62.5	11133.13
Tổng				111.627		378498.31

#### ***d. Chi phí tính toán của phương án 4***

Tính vốn đầu tư mua máy cắt điện :

+ Mạng cao áp trong phương án có điện áp 35kV từ trạm phân phối trung tâm đến 4 trạm biến áp phân xưởng . Trạm biến áp có hai phân đoạn thanh góp nhận điện từ trạm biến áp trung gian .

+ Đối với 4 trạm biến áp , mỗi trạm có 2 máy biến áp nhận điện trực tiếp từ hai phân đoạn thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp . Như vậy mạng cao áp cần 8 máy cắt điện cấp 35kV.

+ Đối với trạm phân phối trung tâm cần 1 máy cắt phân đoạn thanh góp điện áp 35kV.

Vậy: TPPTT : 1 máy cắt

4 trạm biến áp : 8 máy

giá mỗi máy cắt 35kV là 23000 USD

$$K_{mc} = 9 \cdot 23 \cdot 16.8 \cdot 10^6 = 3477.6 \cdot 10^6 . (\text{đ})$$

Tổn thất điện năng trên đường dây:

$$\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau = 512566.63 \text{ (kWh)}$$

Tổn thất điện năng trên máy biến áp và đường dây:

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D = 1070928.65 \text{ (kWh)}$$

Vốn đầu tư:

$$K_4 = K_B + K_D + K_M = 4679.3 \cdot 10^6 .$$



Chi phí tính toán :

$$Z_4 = (a_{vh} + a_{tc})k_4 + c \cdot \Delta A$$

$$= 1072.33 \text{ tỷ VNĐ}$$

**Tổng kết các phương án :**

Phương án	Vốn đầu tư (10 <sup>6</sup> đ)	Tổn thất điện năng (kWh)	Chi phí tính toán (10 <sup>6</sup> đ)
1	4816.118	1145474	1146.92
2	10710.86	1044571.28	1044.89
3	3637.12	897693.72	898.784
4	4679.3	1070928.65	1072.33

**Nhận xét :**

Phương án 3 có vốn đầu tư và tổn thất điện năng nhỏ nhất nên chọn phương án 3 là phương án thiết kế

**VI. Thiết kế chi tiết cho phương án được chọn :**

1. Chọn đường dây từ trạm biến áp trung gian về trạm phân phối trung tâm:

Đường dây cung cấp từ trạm biến áp trung gian của hệ thống về trạm phân phối trung tâm của nhà máy dài 10 km sử dụng đường dây trên không, dây nhôm lõi thép, lộ kép.

\* Với mạng cao áp có  $T_{max}$  lớn, dây dẫn được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế  $j_{kt}$ , tra theo bảng 4.1 ( trang 143 – TL.V) dây dẫn AC có thời gian sử dụng công suất lớn nhất  $T_{max} = 6000$  h, ta có  $j_{kt} = 2.7 \text{ A/mm}^2$ .

Dòng điện tính toán chạy trên mỗi dây dẫn:

$$I_{ttnm} = \frac{S_{ttnm}}{2 \cdot \sqrt{3} U_{dm}} = \frac{5278.57}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 43.54 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế :

$$F_{kt} = \frac{I_{ttnm}}{j_{kt}} = \frac{43.54}{2.7} = 16.12 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn dây nhôm lõi thép tiết diện : 16 mm<sup>2</sup> có : Dòng điện cho phép

$$I_{cp} = 105 \text{ A} \geq I_{sc} = 2 \cdot I_{ttnm} = 2 \cdot 43.54 = 87.08 \text{ A}$$

\*Kiểm tra dây theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép :

Với dây AC-10 có khoảng cách trung bình hình học D thiết bị = 2m có các thông số kỹ thuật :  $r_o = 2.06 \text{ } \Omega/\text{km}$  ;  $x_o = 0.403 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\Delta U = \frac{P_{ttnm} \cdot R + Q_{ttnm} \cdot X}{U_{dm}} = \frac{3691.3 \cdot 2.06 + 3773.28 \cdot 4.03}{2 \cdot 35} = 1303.53 \text{ V}$$

$$\Delta U \leq \Delta U_{cp} = 5\% U_{dm} = 1750 \text{ V}$$

Vậy đây dẫn đã chọn thoả mãn điều kiện cho phép.

## 2. Tính toán ngắn mạch và lựa chọn các thiết bị điện :

Ngắn mạch là tình trạng sự cố nghiêm trọng thường xảy ra trong hệ thống cung cấp điện . Tính toán ngắn mạch là một phần không thể thiếu trong thiết kế cung cấp điện . Các số liệu về tình trạng ngắn mạch là căn cứ quan trọng để giải quyết các vấn đề như :

- +Lựa chọn thiết bị điện
- +Thiết kế hệ thống bảo vệ rơle
- +Định phương thức vận hành ...

Mục đích của tính toán ngắn mạch cũng là kiểm tra điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt của thiết bị và dây dẫn được chọn khi có ngắn mạch trong hệ thống .

Các dạng ngắn mạch thường xảy ra trong hệ thống cung cấp điện là : ngắn mạch 3 pha , ngắn mạch 2 pha và một pha chạm đất. Trong đó ngắn mạch 3 pha là nghiêm trọng nhất vì vậy người ta căn cứ vào dòng điện ngắn mạch 3 pha để lựa chọn các thiết bị điện.

Khi tính toán ngắn mạch phải cao áp do không biết cấu trúc cụ thể của hệ thống điện quốc gia nên cho phép tính gần đúng điện kháng của hệ thống điện quốc gia thông qua công suất ngắn mạch của máy cắt đầu nguồn và coi hệ thống có công suất vô cùng lớn .

Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế để tính toán ngắn mạch được thể hiện trên hình 3.5

Hình 3.5

Để lựa chọn , kiểm tra dây dẫn và các khí cụ điện cần tính toán 7 điểm ngắn mạch sau :

+ N : Điểm ngắn mạch trên thanh cái trạm phân phối trung tâm để kiểm tra máy cắt và thanh góp.

+ N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>...N<sub>6</sub> : Điểm ngắn mạch phía cao áp các trạm biến áp phân xưởng để kiểm tra cáp và thiết bị cao áp của trạm .

\*Điện kháng của hệ thống được tính theo công thức sau :

$$X_{HT} = \frac{U^2}{S_N} \quad (\Omega)$$

Trong đó :

S<sub>N</sub> : Công suất ngắn mạch về phía hạ áp của máy biến áp khu vực : S<sub>N</sub> = 250kVA

U : Điện áp của đường dây kV

\*Điện trở và điện kháng của đường dây:

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

$$X = \frac{1}{n} \cdot x_0 \cdot l \quad (\Omega)$$

Trong đó :

$r_0, x_0$  : Điện trở và điện kháng trên 1km dây dẫn .

l : Chiều dài đường dây , km

n : Số lộ đường dây.

\*Do ngắn mạch xa nguồn nên dòng điện ngắn mạch siêu quá độ I'' bằng dòng điện ngắn mạch ổn định  $I_\infty$  nên có thể viết :

$$I_N = I'' = I_\infty = \frac{U}{\sqrt{3}Z_N}$$

Trong đó :

$Z_N$  : Tổng trở của hệ thống đến điểm ngắn mạch thứ i ( $\Omega$ )

U : Điện áp của đường dây kV

\*Trị số dòng điện ngắn mạch xung kích được tính theo biểu thức:

$$i_{xk} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N \quad (\text{kA})$$

Trị số  $I_N$  và  $i_{xk}$  được dùng để kiểm tra khả năng ổn định nhiệt và ổn định động của thiết bị điện trong trạng thái ngắn mạch .

*Áp dụng các công thức trên ta có :*

\*Tính điểm ngắn mạch N tại thanh góp trạm phân phối trung tâm :

$$X_{HT} = \frac{U^2}{S_N} = \frac{35^2}{250} = 4.9 \quad (\Omega)$$

Điện trở và điện kháng đường dây:

$$R_{dd} = 0.5 \cdot l \cdot r_0 = 0.5 \cdot 10 \cdot 0.206 = 10.3 \quad (\Omega)$$

$$X_{dd} = 0.5 \cdot l \cdot x_0 = 0.5 \cdot 10 \cdot 0.403 = 2.015 \quad (\Omega)$$

$$Z_N = R + (X + X_{HT}) \cdot j = 10.3 + 6.92 \cdot j \quad (\Omega)$$

$$I_N = \frac{U}{\sqrt{3}Z_N} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(10.3^2 + 6.92^2)}} = 1.63 \quad \text{kA}$$

$$i_{xk} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.63 = 4.15 \quad \text{kA}$$

\*Tính điểm ngắn mạch N1 (Tại thanh cái trạm biến áp phân xưởng B1)

$$X_{HT} = 4.9 \quad (\Omega)$$

$$R = R_{dd} + R_{C1} = 10.3 + 0.029 = 10.329 \quad (\Omega)$$

Các dây từ trạm phân phối trung tâm đến các trạm biến áp phân xưởng đều là dây có  $F = 50\text{mm}^2$  có  $r_0 = 0.387(\Omega/\text{km})$  ;  $x_0 = 0.13 (\Omega/\text{km})$

$$X_{C1} = 0.5 \cdot l \cdot x_0$$

trong đó :  $l$  : Chiều dài đường dây từ trạm PPTT đến trạm biến áp phân xưởng (km).

$$X_{C1} = 0.5 \cdot 0.15 \cdot 0.13 = 0.0098 (\Omega)$$

$$X = X_{dd} + X_{HT} + X_{C1} = 2.015 + 4.9 + 0.0098 = 6.925 (\Omega)$$

$$I_N = \frac{U}{\sqrt{3}Z_N} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(10.329^2 + 6.925^2)}} = 1.63 \text{ kA}$$

$$i_{xk} = 1.8 \sqrt{2} \cdot I_N = 1.8 \sqrt{2} \cdot 1.63 = 4.14 \text{ kA}$$

Tính tương tự ta có bảng tổng kết sau :

Điểm ngắn mạch	$I_N(\text{kA})$	$I_{xk}(\text{kA})$
N	1.63	4.15
$N_1$	1.63	4.14
$N_2$	1.62	4.13
$N_3$	1.62	4.13

### 3. Lựa chọn và kiểm tra các thiết bị điện :

#### **a. Trạm phân phối trung tâm :**

Trạm phân phối trung tâm là nơi trực tiếp nhận điện từ hệ thống về cung cấp điện cho các nhà máy , do đó việc lựa chọn sơ đồ nối dây của trạm có ảnh hưởng lớn và trực tiếp đến vấn đề an toàn cung cấp điện cho toàn nhà máy

Sơ đồ cần phải thoả mãn các điều kiện cơ bản như :

+Đảm bảo nhu cầu cung cấp điện liên tục theo yêu cầu của phụ tải .

+Phải rõ ràng và thuận tiện trong vận hành và xử lý sự cố .

+An toàn lúc vận hành sửa chữa .

+Hợp lí về mặt kinh tế trên cơ sở đảm bảo các yêu cầu kĩ thuật .

Do tính quan trọng của nhà máy nên trạm phân phối được cung cấp bởi hai lộ đường dây nối với hệ thống một thanh góp có phân đoạn , liên lạc giữa hai phân đoạn thanh góp bằng máy cắt hợp bộ . Trên mỗi phân đoạn thanh góp đặt một máy biến áp đo lường 3 pha năm trụ có cuộn tam giác hở bảo chạm đất một pha trên cấp 35kV . Để chống sét truyền từ đường dây vào trạm đặt chống sét van trên các phân đoạn thanh góp . Máy biến dòng được đặt trên tất cả các lộ vào của của trạm có tác dụng biến đổi dòng lớn (sơ cấp) thành dòng điện 5A để cung cấp cho các dụng cụ đo lường và bảo vệ .

**a1. Lựa chọn , kiểm tra máy cắt , thanh dẫn của trạm phân phối trung tâm:**

Các máy cắt đặt tại trạm PPTT gồm có hai máy cắt nối đường dây trên không cấp điện cho trạm và phân đoạn thanh góp . Trên mỗi phân đoạn có 3 máy cắt nối thanh góp với các tuyến cấp cấp điện cho 3 trạm biến áp phân xưởng .

Mỗi máy cắt nối giữa hai phân đoạn thanh góp . Các máy cắt có nhiệm vụ đóng cắt các mạch điện cao áp , cắt các dòng điện phụ tải phục vụ cho công tác vận hành , máy cắt còn có chức năng cắt dòng ngắn mạch để bảo vệ các phần tử của hệ thống .

Căn cứ vào các số liệu đã tính toán được của nhà máy ta chọn các tủ cắt hợp bộ của SIEMENS loại 8DC11 cách điện SF6 , không cần bảo trì .Hệ thống thanh góp đặt sẵn trong tủ có dòng định mức 1250A

\*Máy cắt 8DC11 được chọn theo các điều kiện sau :

$$\text{Điện áp định mức : } U_{dmMC} \geq U_{dm \text{ mạng}} = 35\text{kV}$$

$$\text{Dòng điện định mức : } I_{dmMC} = 1250 \geq I_{lvmax} = 2.I_{ttm} = 213 \text{ A}$$

$$\text{Dòng điện cắt định mức : } I_{dm \text{ cắt}} = 25\text{kA} \geq I_N = 1.63 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện ổn định cho phép : } i_{dm \text{ d}} = 63 \text{ kA} \geq i_{xk} = 4.15 \text{ kA}$$

\*Thanh dẫn chọn vượt cấp nên không cần kiểm tra ổn định động .

Loại máy cắt	Cách điện	$I_{dm}$ (A)	$U_{dm}$ (kV)	$I_{c\grave{a}t3s}$ (kA)	$I_{c\grave{a}t Nmax}$ (kA)
8DC11	SF6	1250	36	25	63

**a2. Lựa chọn và kiểm tra BU :**

Máy biến áp đo lường còn gọi là máy biến điện áp , kí hiệu là BU có chức năng biến đổi điện áp sơ cấp bất kì xuống 100V hoặc  $100/\sqrt{3}$  cấp nguồn áp cho các mạch đo lường , điều khiển tín hiệu , bảo vệ .

Các BU thường đấu theo sơ đồ Y/Y ,  $\Delta/\Delta$  .Ngoài ra còn có loại BU 3 pha 5 trụ (đấu Yo/Yo , tam giác hở )ngoài chức năng thông thường cuộn tam giác hở có nhiệm vụ báo chạm đất một pha ,BU thường dùng cho mạng trung tính cách điện (10kV , 35kV)

BU được chọn theo điều kiện :

$$\text{Điện áp định mức : } U_{dmBU} \geq U_{dm.m} = 35\text{kV}$$

Chọn loại BU 3 pha 5 trụ 4MS36 , kiểu trụ do hãng Siemens chế tạo :

Thông số kĩ thuật của BU loại 4MS36 .

Thông số kĩ thuật	4MS36
$U_{dm}$ (kV)	36
U chịu đựng tần số công nghiệp 1(kV)	70

U chịu đựng xung 1.2/50 $\mu$ s (kV)	170
U <sub>1dm</sub> (kV)	35/ $\sqrt{3}$
U <sub>2dm</sub> (kV)	100/ $\sqrt{3}$
Tải định mức (VA)	400

### a3. Lựa chọn và kiểm tra máy biến dòng điện BI :

Máy biến dòng điện BI có chức năng biến đổi dòng điện sơ cấp có trị số bất kì xuống 5A (Đôi khi 1A và 10A) nhằm cấp nguồn dòng cho đo lường , tự động hoá và bảo vệ role .

BI được chọn theo các điều kiện sau :

$$\text{Điện áp định mức : } U_{dmBI} \geq U_{dm.m} = 35kV$$

Dòng điện sơ cấp định mức : khi sự cố máy biến áp có thể quá tải 30% , BI chọn theo dòng cường bức qua máy biến áp có công suất lớn nhất trong mạng là 1800 kVA.

$$I_{dmBI} \geq \frac{I_{max}}{1.2} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{1.2 \sqrt{3} \cdot 35} = \frac{1.3 \cdot 1800}{1.2 \sqrt{3} \cdot 35} = 32.17 A$$

Chọn BI loại 4MS36 , kiểu hình trụ do hang Siemens chế tạo .

\*Thông số kĩ thuật của BI loại 4MS36

Thông số kĩ thuật	4MS36
U <sub>dm</sub> (kV)	36
U chịu đựng tần số công nghiệp 1(kV)	70
U chịu đựng xung 1.2/50 $\mu$ s (kV)	170
I <sub>1dm</sub> (kA)	5-1200
I <sub>2dm</sub> (A)	1 hoặc 5
I <sub>ôn định nhiệt 1s</sub> (kA)	80
I <sub>ôn định dòng</sub> (kA)	120

### a4. Lựa chọn chống sét van :

Chống sét van là một thiết bị có nhiệm vụ chống sét đánh từ đường dây trên không vào trạm biến áp và trạm phân phối . Chống sét van được là bằng một điện trở phi tuyến :

+Với điện áp định mức của lưới điện : điện trở chống sét có trị số vô cùng , không cho dòng điện đi qua .

+Với điện áp sét : điện trở giảm đến không , chống sét van tháo dòng điện xuống đất.

Người ta chế tạo chống sét van ở mọi cấp điện áp.Chống sét van được chọn theo cấp điện áp  $U_{dm.m} = 35kV$ .

Chọn loại chống sét van do hang COOPER chế tạo có  $U_{dm} = 36kV$  , loại đỡ ngang AZLP501B36.

### ***b. Trạm biến áp phân xưởng :***

Các trạm biến áp phân xưởng đều đạt 2 máy biến áp do công ty Thiết bị điện Đông Anh sản xuất tại Việt Nam theo đơn đặt hàng . Vì các trạm biến áp phân xưởng không xa trạm phân phối trung tâm nên phía cao áp chỉ cần đặt cầu dao và cầu chì .

Dao cách li dùng để cách li máy biến áp khi sửa chữa .

Cầu chì dùng để bảo vệ ngắn mạch và quá tải cho máy biến áp

Phía hạ áp đặt aptomat tổng và các aptomat nhánh . Thanh cái hạ áp được phân đoạn bằng aptomat phân đoạn .Mục đích : giảm dòng ngắn mạch về phía hạ áp trạm và làm đơn giản việc bảo vệ , ta lựa chọn phương thức cho 2 máy biến áp làm việc độc lập (aptomat phân đoạn của thanh cái hạ áp ở trạng thái cắt) . Chỉ khi 1 máy biến áp bị sự cố mới sử dụng aptomat phân đoạn để cấp điện cho phụ tải của phân đoạn đi với máy biến áp sự cố .

#### ***b1.Lựa chọn và kiểm tra dao cách li cao áp:***

Cầu dao hay còn gọi là dao li có nhiệm vụ chủ yếu là cách li phần mang điện và phần không mang điện , tạo khoảng cách an toàn trông thấy , phục vụ cho công tác sửa chữa , kiểm tra , bảo dưỡng lưới điện .Dao cách li cũng có thể dùng cắt dòng không tải của máy biến áp nếu công suất máy không lớn lắm . Cầu dao được chế tạo ở mọi cấp điện áp .

Ta sẽ dùng chung một loại dao cách li cho tất cả các trạm biến áp để dễ dàng cho việc mua sắm lắp đặt thay thế .Dao cách li được chọn theo các điều kiện sau :

+Điện áp định mức :  $U_{dmMC} \geq U_{dm.m} = 35 \text{ kV}$

+Dòng điện định mức :  $I_{dmCl} \geq I_{lvmax} = 2.I_{ttm} = 213 \text{ A}$

+Dòng điện ổn định cho phép :  $i_{dm.d} \geq i_{xk} = 4.15 \text{ kA}$

Chọn loại 3DC do hãng siemens chế tạo .

\*Thông số kĩ thuật của dao cách li 3DC :

$U_{dm}(kV)$	$I_{dm}(A)$	$I_N(kA)$	$I_{NMAX}(kA)$
36	630	35	50

#### ***b2.Lựa chọn và kiểm tra cầu chì cao áp:***

Cầu chì là thiết bị bảo vệ có nhiệm vụ cắt đứt mạch điện khi có dòng điện lớn quá trị số cho phép đi qua . Vì thế chức năng của cầu chì là bảo vệ quá tải và ngắn mạch .Trong lưới điện cao áp (>1000V) cầu chì thường dùng ở các vị trí sau:

+Bảo vệ máy biến áp đo lường ở các cấp điện áp .

+Kết hợp với cầu dao phụ tải thành bộ máy cắt phụ tải để bảo vệ các đường dây trung áp.

+Đặt phía cao áp của các trạm biến áp phân phối để bảo vệ ngắn mạch máy biến áp .

Cầu chì được chế tạo nhiều kiểu , ở nhiều cấp điện áp khác nhau . Ở cấp điện áp trung và cao thường dùng loại cầu chì ống .

\*Ta sử dụng chung một loại cầu chì cao áp cho các trạm biến áp có công suất lớn: B1 ,B2, B3 , B4.( $S_{dmBA} = 1800 \text{ kVA} , 1250\text{kVA} 1000\text{kVA}$ )

Điện áp định mức :  $U_{dmCC} \geq U_{dm.m} = 35\text{kV}$

Dòng điện định mức : Khi sự cố một máy biến áp máy còn lại có thể quá tải 30%

$$I_{dm,CC} \geq I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3.35}} = \frac{1.3 \cdot 1800}{\sqrt{3.35}} = 38.6 \text{ A}$$

Dòng điện cắt định mức :  $I_{dm \text{ cắt}} \geq I_{N3} = 1.63 \text{ kA}$

Chọn loại cầu chì ống cao áp do hãng Siemens chế tạo loại : 3GD1 606-5B

$U_{dm}(\text{kV})$	$I_{dm}(\text{A})$	$I_{\text{cắt N min}}(\text{A})$	$I_{\text{cắt N}}(\text{kA})$
36	32	230	31.5

\*Ta sử dụng chung một loại cầu chì cao áp cho các trạm biến áp có công suất nhỏ: B5 , B6.( $S_{dmBA} = 560 \text{ kVA} , 750 \text{ kVA}$ )

Điện áp định mức :  $U_{dmCC} \geq U_{dm.m} = 35\text{kV}$

Dòng điện định mức : Khi sự cố một máy biến áp máy còn lại có thể quá tải 30%

$$I_{dm,CC} \geq I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3.35}} = \frac{1.3 \cdot 750}{\sqrt{3.35}} = 16 \text{ A}$$

Dòng điện cắt định mức :  $I_{dm \text{ cắt}} \geq I_{N3} = 2.8 \text{ kA}$

Chọn loại cầu chì ống cao áp do hãng Siemens chế tạo loại : 3GD1 603-5B

$U_{dm}(\text{kV})$	$I_{dm}(\text{A})$	$I_{\text{cắt N min}}(\text{A})$	$I_{\text{cắt N}}(\text{kA})$
36	16	62	31.5

### ***b3.Lựa chọn và kiểm tra aptomat:***

Aptomat là thiết bị đóng cắt hạ áp , có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch . Do 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 hoá cao , nên aptomat dù đắt tiền vẫn càng ngày được sử dụng rộng rãi trong lưới điện hạ áp trong công nghiệp cũng như lưới điện ánh sáng sinh hoạt .



Aptomat tổng , aptomat phân đoạn và aptomat nhánh đều chọn dùng aptomat do hãng Merlin Gerlin chế tạo .

Aptomat được chọn theo các điều kiện sau :

\*Đối với aptomat tổng và aptomat phân đoạn :

+Điện áp định  $U_{dmA} \geq U_{dm.m} = 0.38 \text{ kV}$

+Dòng điện định mức :  $I_{dmA} \geq I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm.m}}$

+Trạm biến áp : B3:

$S_{dmBA} = 1250 \text{ kVA}$

$I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm.m}} = \frac{1.3 \cdot 1250}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 2468.93 \text{ A}$

+Trạm biến áp : B2 :

$S_{dmBA} = 1000 \text{ kVA}$

$I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm.m}} = \frac{1.3 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 1975.15 \text{ A}$

+Trạm biến áp : B1:

$S_{dmBA} = 1800 \text{ kVA}$

$I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm.m}} = \frac{1.3 \cdot 1800}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 3555.26 \text{ A}$

Kết quả chọn aptomat tổng :

Tên trạm	Loại	Số lượng	Udm(V)	Idm(A)	I cắt N(kA)	Số cực
B1	M40	1	690	4000	75	3
B2,B3	M25	1	690	2500	55	3

\*Đối với aptomat nhánh :

+Điện áp định mức :  $U_{dmA} \geq U_{dm.m} = 0.38 \text{ kV}$

+Dòng điện định mức :  $I_{dmA} \geq I_{tt} = \frac{S_{ttx}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm.m}}$

Trong đó :

n : Số aptomat nhánh đưa điện về phân xưởng .

Tính theo công thức trên ta có kết quả như sau :

Stt	PX		$I_{tt}$	SL	Loại	$I_{dm}$	$U_{dm}$	$I_N$
1	Phân xưởng kết cấu kim loại		1343.72	2	M16	1600	690	40

2	Phân xưởng lắp ráp cơ khí	1979.28	2	M20	2000	690	55	
3	Phân xưởng đúc	2482.53	2	M25	2500	690	55	
4	Phân xưởng nén khí	970.25	2	M10	1000	690	40	
5	Phân xưởng rèn	2175.5	2	M25	2500	690	55	
6	Trạm bơm	383.54	2	M08	800	690	40	
7	Phân xưởng gia công gỗ	227.37	2	M08	800	690	40	
8	Ban quản lý nhà máy	247.29	2	M08	800	690	40	

#### ***b4.Lựa chọn thanh góp :***

Thanh góp là nơi nhận điện năng từ nguồn cung cấp điện và phân phối điện năng cho các phụ tải tiêu thụ .Thanh góp là phần tử cơ bản của thiết bị phân phối . Thanh góp còn được gọi là thanh cái hay thanh dẫn .

Tùy theo dòng phải tải mà thanh dẫn có cấu tạo khác nhau . Khi dòng nhỏ thì dùng thanh cứng hình chữ nhật . Khi dòng điện lớn thì dùng thanh dẫn ghép từ 2 hay 3 thanh dẫn chữ nhật đơn trên mỗi pha . Nếu dòng điện quá lớn thì dùng thanh dẫn hình máng để giảm hiệu ứng mặt ngoài và hiệu ứng gần , đồng thời tăng khả năng làm mát cho chúng .

Các thanh dẫn được chọn theo điều kiện phát nóng cho phép .

Dòng điện cường bức tính với trạm biến áp B6 có  $S_{dm} = 1311.4$  kVA

$$k_1.k_2.I_{cp} \geq I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{1311.1}{0.38\sqrt{3}} = 1992.01 \text{ A}$$

Trong đó :

$k_1 = 1$  với thanh góp đặt đứng

$k_2 = 1$  : hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ theo môi trường

#### ***b5.Kiểm tra cáp chọn :***

Để đơn giản thì ta chỉ cần kiểm tra với tuyến cáp có dòng ngắn mạch lớn nhất  $I_{N3} = 2.8$  kA

Kiểm tra tiết diện cáp đã chọn theo điều kiện ổn định nhiệt :

$$F \geq \alpha . I_{\infty} . \sqrt{t_{qd}}$$

Trong đó :

$\alpha$  : Hệ số nhiệt độ cáp lõi đồng  $\alpha = 6$

$I_{\infty}$  : Dòng điện ngắn mạch ổn định .

$t_{qd}$  : Thời gian quy đổi được xác định như tổng thời gian tác động của bảo vệ chính đặt tại máy cắt điện gần điểm sự cố với thời gian tác động toàn phần của máy cắt điện .  $t_{qd} = f(\beta'', t)$

$t$  : Thời gian tồn tại ngắn mạch (thời gian cắt ngắn mạch) , lấy  $t = 0.5s$

$\beta'' = \frac{I''}{I_{\infty}}$  ngắn mạch xa nguồn ( $I_N = I'' = I_{\infty}$ ) nên  $\beta'' = 1$

Tra đồ thị (trang 109 , TL.IV) tìm được  $t_{qd} = 0.4$

Tiết diện ổn định nhiệt của cáp :

$$F \geq \alpha . I_{\infty} . \sqrt{t_{qd}} = 6 * 2.8 * \sqrt{0.4} = 10.63 \text{ mm}^2.$$

Vậy chọn cáp  $50\text{mm}^2$  là hợp lí.

## **CHƯƠNG IV : THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG CHUNG CỦA PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ**

### **I. Đặt vấn đề :**

Trong các nhà máy xí nghiệp công nghiệp , hệ thống chiếu sáng có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo năng suất lao động , an toàn trong sản xuất và sức khoẻ người lao động . Bên cạnh hệ thống chiếu sáng tự nhiên luôn đòi hỏi một hệ thống chiếu sáng nhân tạo . Trong các hệ thống chiếu sáng nhân tạo thì hệ thống chiếu sáng sử dụng điện năng thường thuận tiện và hiệu quả hơn cả .

Yêu cầu khi thiết kế một hệ thống chiếu sáng là :

1. Không bị loá mắt .
2. Không bị loá mắt do phản xạ .
3. Không tạo khoảng tối bởi những vật bị che khuất .
4. Tạo độ rọi tương đối đồng đều trên toàn bộ mặt chiếu sáng .
5. Tạo được ánh sáng càng gần ánh sáng tự nhiên càng tốt .

### **II. Lựa chọn số lượng và công suất của hệ thống đèn chiếu sáng chung :**

Trong đồ án này , hệ thống chiếu sáng của phân xưởng sửa chữa cơ khí sẽ dùng bóng đèn sợi đốt , sản xuất tại Việt Nam .

Phân xưởng sửa chữa cơ khí có : Chiều dài :  $a = 75 \text{ m}$

Chiều rộng :  $b = 47 \text{ m}$

Tổng diện tích :  $3516 \text{ m}^2$

Nguồn điện sử dụng :  $U = 220V$  lấy từ tủ chiếu sáng của trạm biến áp phân xưởng B6 .

Độ rọi đèn yêu cầu :  $E = 30 \text{ lx}$

Hệ số dự trữ :  $k = 1.3$

Khoảng cách từ đèn đến mặt công tác :

$$H = h - h_c - h_{lv} = 7 - 0.7 - 0.8 = 5.5 \text{ m}$$

Trong đó :

$h$  : Chiều cao của phân xưởng (Tính đến trần của phân xưởng)  $h = 7 \text{ m}$

$h_c$  : Khoảng cách từ trần đến đèn ,  $h_c = 0.7 \text{ m}$

$h_{lv}$  : Chiều cao từ nền phân xưởng đến mặt công tác ,  $h_{lv} = 0.8 \text{ m}$

Hệ số phản xạ của tường :  $\rho_{tg} = 30\%$

Hệ số phản xạ của trần :  $\rho_{tr} = 50\%$

Sơ đồ tính toán chiếu sáng :

\*Để tính toán chiếu sáng cho phân xưởng sửa chữa cơ khí ở đây sẽ áp dụng phương pháp hệ số sử dụng :

Công thức toán :

$$F = \frac{E.S.Z.k}{n.k_{sd}} \text{ lumen}$$

Trong đó :

$F$  : Quang thông của mỗi đèn (lumen)

$E$  : Độ rọi yêu cầu (lux)

$S$  : Diện tích cần chiếu sáng ( $\text{m}^2$ )

$k$  : Hệ số dự trữ

$n$  : Số bóng đèn có trong hệ thống chiếu sáng chung .

$k_{sd}$  : Hệ số sử dụng tra trong sổ tay kĩ thuật theo quan hệ :  $k_{sd} = f(\varphi)$

$$\text{với } \varphi \text{ là hệ số phòng : } \varphi = \frac{a.b}{H(a+b)}$$

$Z$  : Hệ số phụ thuộc vào loại đèn và tỉ số  $L/H$  thường lấy  $Z=0.8-1.4$

Ta chọn  $L/H = 1.8$  suy ra :  $L = 1.8H = 1.8 \cdot 5.5 = 9.9$  chọn  $L=10 \text{ m}$

có  $a = 75 \text{ m}$  ;  $b = 47 \text{ m}$

Ta bố trí : 7 dãy đèn , mỗi dãy 5 bóng , khoảng cách các đèn là 10m

Khoảng cách từ tường phân xưởng đến dãy đèn gần nhất theo chiều dài và chiều rộng phân xưởng là 2.5m

Tổng số bóng cần dùng :  $n = 35$  bóng

Chỉ số phòng :

$$\varphi = \frac{a.b}{H(a+b)} = \frac{75 \cdot 47}{5.5(75+47)} = 5.2$$

tra bảng ta có hệ số sử dụng  $k_{sd} = 0.48$  , lấy  $k_{dt} = 1.3$  ,  $Z = 1.2$

Quang thông của đèn :

$$F = \frac{E.Z.S.k}{n.k_{sd}} = \frac{30 * 3516 * 1.3 * 1.1}{35 * 0.48} = 8978.36 \text{ lm}$$

Các hệ số được tra tại các bảng :

\* \* \*

**HẾT**