

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay, nền kinh tế nước ta đã có bước phát triển vượt bậc, hội nhập với khu vực và thế giới. Trong lĩnh vực cung cấp điện, nhiều thế hệ thiết bị điện mới được sử dụng nên hệ thống cung cấp điện có nhiều thay đổi. Các nhà máy xí nghiệp hiện đại được xây dựng.

Khoảng 70% điện năng sản xuất ra được sử dụng trong các xí nghiệp công nghiệp, vấn đề cung cấp điện cho lĩnh vực công nghiệp có ý nghĩa to lớn đối với nền kinh tế quốc dân. Đứng về mặt sản xuất và tiêu thụ điện năng, công nghiệp là lĩnh vực tiêu thụ nhiều điện năng nhất. Vì vậy, cung cấp và sử dụng hợp lý điện năng trong lĩnh vực này sẽ có tác dụng trực tiếp đến việc khai thác khả năng của các nhà máy phát điện và sử dụng hiệu quả lượng điện năng sản xuất ra.

Các xí nghiệp công nghiệp điện có đặc điểm chung là thiết bị dùng điện được tập trung với mật độ cao, làm việc liên tục trong suốt năm và ít có tính chất mùa vụ. Tuy thế do quá trình công nghệ của các xí nghiệp công nghiệp rất khác nhau nên hệ thống cung cấp điện của chúng cũng mang nhiều đặc điểm riêng biệt và nhiều hình nhiều vẻ.

Qua thời gian học tập, em được giao đề tài tốt nghiệp: ” Thiết kế cung cấp điện cho nhà máy chế tạo công cụ ”

Trong thời gian thực hiện đề tài, được sự giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của các thầy cô trong khoa ĐIỆN – ĐIỆN TỬ Trường ĐHDL Hải Phòng và trực tiếp là thầy Th.s Nguyễn Đức Minh em đã hoàn thành xong đề tài tốt nghiệp của mình.

Em xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ quý báu đó!

Hải Phòng, Ngày 05 tháng 10 năm 2010.

Sinh viên

Trần Trung Kiên

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NHÀ MÁY

1.1. Khái quát về nhà máy

Nhà máy chế tạo công cụ mà em thiết kế cung cấp điện là nhà máy có nhiệm vụ sản xuất chủ yếu là sản xuất công cụ , đây là một trong những phụ tải quan trọng , có công suất tiêu thụ điện năng lớn , yêu cầu về điện năng của nhà máy là được cung cấp điện năng có chất lượng tốt , tức là đảm bảo yêu cầu về tần số và điện áp , độ tin cậy cung cấp điện cao.

Theo quy trình trang bị điện và quy trình sản xuất của nhà máy thì việc ngừng cung cấp điện sẽ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm , gây thiệt hại về kinh tế . Cụ thể trong nhà máy có Ban quản lý , Phòng thiết kế , Phân xưởng sửa chữa cơ khí và kho vật liệu cho phép mất điện trong thời gian ngắn nên ta xếp vào phụ tải loại III . Các phân xưởng còn lại đều xếp vào phụ tải loại I , như vậy phụ tải loại I chiếm khoảng 97% , do đó ta xếp nhà máy vào phụ tải loại I.

Để quy trình sản xuất của nhà máy đảm bảo vận hành tốt thì phải đảm bảo chất lượng điện năng và độ tin cậy cung cấp điện cho toàn nhà máy.

1.2. Giới thiệu phụ tải điện của toàn nhà máy

Nhà máy cung cấp điện trong đề tài thiết kế cung cấp điện có quy mô khá lớn . Nhà máy có 10 phân xưởng với các phụ tải điện sau:

Bảng 1.1-Danh sách các phân xưởng và nhà làm việc trong nhà máy

Số trên mặt bằng	Tên phân xưởng	Công suất đặt (KW)	Diện tích (m ²)
1	Ban quản lý và Phòng thiết kế	80	1538
2	Phân xưởng cơ khí số 1	3600	2125
3	Phân xưởng cơ khí số 2	3200	3150
4	Phân xưởng luyện kim màu	1800	2325
5	Phân xưởng luyện kim đen	2500	4500
6	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	Tính toán	1100
7	Phân xưởng rèn	2100	3400
8	Phân xưởng nhiệt luyện	3500	3806
9	Bộ phận nén khí	1700	1875
10	Kho vật liệu	60	3738

Theo thiết kế, nhà máy sẽ được cấp điện từ một Trạm biến áp trung gian cách nhà máy 10km, bằng đường dây trên không lộ kép, dung lượng ngắn mạch phía hạ áp của Trạm biến áp trung gian là $S_N=250$ MVA.

Nhà máy làm việc theo chế độ 3 ca, thời gian sử dụng công suất cực đại $T_{\max}=6000$ h. Trong nhà máy có Ban quản lý, Phân xưởng sửa chữa cơ khí và Kho vật liệu là hộ loại III, các phân xưởng còn lại đều thuộc hộ loại I.

1.3. Yêu cầu của đề tài thiết kế

- Đây là một đề tài thiết kế cấp điện vì vậy nó cần phải thỏa mãn những yêu cầu sau:

+ Độ tin cậy cung cấp điện

+Chất lượng điện năng

+An toàn

+Kinh tế

- Nhiệm vụ của bản thiết kế tốt nghiệp gồm những nội dung chính sau:

Chương 1 : Giới thiệu chung về nhà máy

Chương 2 : Xác định phụ tải tính toán của các phân xưởng và toàn nhà máy

Chương 3 : Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho toàn nhà máy

Chương 4 : Thiết kế mạng hạ áp cho phân xưởng sửa chữa cơ khí

Chương 5: Thiết kế chiếu sáng cho phân xưởng sửa chữa cơ khí

Chương 6 : Tính bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số công suất cho nhà máy

CHƯƠNG 2

XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN CÁC PHÂN XƯỞNG VÀ TOÀN NHÀ MÁY

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

Để tính phụ tải tính toán có các phương pháp sau:

- Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu.
- Xác định phụ tải tính toán theo xuất phụ tải trên một đơn vị diện tích.
- Xác định phụ tải tính toán theo xuất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm.
- Xác định phụ tải theo hệ số cực đại K_{\max} và công suất trung bình hay còn gọi là phương pháp số thiết bị điện có hiệu quả.

Tôi chọn phương pháp 4 để tính toán cho Phân xưởng sửa chữa cơ khí.

Nội dung của phương pháp như sau:

- Với 1 động cơ thì:

$$P_{tt} = P_{dm}$$

- Với nhóm động cơ có số lượng ≤ 3 thì :

$$P_{tt} = \sum_1^n P_{dmi}$$

- Với nhóm động cơ có số lượng ≥ 4 thì:

$$P_{tt} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot P_{dm}$$

Trong đó:

P_{dm} : Là công suất định mức của thiết bị(kW)

K_{sd}, K_{\max} : Hệ số sử dụng và hệ số cực đại

K_{sd} : Của nhóm máy được tra trong sổ tay

K_{\max} : Được tính theo đường cong $K_{\max} = f(K_{sd}, n_{hq})$

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

n_1 : Là số thiết bị có công suất $\geq \frac{1}{2}$ thiết bị có công suất lớn nhất

trong nhóm

n : Số thiết bị trong nhóm

P : Tổng công suất của các thiết bị

P_1 : Tổng công suất của các thiết bị có công suất $\geq \frac{1}{2}$ công suất của

thiết bị lớn nhất trong nhóm

Từ n_* và P_* tra bảng ta tìm được n_{hq}

$$n_{hq} = n_{hq} * \cdot n$$

Từ n_{hq} và K_{sd} tra bảng K_{max} ta tìm được K_{max}

Ta có:

$$\cos\varphi_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{dmi} \cdot \cos\varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

$$Ksd_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{dmi} \cdot Ksd_i}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

Khi tính toán phụ tải theo phương pháp này trong một số trường hợp cụ thể ta có thể sử dụng công thức gần đúng sau:

Khi $n_{hq} < 4$

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n Kti \cdot P_{dmi}$$

Trong đó:

K_{ti} : Hệ số tải. Nếu không biết chính xác hệ số tải có thể lấy gần đúng như sau:

$K_t=0,9$ với các thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn.

$K_t=0,75$ với các thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

Cần lưu ý rằng: Nếu trong nhóm có thiết bị điện làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì phải quy đổi về chế độ dài hạn trước khi tính toán n_{hq} .

$$P_{qd} = P_{dm} \cdot \sqrt{k_d \%}$$

$K_d\%$: hệ số đóng điện phân trăm.

Cũng cần phải quy đổi công suất về 3 pha đối với các thiết bị dung điện 1 pha.

Cần phải phân phối đều các thiết bị đó lên 3 pha của mạng.

Thiết bị 1 pha đầu vào điện áp pha:

$$P_{qd}=3.P_{dm}$$

Thiết bị một pha đầu vào điện áp dây:

$$P_{qd}=\sqrt{3}.P_{dm}$$

Phụ tải chiếu sáng phân xưởng được xác định bằng công thức:

$$P_{cs}=p_0.S$$

P_0 : suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích (W/m^2). Trong thiết kế sơ bộ có thể lấy theo số liệu tham khảo.

S : diện tích cần được chiếu sáng.

Phụ tải động lực phản kháng được xác định theo công thức:

$$Q_{tt}=P_{tt}.tg\varphi$$

Cuối cùng, phụ tải tính toán tính toán phân xưởng được tính như sau:

$$P_{ttx} = k_{dt} \sum_1^n P_{tti}$$

$$Q_{ttx} = k_{dt} \sum_1^n Q_{tti}$$

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

2.1.1. Phân nhóm phụ tải Phân xưởng sửa chữa cơ khí

Yêu cầu của phân nhóm phụ tải phân xưởng:

- Dựa vào vị trí lắp đặt của các thiết bị dùng điện trên mặt phẳng phân xưởng.
- Tổng công suất các nhóm không được lệch nhau quá nhiều.
- Đi dây thuận lợi (không được chồng chéo lên nhau, đi dây chỉ được gấp khúc 1 lần và góc lượn phải $\geq 90^0$).

Tuy nhiên thường rất khó thỏa mãn cùng một lúc cả 3 nguyên tắc trên, do vậy người thiết kế phải tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của phụ tải để lựa chọn phương án thỏa hiệp một cách tốt nhất có thể.

Dựa vào nguyên tắc phân nhóm phụ tải điện đã nêu ở trên và căn cứ theo vị trí, công suất của các thiết bị bố trí trên mặt bằng phân xưởng có thể chia các thiết bị trong Phân xưởng sửa chữa cơ khí thành 5 nhóm. Kết quả phân nhóm phụ tải điện được trình bày trong bảng 2.1

Bảng 2.1- Bảng phân nhóm phụ tải điện

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 1						
1	Máy cưa kiểu đại	1	1	1	1	2.53
2	Khoan bàn	1	3	0.65	0.65	1.65
3	Máy mài thô	1	5	2.8	2.8	7.09
4	Máy khoan đứng	1	6	2.8	2.8	7.09
5	Máy mài ngang	1	7	4.5	4.5	11.40
6	Máy xọc	1	8	2.8	2.8	7.09
7	Máy mài tròn vạn năng	1	9	2.8	2.8	7.09
Tổng		7			17.35	43.93

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 2						
1	Máy phay vạt năng	1	10	4.5	4.5	11.40
2	Máy phay vạt năng	1	11	7.8	7.8	19.75
3	Máy tiện ren	1	12	8.1	8.1	20.51
4	Máy tiện ren	1	13	10	10	25.32
5	Máy tiện ren	1	14	14	14	35.45
6	Máy tiện ren	1	15	4.5	4.5	11.40
7	Máy tiện ren	1	16	10	10	25.32
8	Máy tiện ren	1	17	20	20	50.64
9	Cầu trục	1	19	12.1	12.1	30.64
Tổng		9			91	230.43
Nhóm 3						
1	Máy khoan đứng	1	18	0.85	0.85	2.15
2	Bàn	1	21	0.85	0.85	2.15
3	Máy khoan bàn	1	2	0.85	0.85	2.15
4	Bể dầu có tăng nhiệt	1	26	2.5	2.5	6.33
5	Máy cạo	1	27	1	1	2.53
6	Máy mài thô	1	30	2.8	2.8	7.09
7	Máy nén cắt liên hợp	1	31	1.7	1.7	4.30
8	Máy mài phá	1	33	2.8	2.8	7.09
9	Quạt lò rèn	1	34	1.5	1.5	3.80
10	Máy khoan đứng	1	36	0.85	0.85	2.15
Tổng		10			15.7	39.76

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 4						
1	Bể ngâm dung dịch kiềm	1	41	3	3	7.60
2	Bể ngâm nước nóng	1	42	3	3	7.60
3	Máy cuốn dây	1	46	1.2	1.2	3.04
4	Máy cuốn dây	1	47	1	1	2.53
5	Bể ngâm tắm có tăng nhiệt	1	48	3	3	7.60
6	Tủ sấy	1	49	3	3	7.60
7	Máy khoan bàn	1	50	0.65	0.65	1.65
8	Máy mài thô	1	52	2.8	2.8	7.09
9	Bàn thử nghiệm thiết bị điện	1	53	7	7	17.73
Tổng		9			24.65	62.42
Nhóm 5						
1	Bể khử dầu mỡ	1	55	3	3	7.60
2	Lò điện để luyện khuôn	1	56	5	5	12.66
3	Lò điện để nấu chảy babit	1	57	10	10	25.32
4	Lò điện để mạ thiếc	1	58	3.5	3.5	8.86
5	Quạt lò đúc đồng	1	60	1.5	1.5	3.80
6	Máy khoan bàn	1	62	0.65	0.65	1.65
7	Máy uốn các tấm mỏng	1	64	1.7	1.7	4.30
8	Máy mài phá	1	65	2.8	2.8	7.09
9	Máy hàn điểm	1	66	13	13	32.92
10	Chỉnh lưu selenium	1	69	0.6	0.6	1.52
Tổng		10			41.75	105.72

2.1.2. Xác định phụ tải tính toán các nhóm phụ tải

1. Tính toán cho nhóm 1:

Số liệu phụ tải của nhóm 1 cho trong bảng 2.2

Bảng 2.2- Danh sách thiết bị thuộc nhóm 1

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 1						
1	Máy cưa kiểu đại	1	1	1	1	2.53
2	Khoan bàn	1	3	0.65	0.65	1.65
3	Máy mài thô	1	5	2.8	2.8	7.09
4	Máy khoan đứng	1	6	2.8	2.8	7.09
5	Máy mài ngang	1	7	4.5	4.5	11.40
6	Máy xọc	1	8	2.8	2.8	7.09
7	Máy mài tròn vạn năng	1	9	2.8	2.8	7.09
Tổng		7			17.35	43.93

Tra bảng PL I.1[TL1] ta tìm được $k_{sd}=0.15$, $\cos\varphi=0.6$

Số thiết bị: $n=7$

Tổng công suất nhóm : $P=17.35$ (kW).

Số thiết bị: $n_1=5$

Tổng công suất của các thiết bị: $P_1=2.8+2.8+4.5+2.8+2.8=15.7$ (kW).

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{5}{7} = 0.7$$

$$P_* = \frac{P_1}{P} = \frac{15.7}{17.35} = 0.9$$

Tra bảng PL I.5[TL1] tìm $n_{hq^*} = f(n^*, P^*)$

ta được $n_{hq^*} = 0.8$

$$n_{hq} = n_{hq^*} * n = 0.8 * 7 = 6$$

Tra bảng PL I.6[TL1] tìm $k_{max} = f(n_{hq}, k_{sd})$ với $n_{hq} = 6, k_{sd} = 0.15$

ta được $k_{max} = 2.64$

Phụ tải tính toán nhóm 1:

$$P_{tt} = k_{max} * k_{sd} * \sum_{i=1}^n P_{ddi} = 2.64 * 0.15 * 17.35 = 6.87 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} * tg\varphi = 6.87 * 1.33 = 9.14 \text{ (kVar)}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = 11.43 \text{ (kVA)}.$$

2. Tính toán cho nhóm 2:

Số liệu phụ tải của nhóm 2 cho trong bảng 2.3

Trong nhóm có cầu trục là thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại ta quy đổi về chế độ dài hạn.

Ta có công suất quy đổi tính theo công thức:

$$P_{qd} = P_{dm} * \sqrt{k_d \%}$$

Trong đó k_d - hệ số đóng điện phần trăm, lấy bằng 0.25

$$\Rightarrow P_{qd} = 12.1 * \sqrt{0.25} = 6.05 \text{ (kW)}$$

Bảng 2.3- Danh sách thiết bị thuộc nhóm 2

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 2						
1	Máy phay vạn năng	1	10	4.5	4.5	11.40
2	Máy phay vạn năng	1	11	7.8	7.8	19.75

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
3	Máy tiện ren	1	12	8.1	8.1	20.51
4	Máy tiện ren	1	13	10	10	25.32
5	Máy tiện ren	1	14	14	14	35.45
6	Máy tiện ren	1	15	4.5	4.5	11.40
7	Máy tiện ren	1	16	10	10	25.32
8	Máy tiện ren	1	17	20	20	50.64
9	Cầu trục	1	19	6.05	6.05	30.64
Tổng		9			84.95	230.43

Tổng công suất nhóm : P=84.95(kW).

Số thiết bị: n₁=4

Tổng công suất của các thiết bị: P₁=10+14+10+20= 54(kW).

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{4}{9} = 0.45$$

$$P_* = \frac{P_1}{P} = \frac{54}{84.95} = 0.65$$

Tra bảng PL I.5[TL1] tìm $n_{hq*} = f(n_*, P_*)$

ta được $n_{hq*} = 0.81$

$$n_{hq} = n_{hq*} * n = 0.81 * 9 = 7$$

Tra bảng PL I.6[TL1] tìm $k_{max} = f(n_{hq}, k_{sd})$ với $n_{hq} = 7$, $k_{sd} = 0.15$

ta được $k_{max} = 2.48$

Phụ tải tính toán nhóm 2:

$$P_{tt} = k_{max} * k_{sd} * \sum_{i=1}^n P_{ddi} = 2.48 * 0.15 * 84.95 = 31.6 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 31.6 \cdot 1.33 = 42.03 \text{ (kVar)}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = 52.58 \text{ (kVA)}$$

3. Tính toán cho nhóm 3:

Số liệu phụ tải của nhóm 3 cho trong bảng 2.4

Bảng 2.4- Danh sách thiết bị thuộc nhóm 3

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 3						
1	Máy khoan đứng	1	18	0.85	0.85	2.15
2	Bàn	1	21	0.85	0.85	2.15
3	Máy khoan bàn	1	2	0.85	0.85	2.15
4	Bể dầu có tăng nhiệt	1	26	2.5	2.5	6.33
5	Máy cạo	1	27	1	1	2.53
6	Máy mài thô	1	30	2.8	2.8	7.09
7	Máy nén cắt liên hợp	1	31	1.7	1.7	4.30
8	Máy mài phá	1	33	2.8	2.8	7.09
9	Quạt lò rèn	1	34	1.5	1.5	3.80
10	Máy khoan đứng	1	36	0.85	0.85	2.15
Tổng		10			15.7	39.76

Tổng công suất nhóm : P=15.7(kW).

Số thiết bị: n₁=5

Tổng công suất của các thiết bị: P₁=2.5+2.8+1.7+2.8+1.5= 11.3 (kW).

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{5}{10} = 0.5$$

$$P_* = \frac{P_1}{P} = \frac{11.3}{15.7} = 0.7$$

Tra bảng PL I.5[TL1] tìm $n_{hq*} = f(n_*, P_*)$

ta được $n_{hq*} = 0.82$

$$n_{hq} = n_{hq*} * n = 0.82 * 10 = 8$$

Tra bảng PL I.6[TL1] tìm $k_{max} = f(n_{hq}, k_{sd})$ với $n_{hq} = 8, k_{sd} = 0.15$

ta được $k_{max} = 2.31$

Phụ tải tính toán nhóm 3:

$$P_{tt} = k_{max} * k_{sd} * \sum_{i=1}^n P_{ddi} = 2.31 * 0.15 * 15.7 = 9.07 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} * \text{tg}\varphi = 9.07 * 1.33 = 12.06 \text{ (kVar)}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = 15.09 \text{ (kVA)}.$$

4. Tính toán cho nhóm 4:

Số liệu phụ tải của nhóm 4 cho trong bảng 2.5

Bảng 2.5- Danh sách thiết bị thuộc nhóm 4

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 4						
1	Bể ngâm dung dịch kiềm	1	41	3	3	7.60
2	Bể ngâm nước nóng	1	42	3	3	7.60
3	Máy cuốn dây	1	46	1.2	1.2	3.04
4	Máy cuốn dây	1	47	1	1	2.53
5	Bể ngâm tâm có tăng nhiệt	1	48	3	3	7.60
6	Tủ sấy	1	49	3	3	7.60
7	Máy khoan bàn	1	50	0.65	0.65	1.65

8	Máy mài thô	1	52	2.8	2.8	7.09
9	Bàn thử nghiệm thiết bị điện	1	53	7	7	17.73
Tổng		9			24.65	62.42

Tổng công suất nhóm : $P=24.65(\text{kW})$.

Số thiết bị: $n_1=1$

Tổng công suất của các thiết bị: $P_1= 7 (\text{kW})$.

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{1}{9} = 0.1$$

$$P_* = \frac{P_1}{P} = \frac{7}{24.65} = 0.3$$

Tra bảng PL I.5[TL1] tìm $n_{hq*} = f(n_*, P_*)$

ta được $n_{hq*} = 0.66$

$$n_{hq} = n_{hq*} * n = 0.66 * 9 = 6$$

Tra bảng PL I.6[TL1] tìm $k_{\max} = f(n_{hq}, k_{sd})$ với $n_{hq} = 6, k_{sd} = 0.15$

ta được $k_{\max} = 2.64$

Phụ tải tính toán nhóm 4:

$$P_{tt} = k_{\max} * k_{sd} * \sum_{i=1}^n P_{ddi} = 2.64 * 0.15 * 25.65 = 10.16(\text{kW})$$

$$Q_{tt} = P_{tt} * \text{tg}\varphi = 10.16 * 1.33 = 13.51 (\text{kVar})$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = 16.9 (\text{kVA}).$$

5.Tính toán cho nhóm 5:

Số liệu phụ tải của nhóm 5 cho trong bảng 2.6

Trong nhóm 5 có máy hàn điểm là thiết bị một pha sử dụng điện áp dây và làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại nên cần quy đổi về phụ tải 3 pha tương đương, có chế độ làm việc dài hạn:

$$P_{qd} = \sqrt{3} * P_{dm} * \sqrt{k_d \%}$$

Trong đó k_d - hệ số đóng điện phần trăm, lấy bằng 0.25

$$\Rightarrow P_{qd} = \sqrt{3} * 13 * \sqrt{0.25} = 11.26 \text{ (kW)}$$

Trong nhóm còn có chính lưu sêlêniun là thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp

lại ta quy đổi về thiết bị làm việc dài hạn: $P_{qd} = P_{dm} \cdot \sqrt{k_d \%}$

$$\Rightarrow P_{qd} = 0.6 * \sqrt{0.25} = 0.3 \text{ (kW)}$$

Bảng 2.6 - Danh sách thiết bị thuộc nhóm 5

Stt	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	P _{ĐM} (kW)		I _{ĐM} (A)
				Một máy	Tổng	
Nhóm 5						
1	Bể khử dầu mỡ	1	55	3	3	7.60
2	Lò điện để luyện khuôn	1	56	5	5	12.66
3	Lò điện để nấu chảy babit	1	57	10	10	25.32
4	Lò điện để mạ thiếc	1	58	3.5	3.5	8.86
5	Quạt lò đúc đồng	1	60	1.5	1.5	3.80
6	Máy khoan bàn	1	62	0.65	0.65	1.65
7	Máy uốn các tấm mỏng	1	64	1.7	1.7	4.30
8	Máy mài phá	1	65	2.8	2.8	7.09
9	Máy hàn điểm	1	66	11.26	11.26	32.92
10	Chính lưu selenium	1	69	0.3	0.3	1.52
Tổng		10			39.71	105.72

Tổng công suất nhóm : P=39.71(kW).

Số thiết bị: $n_1=2$

Tổng công suất của các thiết bị: $P_1 = 10 + 11.26 = 21.26$ (kW).

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{2}{10} = 0.2$$

$$P_* = \frac{P_1}{P} = \frac{21.26}{39.71} = 0.55$$

Tra bảng PL I.5[TL1] tìm $n_{hq*} = f(n_*, P_*)$

ta được $n_{hq*} = 0.54$

$$n_{hq} = n_{hq*} * n = 0.54 * 10 = 5$$

Tra bảng PL I.6[TL1] tìm $k_{max} = f(n_{hq}, k_{sd})$ với $n_{hq} = 5$, $k_{sd} = 0.15$

ta được $k_{max} = 2.87$

Phụ tải tính toán nhóm 5:

$$P_{tt} = k_{max} * k_{sd} * \sum_{i=1}^n P_{ddi} = 2.87 * 0.15 * 39.71 = 17.1 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} * \text{tg}\varphi = 17.1 * 1.33 = 22.74 \text{ (kVar)}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = 28.45 \text{ (kVA)}.$$

Từ kết quả tính toán cho các nhóm, ta lập được bảng tổng hợp kết quả sau:

Bảng 2.7 - Bảng thống kê phụ tải tính toán các nhóm trong Phân xưởng sửa chữa cơ khí

Stt nhóm	P_d (kW)	n	n_1	n_{hq}	K_{max}	K_{sd}	$\cos\phi_{tb}$	P_{tt} (kW)	Q_{tt} (kVAR)	S_{tt} (kVA)
1	17.35	7	5	6	2.64	0.15	0.6	6.87	9.14	11.43
2	84.95	9	4	7	2.48	0.15	0.6	31.6	42.03	52.58
3	15.7	10	5	8	2.31	0.15	0.6	9.07	12.06	15.09
4	24.65	9	1	6	2.64	0.15	0.6	10.16	13.51	16.9
5	39.71	10	2	5	2.87	0.15	0.6	17.1	22.74	28.45

Vậy ta tính được phụ tải tính toán động lực của Phân xưởng sửa chữa cơ khí:

$$P_{px} = k_{dt} \sum_{i=1}^5 P_{tti} = 0.8(6.87 + 31.6 + 9.07 + 10.16 + 17.1) = 59.84(kW)$$

Trong đó : k_{dt} – hệ số đồng thời của toàn phân xưởng , lấy $k_{dt} = 0.8$

$$Q_{px} = k_{dt} \sum_{i=1}^5 Q_{tqi} = 0.8(9.14 + 42.03 + 12.06 + 13.51 + 22.74) = 79.58(kVar)$$

2.1.3. Tính toán phụ tải chiếu sáng cho Phân xưởng sửa chữa cơ khí

Phụ tải chiếu sáng của Phân xưởng sửa chữa cơ khí được tính theo phương pháp suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích:

$$P_{cs} = P_0 * F$$

Trong đó :

P_0 - Suất chiếu sáng trên 1 đơn vị diện tích chiếu sáng [W/m^2]

F - Diện tích được chiếu sáng [m^2]

Trong phân xưởng sửa chữa cơ khí ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng, tra bảng PL1.2[TL1] ta tìm được $p_0 = 14 W/m^2$

Phụ tải chiếu sáng phân xưởng:

$$P_{cs} = p_0 * F = 14 * 1100 = 15400 W = 15.4 (kW)$$

$$Q_{cs} = P_{cs} * \text{tg}\varphi = 0 \text{ (đèn sợi đốt nên } \cos\varphi = 0)$$

2.1.4. Xác định phụ tải tính toán của toàn phân xưởng

* Phụ tải tác dụng tính toán toàn phân xưởng :

$$P_{ttx} = P_{tt} + P_{cs} = 59.84 + 15.4 = 75.24 (kW)$$

* Phụ tải phản kháng tính toán toàn phân xưởng :

$$Q_{ttx} = Q_{tt} + Q_{cs} = 79.58 + 0 = 79.58 (kVar)$$

* Phụ tải tính toán toàn phần của phân xưởng kể cả chiếu sáng :

$$S_{ttx} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^5 P_{tt} + P_{cs}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^5 Q_{tt} + Q_{cs}\right)^2}$$
$$= \sqrt{75.24^2 + 79.58^2} = 109.52 (kVA).$$

2.2. Xác định phụ tải tính toán của toàn nhà máy

2.2.1. Phương pháp xác định phụ tải tính toán của nhà máy

Dựa vào số liệu ban đầu, tôi chọn phương pháp xác định phụ tải tính toán của nhà máy bằng phương pháp tính toán theo công suất đặt P_d .

Phụ tải tính toán của mỗi phân xưởng được tính toán theo công thức:

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_d$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg}\varphi$$

Trong đó:

K_{nc} : Hệ số nhu cầu, tra trong sổ tay kỹ thuật theo số liệu thống kê của các xí nghiệp, phân xưởng tương ứng.

$\operatorname{Cos}\varphi$: hệ số công suất tính toán. Cũng tra trong sổ tay kỹ thuật từ đó rút ra $\operatorname{tg}\varphi$.

Phụ tải chiếu sáng của phân xưởng được tính tương tự như cách tính tại Phân xưởng sửa chữa cơ khí.

Phụ tải tính toán toàn phần của phân xưởng :

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

Cuối cùng phụ tải tính toán toàn xí nghiệp được xác định bằng cách lấy tổng hợp toàn phụ tải các phân xưởng có kể đến hệ số đồng thời.

$$P_{ttXN} = K_{dt} \cdot \sum_1^n P_{ttxi} = K_{dt} \cdot \sum_1^n P_{tti} + P_{csi}$$

$$Q_{ttXN} = K_{dt} \cdot \sum_1^n Q_{ttxi} = K_{dt} \cdot \sum_1^n Q_{ttxi} + Q_{csi}$$

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

$$\operatorname{Cos}\varphi = \frac{P_{ttXN}}{S_{ttXN}}$$

K_{dt} : hệ số đồng thời . Khi số phân xưởng >5 ta có thể lấy $K_{dt}=0,8 \div 0,85$

2.2.2. Phụ tải tính toán của nhà máy chế tạo máy kéo

1. Xác định phụ tải tính toán cho Ban quản lý và phòng thiết kế :

Công suất đặt: 80 (kW)

Diện tích: 1538 (m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với Ban quản lý và phòng thiết kế ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.75 \quad , \quad \cos\varphi = 0.85$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 15 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn huỳnh quang để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs} = 0.6$, $\text{tg}\varphi_{cs} = 1.33$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d = 0.75 \cdot 80 = 60 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi = 60 \cdot 0.62 = 37.2 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 15 \cdot 1538 = 23070 \text{ (W)} = 23.07 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi_{cs} = 23.07 \cdot 1.33 = 30.68 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$\begin{aligned} S_{tt} &= \sqrt{P_{tt}^2 + P_{cs}^2 + Q_{tt}^2 + Q_{cs}^2} = \sqrt{60^2 + 23.07^2 + 37.2^2 + 30.68^2} \\ &= 80.36 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

2. Xác định phụ tải tính toán cho Phân xưởng cơ khí số 1 :

Công suất đặt : 3600 (kW)

Diện tích : 2125(m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với phân xưởng cơ khí ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.3 \quad , \quad \cos\varphi = 0.6$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 14 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs} = 1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d = 0.3 \cdot 3600 = 1080 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi = 1080 \cdot 1.33 = 1436.4 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 14 \cdot 2125 = 29750 \text{ (W)} = 29.75 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + P_{cs}^2 + Q_{tt}^2 + Q_{cs}^2} = \sqrt{1080^2 + 29.75^2 + 1436.4^2} \\ = 1815.16 \text{ (kVA)}$$

3. Xác định phụ tải tính toán cho Phân xưởng cơ khí số 2 :

Công suất đặt : 3200 (kW)

Diện tích: 3150(m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với phân xưởng cơ khí ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.3, \cos\varphi = 0.6$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 14 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs} = 1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d = 0.3 \cdot 3200 = 960 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi = 960 \cdot 1.33 = 1276.8 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 14 \cdot 3150 = 44100 \text{ (W)} = 44.1 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + P_{cs}^2 + Q_{tt}^2 + Q_{cs}^2} = \sqrt{960^2 + 44.1^2 + 1276.8^2} \\ = 1624.33 \text{ (kVA)}$$

4. Xác định phụ tải tính toán cho Phân xưởng luyện kim màu :

Công suất đặt : 1800 (kW)

Diện tích : 2325(m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với phân xưởng luyện kim màu ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.6 \quad , \quad \cos\varphi = 0.85$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 15 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs}=1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc}.P_d = 0.6*1800 = 1080 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt}.\text{tg}\varphi = 1080*0.62 = 669.3 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0.S = 15*2325 = 34875 \text{ (W)} = 34.88 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs}.\text{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$\begin{aligned} S_{tt} &= \sqrt{P_{tt} + P_{cs}}^2 + Q_{tt} + Q_{cs}}^2 = \sqrt{1080 + 34.88}^2 + 669.3^2 \\ &= 1300.35 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

5. Xác định phụ tải tính toán cho Phân xưởng luyện kim đen :

Công suất đặt : 2500 (kW)

Diện tích: 4500(m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với phân xưởng luyện kim đen ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.6 \quad , \quad \cos\varphi = 0.9$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 15 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs}=1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc}.P_d = 0.6*2500 = 1500 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt}.\text{tg}\varphi = 1500*0.48 = 720 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 15 \cdot 4500 = 67500 \text{ (W)} = 67.5 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$\begin{aligned} S_{tt} &= \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{4500^2 + 720^2} \\ &= 1724.95 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

6. Xác định phụ tải tính toán cho Phân xưởng rèn :

Công suất đặt : 2100 (kW)

Diện tích: 3400(m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với phân xưởng rèn ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.55, \cos\varphi = 0.6$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 15 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs} = 1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d = 0.55 \cdot 2100 = 1155 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi = 1155 \cdot 1.33 = 1536.15 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 15 \cdot 3400 = 51000 \text{ (W)} = 51 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$\begin{aligned} S_{tt} &= \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1155^2 + 1536.15^2} \\ &= 1953 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

7. Xác định phụ tải tính toán cho Phân xưởng nhiệt luyện :

Công suất đặt : 3500 (kW)

Diện tích : 3806 (m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với phân xưởng nhiệt luyện ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.6 \quad , \quad \cos\varphi = 0.8$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 15 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs}=1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc}.P_d = 0.6*3500 = 2100 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt}.\text{tg}\varphi = 2100*0.75 = 1575 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0.S = 15*3806 = 57090 \text{ (W)} = 57.09 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs}.\text{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$\begin{aligned} S_{tt} &= \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2 + P_{cs}^2 + Q_{cs}^2} = \sqrt{2100^2 + 1575^2 + 57090^2 + 0^2} \\ &= 2670.89 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

8. Xác định phụ tải tính toán cho Bộ phận nén khí :

Công suất đặt : 1700 (kW)

Diện tích : 1875 (m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với bộ phận nén khí ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.7 \quad , \quad \cos\varphi = 0.8$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 12 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\cos\varphi_{cs}=1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc}.P_d = 0.7*1700 = 1190 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt}.\text{tg}\varphi = 1190*0.75 = 892.5 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0.S = 12*1875 = 22500 \text{ (W)} = 22.5 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$\begin{aligned} S_{tt} &= \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1190^2 + 892.5^2} \\ &= 1505.56 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

9. Xác định phụ tải tính toán cho Kho vật liệu :

Công suất đặt : 60 (kW)

Diện tích : 3738 (m²)

Tra bảng PL1.3[TL1] với bộ phận nén khí ta tìm được:

$$k_{nc} = 0.7, \quad \cos\varphi = 0.8$$

Tra bảng PL 1.2[TL1] ta tìm được suất chiếu sáng $p_0 = 10 \text{ W/m}^2$

Ta dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng : $\operatorname{Cos}\varphi_{cs}=1$

- Công suất tính toán động lực :

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d = 0.7 \cdot 60 = 42 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 42 \cdot 0.75 = 31.5 \text{ (kVar)}$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 10 \cdot 3738 = 37380 \text{ (W)} = 37.38 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{cs} = 0 \text{ (kVar)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần :

$$\begin{aligned} S_{tt} &= \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{42^2 + 31.5^2} \\ &= 53.4 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

Kết quả xác định phụ tải tính toán của các phân xưởng được trình bày trong bảng 2.8 :

Bảng 2.8 - Phụ tải tính toán của các phân x-ởng

Tên phân xưởng	P _d (kW)	P _{cs} (kW)	P _{tt} (kW)	Q _{tt} (kVar)	S _{tt} (kVA)
Ban quản lý và phòng thiết kế	80	23.07	93.07	67.88	80.36

Phân xưởng cơ khí số 1	3600	29.75	1109.75	1436.4	1815.16
Phân xưởng cơ khí số 2	3200	44.1	1004.1	1276.8	1624.33
Phân xưởng luyện kim màu	1800	34.88	1114.88	669.3	1300.35
Phân xưởng luyện kim đen	2500	67.5	1567.5	720	1724.95
Phân xưởng sửa chữa cơ khí		15.4	75.24	79.58	109.52
Phân xưởng rèn	2100	51	4206	1536.15	1953
Phân xưởng nhiệt luyện	3500	57.09	2157.09	1575	2670.89
Bộ phận nén khí	1700	22.5	1212.5	892.5	1505.56
Kho vật liệu	60	37.38	79.38	31.5	85.4
Tổng			9609.51	8285.11	12869.52

Chọn hệ số $k_{dt}=0,8$

- Phụ tải tính toán tác dụng toàn nhà máy:

$$P_{ttnm}=k_{dt} \cdot \sum_1^n P_{t_i} = 0,8 \cdot 9609,51 = 7687,61 \text{ (kW)}$$

- Phụ tải tính toán phản kháng toàn nhà máy:

$$Q_{ttnm}=k_{dt} \cdot \sum_1^n Q_{t_i} = 0,8 \cdot 8285,11 = 6628,09 \text{ (kVAr)}$$

- Phụ tải tính toán toàn phần của nhà máy:

$$S_{ttnm} = \sqrt{P_{ttnm}^2 + Q_{ttnm}^2} = 10150,41 \text{ (kVA)}$$

- Hệ số công suất của nhà máy:

$$\cos\varphi_{nm} = \frac{P_{tmm}}{S_{tmm}} = \frac{7687.61}{10150.41} = 0,76$$

Chú ý: Khi kể đến sự phát triển trong tương lai của nhà máy, ta có phụ tải trong tương lai của nhà máy:

$$S_{NM}(t) = S_{tNM}(1 + \alpha.t)$$

Lấy $\alpha = 0,06$ và thời gian $t = 10$ (năm)

Ta có : $S_{NM(10)} = 10150.41.(1 + 0,06.10) = 16240.66(\text{kVA})$.

2.2.3. Biểu đồ phụ tải tính toán toàn nhà máy

Xác định biểu đồ phụ tải : [Tr35; TL1]

Chọn tỷ lệ xích $m = 5\text{kVA}/\text{mm}^2$, từ đó tìm được bán kính của biểu đồ phụ tải :

$$R = \sqrt{\frac{S}{m\pi}}$$

R : Bán kính biểu đồ phụ tải(mm).

S : Phụ tải tính toán của nhà máy(kVA).

m : Tỷ lệ xích(kVA/mm²).

$\pi = 3,14$: hệ số pi.

Góc của phụ tải chiếu sáng nằm trong biểu đồ phụ tải được xác định theo biểu thức sau :

$$\alpha_{cs} = \frac{360S_{cs}}{S_{tt}}$$

α_{cs} : Góc của phụ tải chiếu sáng.

S_{cs} : Phụ tải chiếu sáng(kVA).

S_{tt} : Phụ tải tính toán (kVA).

Kết quả tính toán của R và α_{cs} của biểu đồ phụ tải các phân xưởng được ghi lại trong bảng 2.9

Bảng 2.9– Kết quả xác định R và α_{cs} cho các phân xưởng

Tên phân xưởng	P _{CS} (kW)	P _{tt} (kW)	S _{tt} (kVA)	Tâm phụ tải		R (mm)	α_{cs}
				X(mm)	Y(mm)		
Ban quản lý & Phòng T.K	23.07	93.07	80.36	2	47	3.33	129.3
P/x cơ khí số 1	29.75	1109.75	1815.16	15	71	14	10
P/x cơ khí số 2	44.1	1004.1	1624.33	15	15	13.3	20.3
P/x luyện kim màu	34.88	1114.88	1300.35	43	72	1 2	23.7
P/x luyện kim đen	67.5	1567.5	1724.95	39	15	13.73	25.3
P/x sửa chữa cơ khí	15.4	75.24	109.52	66	78	5	43.9
P/x rèn	51	4206	1953	63	15	14.3	18.7
P/x nhiệt luyện	57.09	2157.09	2670.89	86	59	17	13.8
Bộ phận nén khí	22.5	1212.5	1505.56	105	46	12.7	9.2
Kho vật liệu	37.38	79.38	85.4	91	18	3.5	212.2

CHƯƠNG 3

THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN CHO TOÀN NHÀ MÁY

Việc lựa chọn các sơ đồ cung cấp điện có ảnh hưởng rất lớn đến vấn đề kinh tế kỹ thuật của hệ thống. Một sơ đồ cung cấp điện được gọi là hợp lý phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật sau:

1. Đảm bảo các chỉ tiêu về mặt kỹ thuật
2. Đảm bảo các chỉ tiêu về mặt kinh tế
3. Đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện
4. Thuận tiện và linh hoạt trong vận hành
5. An toàn cho người và thiết bị
6. Dễ dàng phát triển để đáp ứng nhu cầu tăng trưởng của phụ tải

Trình tự tính toán và thiết kế mạng cao áp cho nhà máy bao gồm các bước sau:

1. Vạch ra 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 đường dây cho các phương án
3. Tính toán thiết kế kỹ thuật để lựa chọn phương án hợp lý
4. Thiết kế chi tiết các phương án lựa chọn

Trước khi vạch ra các phương án cụ thể cho việc cấp điện áp hợp lý cho đường dây tải điện từ hệ thống về nhà máy. Biểu thức kinh nghiệm để lựa chọn cấp điện áp truyền tải là:

$$U = 4.34\sqrt{l + 0.016P} \quad (\text{kV})$$

Trong đó :

P – Công suất tính toán của nhà máy [kW]

l - Khoảng cách từ trạm biến áp trung gian về nhà máy [km]

Ta có : $U = 4.34\sqrt{10 + 0.016 * 7687.61} = 50.05 \text{ (kV)}$

Trạm biến áp trung gian có các mức điện áp là 22kV và 6kV . Như vậy ta chọn cấp điện áp cấp cho nhà máy là 22kV.

3.1. Các phương án cấp điện

3.1.1. Phương án về các trạm biến áp phân xưởng

Nguyên tắc lựa chọn các trạm biến áp:

1. Vị trí đặt các trạm biến áp phải thỏa mãn các yêu cầu: gần tâm phụ tải, thuận tiện cho việc lắp đặt, vận hành, sửa chữa máy biến áp, an toàn và kinh tế.

2. Số lượng máy biến áp đặt trong các trạm biến áp được lựa chọn dựa vào các yêu cầu cung cấp điện của phụ tải: điều kiện vận chuyển và lắp đặt, chế độ làm việc của phụ tải. Trong mọi trường hợp trạm biến áp chỉ đặt một máy biến áp sẽ là kinh tế và thuận lợi cho việc vận hành song độ tin cậy cung cấp điện không cao. Các trạm biến áp cung cấp điện cho hộ tiêu thụ loại I và II nên dùng hai máy biến áp còn hộ loại III thì chỉ cần một máy biến áp.

3. Dung lượng các máy biến áp được lựa chọn theo điều kiện:

$$nk_{hc}S_{dmB} \geq S_{tt}$$

Và kiểm tra điều kiện sự cố một máy biến áp:

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

Trong đó:

n - số máy biến áp có trong một trạm

k_{hc} - hệ số điều chỉnh theo nhiệt độ môi trường (ta lấy $k_{hc} = 1$)

k_{qt} - hệ số quá tải sự cố, lấy $k_{qt} = 1.4$ nếu thỏa mãn điều kiện máy biến áp vận hành không quá 5 ngày đêm và và thời gian quá tải 1 ngày đêm không quá 6h.

S_{ttsc} – công suất tính toán sự cố. Khi sự cố một máy biến áp ta có thể loại bỏ một số phụ tải không quan trọng để giảm nhẹ dung lượng của các máy biến áp, nhờ vậy có thể

nhẹ được vốn đầu tư và tổn thất của trạm trong trạng thái làm việc bình thường. Giả thiết trong các hộ loại I có 30% là phụ tải loại III nên $S_{ttsc} = 0.7 * S_{tt}$.

Đồng thời cũng nên giảm chủng loại các máy biến áp dùng trong nhà máy để thuận lợi cho việc mua sắm, lắp đặt, vận hành, sửa chữa.

I. Phương án I: Đặt 7 trạm biến áp phân xưởng

- Trạm B1: Cấp điện cho Ban quản lý-Phòng thiết kế và Phân xưởng cơ khí số 2
- Trạm B2: Cấp điện cho Phân xưởng cơ khí số 1
- Trạm B3: Cấp điện cho Phân xưởng luyện kim màu và Phân xưởng sửa chữa cơ khí
- Trạm B4: Cấp điện cho Phân xưởng Nhiệt luyện
- Trạm B5: Cấp điện cho Bộ phận nén khí và Kho vật liệu
- Trạm B6: Cấp điện cho Phân xưởng rèn
- Trạm B7: Cấp điện cho Phân xưởng luyện kim đen

1. Trạm biến áp B1:

Cấp điện cho Ban quản lý-Phòng thiết kế và Phân xưởng cơ khí số 2. Trạm được đặt hai máy biến áp làm việc song song

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

Ta có: $S_{tt} = 80.36 + 1624.33 = 1704.69$ (kVA)

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1704.69}{2} = 852.35 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn MBA tiêu chuẩn $S_{dm} = 1000$ (kVA)

Kiểm tra lại dung lượng máy theo điều kiện quá tải sự cố: Khi gặp sự cố một máy biến áp ta có thể cắt điện một số phụ tải không quan trọng trong Phân

xưởng cơ khí số 2 và toàn bộ điện của Ban quản lý-Phòng thiết kế (vì đây là hộ tiêu thụ loại III)

$$(n-1)k_{qt}S_{dmB} \geq S_{ttsc}$$
$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1624.33}{1.4} = 812.17 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm B1 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000 \text{ kVA}$ là hợp lý.

2. Trạm biến áp B2:

Cấp điện cho Phân xưởng cơ khí số 1. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1815.16 \text{ (kVA)}$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1815.16}{2} = 907.58 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

$$(n-1)k_{qt}S_{dm} \geq S_{ttsc}$$
$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1815.16}{1.4} = 907.58 \text{ (kVA)}$$

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

3. Trạm biến áp B3:

Cấp điện cho Phân xưởng luyện kim màu và Phân xưởng sửa chữa cơ khí. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1300.35 + 109.52 = 1409.87 \text{ (kVA)}$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1409.87}{2} = 704.94 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

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

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1300.35}{1.4} = 650.18 (\text{kVA})$$

Vậy trạm biến áp B3 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000 \text{ kVA}$ là hợp lý.

4. Trạm biến áp B4:

Cấp điện cho Phân xưởng nhiệt luyện. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 2670.89 \text{ (kVA)}$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{2670.89}{2} = 1335.45 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1600 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

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

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 2670.89}{1.4} = 1335.45 (\text{kVA})$$

Vậy trạm biến áp B4 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1600 \text{ kVA}$ là hợp lý.

5. Trạm biến áp B5:

Cấp điện cho Bộ phận nén khí và Kho vật liệu. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1505.56 + 85.4 = 1590.96 \text{ (kVA)}$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1590.96}{2} = 795.48 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

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

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1505.56}{1.4} = 752.78 (\text{kVA})$$

Vậy trạm biến áp B5 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000 \text{ kVA}$ là hợp lý.

6. Trạm biến áp B6:

Cấp điện cho Phân xưởng rèn. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1953$ (kVA)

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1953}{2} = 976.5 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000$ (kVA)

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

$$(n-1)k_{qt}S_{dm} \geq S_{tsc}$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1953}{1.4} = 976.5 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm biến áp B6 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000$ kVA là hợp lý.

7. Trạm biến áp B7:

Cấp điện cho Phân xưởng luyện kim đen. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1724.95$ (kVA)

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1724.95}{2} = 862.48 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000$ (kVA)

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

$$(n-1)k_{qt}S_{dm} \geq S_{tsc}$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1724.95}{1.4} = 862.48 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm biến áp B7 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000$ kVA là hợp lý.

II. Phương án II: Đặt 6 trạm biến áp phân xưởng.

- Trạm B1: Cấp điện cho Ban quản lý-Phòng thiết kế và Phân xưởng cơ khí số 2
- Trạm B2: Cấp điện cho Phân xưởng cơ khí số 1 và Phân xưởng luyện kim màu

- Trạm B3: Cấp điện cho Phân xưởng sửa chữa cơ khí và Phân xưởng nhiệt luyện
- Trạm B4: Cấp điện cho Bộ phận nén khí và Kho vật liệu
- Trạm B5: Cấp điện cho Phân xưởng rèn
- Trạm B6: Cấp điện cho Phân xưởng luyện kim đen

1. Trạm biến áp B1:

Cấp điện cho Ban quản lý-Phòng thiết kế và Phân xưởng cơ khí số 2. Trạm được đặt hai máy biến áp làm việc song song

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

Ta có: $S_{tt} = 80.36 + 1624.33 = 1704.69$ (kVA)

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1704.69}{2} = 852.35 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn MBA tiêu chuẩn $S_{dm} = 1000$ (kVA)

Kiểm tra lại dung lượng máy theo điều kiện quá tải sự cố: Khi gặp sự cố một máy biến áp ta có thể cắt điện một số phụ tải không quan trọng trong Phân xưởng cơ khí số 2 và toàn bộ điện của Ban quản lý-Phòng thiết kế (vì đây là hộ tiêu thụ loại III)

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

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1624.33}{1.4} = 812.17 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm B1 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000$ kVA là hợp lý.

2. Trạm biến áp B2:

Cấp điện cho Phân xưởng cơ khí số 1 và Phân xưởng luyện kim màu. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1815.16 + 1300.35 = 3115.51$ (kVA)

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{3115.51}{2} = 1557.76 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1600$ (kVA)

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

$$(n-1)k_{qt}S_{dm} \geq S_{tsc}$$
$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 3115.51}{1.4} = 1557.76 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm biến áp B2 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1600$ kVA là hợp lý.

3. Trạm biến áp B3:

Cấp điện cho Phân xưởng nhiệt luyện và Phân xưởng sửa chữa cơ khí. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 2670.89 + 109.52 = 2780.41$ (kVA)

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{2780.41}{2} = 1390.21 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1600$ (kVA)

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

$$(n-1)k_{qt}S_{dm} \geq S_{tsc}$$
$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 2670.89}{1.4} = 1335.45 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm biến áp B3 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1600$ kVA là hợp lý.

4. Trạm biến áp B4:

Cấp điện cho Bộ phận nén khí và Kho vật liệu. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1505.56 + 85.4 = 1590.96$ (kVA)

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1590.96}{2} = 795.48 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000$ (kVA)

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

$$(n-1)k_{qt}S_{dm} \geq S_{tsc}$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1505.56}{1.4} = 752.78 (\text{kVA})$$

Vậy trạm biến áp B4 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000 \text{ kVA}$ là hợp lý.

5. Trạm biến áp B5:

Cấp điện cho Phân xưởng rèn. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1953 \text{ (kVA)}$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1953}{2} = 976.5 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

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

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1953}{1.4} = 976.5 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm biến áp B5 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000 \text{ kVA}$ là hợp lý.

6. Trạm biến áp B6:

Cấp điện cho Phân xưởng luyện kim đen. Trạm đặt hai máy biến áp làm việc song song.

Ta có: $S_{tt} = 1724.95 \text{ (kVA)}$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{1724.95}{2} = 862.48 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy biến áp tiêu chuẩn : $S_{dm} = 1000 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra máy theo điều kiện quá tải sự cố:

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

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq \frac{0.7 * 1724.95}{1.4} = 862.48 \text{ (kVA)}$$

Vậy trạm biến áp B6 đặt 2 MBA có $S_{dm} = 1000 \text{ kVA}$ là hợp lý.

3.1.2. Xác định vị trí đặt các trạm biến áp phân xưởng

Để lựa chọn vị trí đặt các trạm biến áp phân xưởng cần xác định tâm phụ tải của các phân xưởng hoặc nhóm phân xưởng được cấp điện từ các trạm biến áp đó.

Để xác định tâm phụ tải điện ta dùng công thức:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i x_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad ; \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i y_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad ; \quad z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i z_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

Trong đó: x_0, y_0, z_0 – Tọa độ tâm phụ tải

x_i, y_i, z_i – Tọa độ phụ tải thứ i

S_i – Công suất phụ tải thứ i

Trong thực tế người ta ít quan tâm đến tọa độ z nên ta cho $z = 0$

Ta có bảng vị trí đặt các trạm biến áp như sau :

Bảng 3.1 – Kết quả xác định vị trí đặt các trạm biến áp phân xưởng

Phương án	Tên trạm biến áp	Vị trí đặt trạm biến áp	
		X(mm)	Y(mm)
Phương án 1	B1	14.2	16.9
	B2	15	71
	B3	46.4	72.9
	B4	86	59
	B5	104	44
	B6	63	15
	B7	39	15
Phương án 2	B1	14.2	16.9
	B2	26.9	71.4
	B3	84.4	60.5
	B4	104	44
	B5	63	15
	B6	39	15

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

1. Phương pháp xử dụng trạm biến áp trung gian:

Nguồn 22kV từ hệ thống về qua trạm biến áp trung gian được hạ áp xuống 6kV để cung cấp cho các trạm biến áp phân xưởng. Nhờ vậy sẽ giảm được vốn đầu tư cho mạng điện cao áp trong nhà máy và trong các trạm biến áp phân xưởng, vận hành thuận lợi hơn và độ cung cấp điện cũng được cải thiện. Song khi ta phải đầu tư để xây dựng trạm biến áp trung gian sẽ dẫn tới gia tăng tổn thất trong mạng cao áp. Nếu sử dụng phương án này, vì nhà máy là hộ tiêu thụ loại I nên tại trạm biến áp trung gian ta phải đặt hai máy biến áp với dung lượng được chọn như sau:

$$nk_{hc} S_{dmB} \geq S_{tmm} = 10150.41 \text{ (kVA)}$$

$$\Rightarrow S_{dm} \geq \frac{10150.41}{2} = 5075.21 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn máy tiêu chuẩn $S_{dm} = 6300 \text{ (kVA)}$

Kiểm tra dung lượng của máy khi xảy ra quá tải sự cố: Khi xảy ra sự cố ở một máy biến áp ta có thể ngừng cung cấp điện cho tất cả các phụ tải là hộ loại III trong nhà máy. Do đó ta dễ dàng thấy được máy biến áp được chọn thỏa mãn điều kiện khi xảy ra sự cố.

Vậy tại trạm biến áp trung gian sẽ đặt hai máy biến áp $S_{dm} = 6300 \text{ kVA} - 22/6 \text{ kV}$

2. Phương án sử dụng trạm phân phối trung tâm:

Điện năng từ hệ thống cung cấp cho các trạm biến áp phân xưởng thông qua trạm phân phối trung tâm. Nhờ vậy việc quản lý, vận hành mạng điện áp cao của nhà máy thuận lợi hơn, vốn đầu tư giảm, độ tin cậy cung cấp điện gia tăng song vốn đầu tư cho mạng cũng lớn.

3. Xác định vị trí đặt trạm biến áp trung gian và trạm phân phối trung tâm:

Ta xác định tâm phụ tải điện của nhà máy theo công thức:

$$x_0 = \frac{\sum S_i x_i}{\sum S_i}; \quad y_0 = \frac{\sum S_i y_i}{\sum S_i}$$

Trong đó: S_i – Công suất của phân xưởng thứ i

x_i, y_i – Tọa độ tâm phụ tải của phân xưởng thứ i

Thay số ta có:

$$X_0 = 54.4; \quad Y_0 = 42.5$$

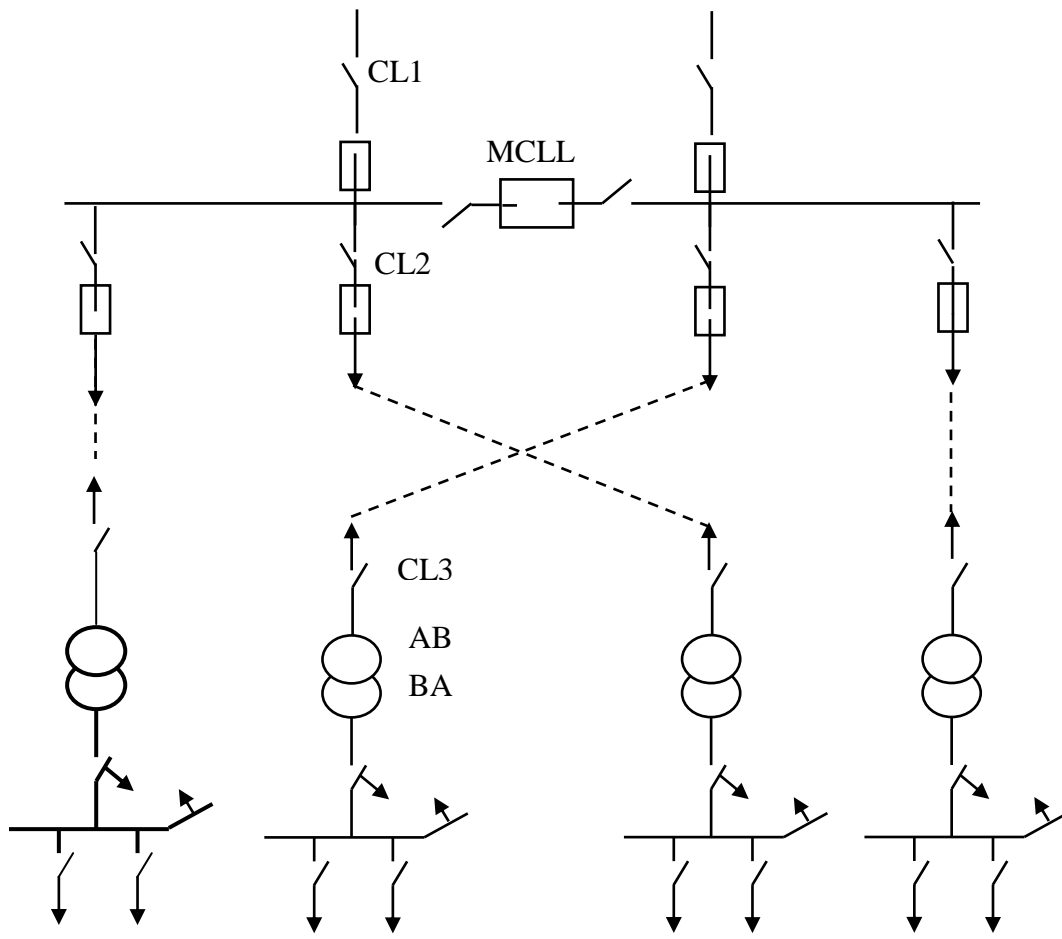
Đó là vị trí tốt nhất để đặt trạm biến áp trung gian và trạm phân phối trung tâm.

4. Lựa chọn phương án nối dây cho mạng cao áp nhà máy:

Nhà máy thuộc hệ tiêu thụ loại I nên đường dây từ trạm trung gian về trung tâm cung cấp của nhà máy sẽ dùng dây trên không lộ kép.

Trong cung cấp điện Nhà máy thường dùng 2 loại sơ đồ là sơ đồ hình tia và sơ đồ phân nhánh. Ngoài ra người ta cần kết hợp 2 loại sơ đồ đó thành sơ đồ hỗn hợp. Nhưng sơ đồ hình tia, phân nhánh hay hỗn hợp; mỗi loại sơ đồ đều có những ưu nhược điểm riêng của nó và phạm vi sử dụng thuận lợi với từng nhà máy

Sơ đồ hình tia:



Hình 3.1- Sơ đồ mạng điện hình tia.

Trong sơ đồ hình tia, mỗi biến áp được cung cấp điện bằng một đường dây chính nối từ trạm biến áp trung gian. Ngoài ra, để tăng tính liên tục cung cấp điện cho nó do đó người ta sử dụng phương pháp 2 nguồn và phương pháp đầu chéo nên được dùng cho hộ phụ tải loại 1 và loại 2.

- Ưu điểm:
 - Đơn giản, dễ thi công và vận hành an toàn.
 - Độ tin cậy cung cấp điện cao, dễ tự động hóa.
- Nhược điểm:
 - Vốn đầu tư lớn, tăng chi phí kim loại màu.

Căn cứ vào các yêu cầu đã nêu ra và tính chất làm việc, yêu cầu công nghệ của nhà máy, tôi chọn sơ đồ cung cấp điện mạng cao áp nhà máy là sơ đồ hình tia, lộ kép. Để đảm bảo tính mỹ quan và an toàn cho nhà máy các đường dây cao áp đều được đặt trong hào cáp xây dọc theo các tuyến giao thông nội bộ.

3.2. Tính toán thiết kế và lựa chọn phương án hợp lý

Để so sánh và lựa chọn phương án hợp lý ta sử dụng hàm chi phí tính toán Z :

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

Trong đó: a_{vh} – hệ số vận hành, ta lấy $a_{vh} = 0.1$

a_{tc} – hệ số tiêu chuẩn, ta lấy $a_{tc} = 0.2$

K – vốn đầu tư cho trạm biến áp và đường dây

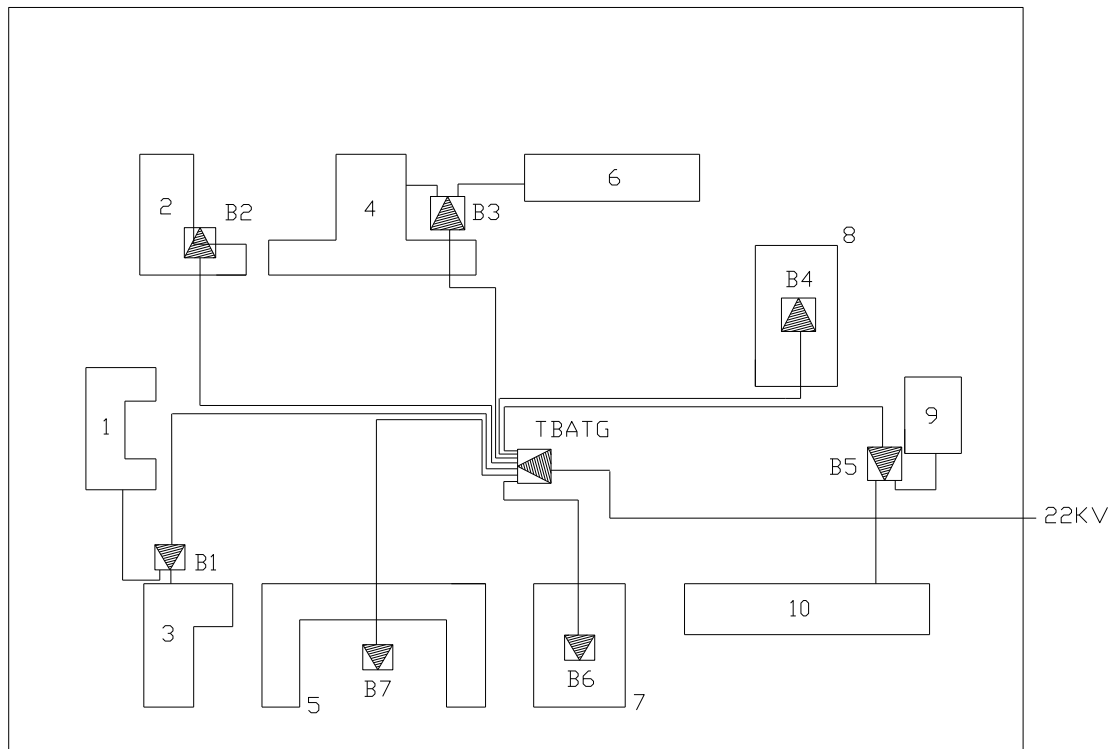
I_{\max} – dòng điện lớn nhất chạy qua thiết bị

R – điện trở của thiết bị

τ - thời gian tổn thất công suất lớn nhất

C – giá tiền 1kWh, ta lấy $C = 3000\text{đ/kWh}$

3.2.1. Phương án 1



Hình 3.2 – Sơ đồ phương án 1

Phương án này dùng trạm biến áp trung gian lấy điện từ hệ thống về, hạ xuống 6kV sau đó cấp cho 7 trạm biến áp phân xưởng. Các trạm biến áp phân xưởng hạ áp từ 6kV xuống 0.4kV để cung cấp cho các phân xưởng.

1. Chọn máy biến áp phân xưởng và xác định tổn thất điện năng ΔA trong các trạm biến áp.

Trên cơ sở đã chọn được công suất các máy biến áp ở trên ta có bảng kết quả chọn máy biến áp cho các trạm biến áp do nhà máy chế tạo thiết bị điện Đông Anh sản xuất

Bảng 3.2 - Kết quả lựa chọn MBA trong các TBA của ph- ơng án 1

Tên TBA	S _{đm} (kVA)	U _C /U _H (KV)	ΔP ₀ (kW)	ΔP _N (kW)	U _N (%)	I ₀ (%)	Số máy	Đơn giá (10 ⁶)	Thành tiền (10 ⁶)
TBATG	6300	22/6.3	7.65	46.5	7.5	0.9	2	476	952
B1	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B2	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B3	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B4	1600	6.3/0.4	2.8	18	5.5	1.3	2	190.2	380.4
B5	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B6	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B7	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
Tổng vốn đầu tư cho trạm biến áp: K _B = 2743.6(10 ⁶ đ)									

Xác định tổn thất điện năng trong các trạm biến áp

Tổn thất điện năng ΔA trong các trạm biến áp được tính theo công thức:

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \left(\frac{S_{tt}}{S_{đmB}} \right)^2 \cdot \tau \text{ (kWh)}$$

Trong đó:

n – số máy biến áp ghép song song

S_{tt} – công suất tính toán của trạm biến áp

S_{đmB} – công suất định mức của máy biến áp

t – thời gian máy biến áp vận hành, với máy biến áp vận hành suốt một năm t = 8760 (h)

τ - thời gian tổn thất thời gian công suất lớn nhất

Với T_{max} = 6000 h theo công thức tính gần đúng:

$$\tau = (0.124 + T_{\max} \times 10^{-4})^2 \times 8760$$

Ta tìm được $\tau = 4592$ (h)

Tính cho trạm biến áp trung gian

$$\text{Ta có: } \Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left(\frac{S_{tt}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \tau$$

$$\Delta A = 2 \cdot 7.65 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 46.5 \cdot \left(\frac{10150.41}{6300} \right)^2 \cdot 4592 = 409604.44 \text{ (kWh)}$$

Các trạm biến áp khác cũng được tính toán tương tự, kết quả cho dưới bảng 3.3

Bảng 3.3 – Kết quả tính toán tổn thất điện năng trong các TBA của phương án 1

Tên TBA	Số lượng	S_{tt} (kVA)	S_{dm} (kVA)	ΔP_0 (kW)	ΔP_N (kW)	ΔA (kWh)
TBATG	2	10150.41	6300	7.65	46.5	409604.44
B1	2	1704.69	1000	2.1	12.6	126356.5
B2	2	1815.16	1000	2.1	12.6	133420.4
B3	2	1409.87	1000	2.1	12.6	109140
B4	2	2670.89	1600	2.8	18	167530
B5	2	1590.96	1000	2.1	12.6	95068.15
B6	2	1953	1000	2.1	12.6	143994.25
B7	2	1724.95	1000	2.1	12.6	128144
Tổn thất điện năng trong các TBA: $\Delta A_B = 1313257.74$ kWh						

2. Chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng điện.

a. Chọn cáp cao áp từ trạm biến áp trung gian về trạm biến áp phân xưởng

Cáp cao áp được chọn dựa theo chỉ tiêu mật độ kinh tế của dòng điện j_{kt} .

Đối với nhà máy chế tạo máy kéo làm việc 3 ca, thời gian sử dụng công suất lớn

nhất là $T_{\max} = 6000$ (h), ta dùng cáp lõi đồng, tra bảng 5 [Trang 294 – TL2] ta tìm được $j_{kt} = 2.7$ (A/mm²)

$$\text{Tiết diện kinh tế của cáp : } F_{kt} = \frac{I_{\max}}{j_{kt}}$$

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

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

Dựa vào trị số F_{kt} đã tính, tra bảng để lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất.

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

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

Trong đó: I_{sc} – dòng điện xảy ra khi sự cố đứt một dây cáp, $I_{sc} = 2 * I_{\max}$

$$k_{hc} = k_1 * k_2$$

k_1 – hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ, ta lấy $k_1 = 1$

k_2 – hệ số hiệu chỉnh số dây cáp cùng đặt trong một hào

cáp, trong mạng hạ áp các hào đều được đặt hai cáp và khoảng cách giữa các dây là 300 mm. Theo PL 4.22[TL2] ta tìm được $k_2 = 0.93$

Vì chiều dài cáp từ trạm biến áp trung gian đến trạm biến áp phân xưởng ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ, có thể bỏ qua không cần kiểm tra theo điều kiện tổn thất điện áp.

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian đến B1:

$$I_{\max} = \frac{S_{tppx}}{2\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1704.69}{2\sqrt{3} * 6} = 82.02 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp là:

$$F_{kt} = \frac{I_{\max}}{j_{kt}} = \frac{82.02}{2.7} = 30.38 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL 4.31[TL2], lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất

$F = 35 \text{ mm}^2$, cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo có $I_{cp} = 170 \text{ (A)}$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 170 = 158.1 < I_{sc} = 2 \cdot I_{max} = 2 \cdot 84.66 = 169.31 \text{ (A)}$$

Cáp đã chọn không thỏa mãn điều kiện phát nóng nên ta phải tăng tiết diện của dây cáp. Cuối cùng chọn cáp có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2$ với $I_{cp} = 200 \text{ (A)}$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 200 = 186 > I_{sc} = 169.31 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn cáp XLPE của FURUKAWA, có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2 \rightarrow 2XLPE (3 \cdot 50)$

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian đến B2:

$$I_{max} = \frac{S_{tppx}}{2\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1815.16}{2\sqrt{3} \cdot 6} = 87.33 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp là:

$$F_{kt} = \frac{I_{max}}{j_{kt}} = \frac{87.33}{2.7} = 32.34 \text{ (mm}^2)$$

Tra bảng PL 4.31[TL2], lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất

$F = 35 \text{ mm}^2$, cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo có $I_{cp} = 170 \text{ (A)}$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 170 = 158.1 < 2 \cdot I_{max} = 175.86 \text{ (A)}$$

Cáp đã chọn không thỏa mãn điều kiện phát nóng nên ta phải tăng tiết diện của dây cáp. Cuối cùng chọn cáp có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2$ với $I_{cp} = 200 \text{ (A)}$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 200 = 186 > I_{sc} = 175.86 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn cáp XLPE của FURUKAWA, có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2$ -> 2XLPE (3*50)

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian đến B3:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2\sqrt{3}U_{\text{dm}}} = \frac{1409.87}{2\sqrt{3} * 6} = 67.83 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp là:

$$F_{\text{kt}} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{kt}}} = \frac{67.83}{2.7} = 25.12 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL 4.31[TL2], lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất

$F = 25 \text{ mm}^2$, cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo có $I_{\text{cp}} = 140 \text{ (A)}$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{\text{cp}} = 0.93 * 140 = 130.2 \text{ A} < 2 * I_{\max} = 152.2 \text{ (A)}$$

Cáp đã chọn không thỏa mãn điều kiện phát nóng nên ta phải tăng tiết diện của dây cáp. Cuối cùng chọn cáp có tiết diện $F = 35 \text{ mm}^2$ với $I_{\text{cp}} = 170 \text{ (A)}$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{\text{cp}} = 0.93 * 170 = 158.1 \text{ A} > I_{\text{sc}} = 152.2 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn cáp XLPE của FURUKAWA, có tiết diện $F = 35 \text{ mm}^2$ -> 2XLPE (3*50)

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian đến B4:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2\sqrt{3}U_{\text{dm}}} = \frac{2670.89}{2\sqrt{3} * 6} = 128.5 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp là:

$$F_{\text{kt}} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{kt}}} = \frac{128.5}{2.7} = 47.59 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL 4.31[TL2], lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất

$F = 50 \text{ mm}^2$, cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo có $I_{cp} = 200 \text{ (A)}$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{cp} = 0.93 * 200 = 186 \text{ A} < 2 * I_{max} = 260.67 \text{ (A)}$$

Cáp đã chọn không thỏa mãn điều kiện phát nóng nên ta phải tăng tiết diện của dây cáp. Cuối cùng chọn cáp có tiết diện $F = 95 \text{ mm}^2$ với $I_{cp} = 290 \text{ (A)}$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{cp} = 0.93 * 290 = 269.7 \text{ A} > I_{sc} = 260.67 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn cáp XLPE của FURUKAWA, có tiết diện $F = 95 \text{ mm}^2 \rightarrow 2XLPE (3*50)$

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian đến B5:

$$I_{max} = \frac{S_{tppx}}{2\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1590.96}{2\sqrt{3} * 6} = 76.55 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp là:

$$F_{kt} = \frac{I_{max}}{j_{kt}} = \frac{76.55}{2.7} = 28.35 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL 4.31[TL2], lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất

$F = 25 \text{ mm}^2$, cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo có $I_{cp} = 140 \text{ (A)}$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{cp} = 0.93 * 140 = 130.2 \text{ A} < 2 * I_{max} = 157 \text{ (A)}$$

Cáp đã chọn không thỏa mãn điều kiện phát nóng nên ta phải tăng tiết diện của dây cáp. Cuối cùng chọn cáp có tiết diện $F = 35 \text{ mm}^2$ với $I_{cp} = 170 \text{ (A)}$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{cp} = 0.93 * 170 = 158.1 \text{ A} > I_{sc} = 157 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn cáp XLPE của FURUKAWA, có tiết diện $F = 35 \text{ mm}^2 \rightarrow 2\text{XLPE}$
(3*50)

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian đến B6:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2\sqrt{3}U_{\text{dm}}} = \frac{1953}{2\sqrt{3} * 6} = 93.96 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp là:

$$F_{\text{kt}} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{kt}}} = \frac{93.96}{2.7} = 34.8 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL 4.31[TL2], lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất

$F = 35 \text{ mm}^2$, cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo có $I_{\text{cp}} = 170 \text{ (A)}$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{\text{cp}} = 0.93 * 170 = 158.1 \text{ A} < 2 * I_{\max} = 185.23 \text{ (A)}$$

Cáp đã chọn không thỏa mãn điều kiện phát nóng nên ta phải tăng tiết diện của dây cáp. Cuối cùng chọn cáp có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2$ với $I_{\text{cp}} = 200 \text{ (A)}$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 * I_{\text{cp}} = 0.93 * 200 = 186 \text{ A} > I_{\text{sc}} = 185.23 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn cáp XLPE của FURUKAWA, có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2 \rightarrow 2\text{XLPE}$
(3*50)

+ Chọn cáp từ trạm biến áp trung gian đến B7:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2\sqrt{3}U_{\text{dm}}} = \frac{1724.95}{2\sqrt{3} * 6} = 82.99 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp là:

$$F_{\text{kt}} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{kt}}} = \frac{82.99}{2.7} = 30.74 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL 4.31[TL2], lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất

$F = 35 \text{ mm}^2$, cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo có $I_{cp} = 170 \text{ (A)}$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 170 = 158.1 \text{ A} < 2 \cdot I_{max} = 171 \text{ (A)}$$

Cáp đã chọn không thỏa mãn điều kiện phát nóng nên ta phải tăng tiết diện của dây cáp. Cuối cùng chọn cáp có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2$ với $I_{cp} = 200 \text{ (A)}$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng:

$$0.93 \cdot I_{cp} = 0.93 \cdot 200 = 186 \text{ A} > I_{sc} = 171 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn cáp XLPE của FURUKAWA, có tiết diện $F = 50 \text{ mm}^2 \rightarrow 2XLPE (3 \cdot 50)$

b. Chọn cáp hạ áp từ trạm biến áp phân xưởng đến các phân xưởng

Vì ta đang so sánh kinh tế giữa các phương án nên chỉ xét đến các đoạn cáp khác nhau giữa các phương án. Với phương án 1, ta chỉ tính đến đoạn cáp từ B3 đến Phân xưởng luyện kim màu và đến Phân xưởng sửa chữa cơ khí.

Cáp hạ áp được chọn theo điều kiện phát nóng cho phép, độ dài cáp không đáng kể nên coi tổn thất trên cáp bằng không. Ta không cần xét đến điều kiện tổn thất điện áp cho phép.

+ Chọn cáp từ trạm B3 đến Phân xưởng luyện kim màu:

Vì Phân xưởng luyện kim màu là hộ tiêu thụ loại I nên ta dùng cáp lộ kép để cung cấp điện

$$I_{max} = \frac{S_{tppx}}{2 \cdot \sqrt{3} U_{dm}} = \frac{1300.35}{2 \times \sqrt{3} \cdot 0.38} = 987.84 \text{ (A)}$$

Ta sử dụng mỗi pha 3 cáp đồng 1 lõi cách điện PVC do hãng LENS chế tạo tiết diện $F = 400 \text{ (mm}^2)$ với $I_{cp} = 825 \text{ (A)}$ và 1 dây trung tính cùng tiết diện.

Kiểm tra lại:

$$0.85 \times 3 \times I_{cp} \leq 2 \times I_{max} \Rightarrow \text{cáp được chọn thỏa mãn}$$

+ Chọn cáp từ trạm B3 đến Phân xưởng sửa chữa cơ khí:

Vì Phân xưởng sửa chữa cơ khí là hộ tiêu thụ loại III nên ta dùng cáp đơn để cung cấp điện

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{\sqrt{3}U_{\text{dm}}} = \frac{109.52}{\sqrt{3} * 0.38} = 166.4 \text{ (A)}$$

Chỉ có 1 cáp đi trong hào nên $k_2 = 1$. Điều kiện chọn cáp là: $I_{\text{cp}} \geq I_{\max}$

Chọn cáp đồng hạ áp 4 lõi cách điện PVC do hãng LENS chế tạo tiết diện

$F = (3*50+35) \text{ mm}^2$ với $I_{\text{cp}} = 192 \text{ (A)}$

Kết quả chọn cáp trong phương án 1 được tổng kết trong bảng sau:

Bảng 3.4 – Kết quả chọn cáp cao áp và hạ áp của phương án 1

Đường cáp	F(mm)	L(m)	$R_0(\Omega/\text{m}^2)$	R(Ω)	Đơn giá, (10^3 đ/m)	Thành tiền (10^3 đ)
TBATG-B1	3*35	442	0.668	0.109	84	74256
TBATG-B2	3*50	456	0.494	0.113	120	109440
TBATG-B3	3*35	272	0.668	0.091	84	45696
TBATG-B4	3*95	327	0.247	0.04	228	149112
TBATG-B5	3*35	306	0.668	0.102	84	51408
TBATG-B6	3*50	272	0.494	0.067	120	65280
TBATG-B7	3*50	286	0.494	0.071	120	68640
B3->4	3*400+400	27.2	0.047	$2.13*10^{-4}$	680	110976
B3->6	3*50+35	136	0.524	0.021	204	27744
Tổng vốn đầu tư cho đường dây: $K_D = 702548*10^3$						

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

$$\text{Công thức tính: } \Delta P = \frac{S_{\text{tppx}}^2}{U_{\text{dm}}^2} R * 10^{-3} \text{ (kW)}$$

$$R = \frac{1}{n} R_0 l \text{ (\Omega)}$$

n – số đường dây đi song song

Bảng 3.5 – Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây của phương án 1

Đường cáp	F(mm)	L(m)	R0(Ω/m2)	R(Ω)	S _{TT} (kW)	ΔP(kW)
TBATG-B1	3*35	442	0.668	0.109	1704.69	9.37
TBATG-B2	3*50	456	0.494	0.113	1815.16	10.48
TBATG-B3	3*35	272	0.668	0.091	1409.87	6.32
TBATG-B4	3*95	327	0.247	0.04	2670.89	8.15
TBATG-B5	3*35	306	0.668	0.102	1590.96	7.54
TBATG-B6	3*50	272	0.494	0.067	1953	6.9
TBATG-B7	3*50	286	0.494	0.071	1724.96	6.23
B3->4	3*400	27.2	0.047	2.13*10 ⁻⁴	1300.35	2.98
B3->6	3*50	136	0.524	0.021	109.52	8
Tổng tổn thất tác dụng trên dây dẫn: $\sum \Delta P_D = 65.97 \text{ kW}$						

d. Xác định tổn thất điện năng trên các đường dây :

Tổn thất điện năng trên các đường dây được tính theo công thức :

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

$$\Delta A_D = 65.97 * 4592 = 302934.24 \text{ (kWh)}$$

e. Chọn máy cắt :

$$I_{cmm} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{6300}{\sqrt{3} \times 22} = 215$$

$$I_{c1} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6} = 125$$

$$I_{c2} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{1600}{\sqrt{3} \times 6} = 200.15$$

Ta chọn 8DJ20 của Siemens :

Tên trạm	Loại máy cắt	Cách điện	I_{dm} (A)	U_{dm} (KV)	$I_{cát}$ N3S (KA)	$I_{cát}$ max (KA)	Số lượng	Thành tiền (10^6)
TBATG	8DJ20	SF6	630	24	31.5	250	3	960
					63	125	3	630
B1	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B2	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B3	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B4	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B5	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B6	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B7	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
Tổng vốn đầu tư máy cắt $K_{MC} = 4530.10^6$								

3. Chi phí tính toán của phương án 1 :

Khi tính toán vốn đầu tư xây dựng mạng điện, ở đây chỉ tính đến giá thành các loại cáp và máy biến áp khác nhau giữa các phương án ($K=K_B + K_D + K_{MC}$), những phần giống nhau đã được bỏ qua không xét tới.

Chi phí tính toán Z_1 của phương án 1 là :

Vốn đầu tư :

$$K_1 = K_B + K_D = 2743.6 \cdot 10^6 + 700 \cdot 10^6 + 4530 \cdot 10^6 = 8063.6 \cdot 10^6$$

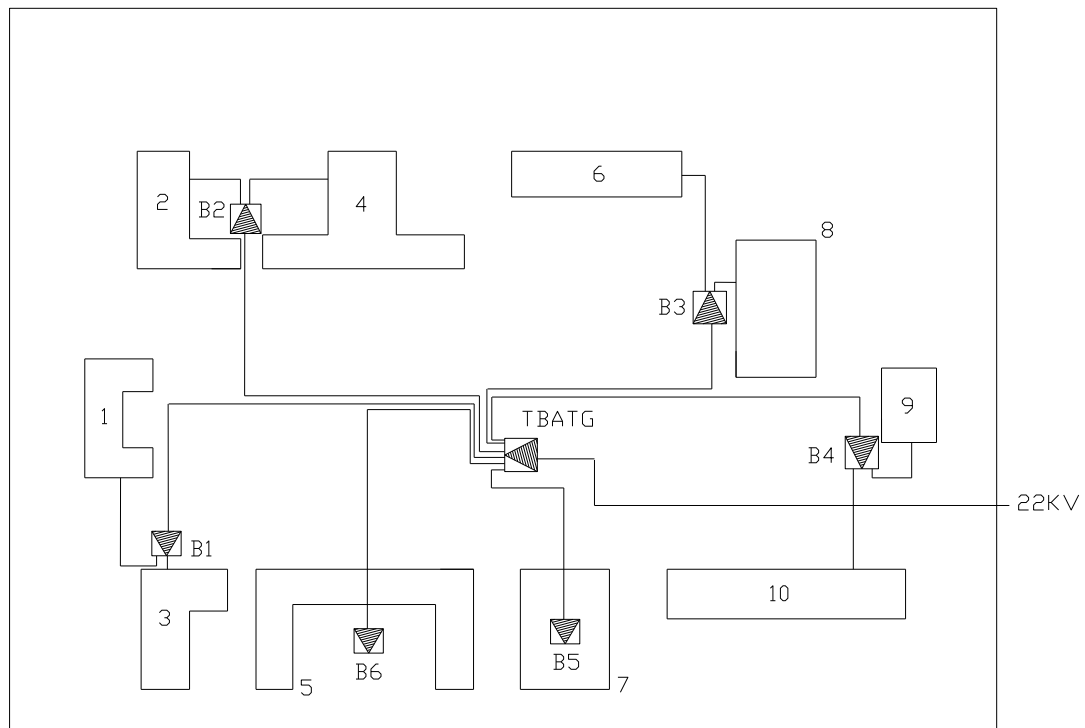
Tổng tổn thất điện năng trong các trạm biến áp và đường dây :

$$\Delta A_1 = \Delta A_B + \Delta A_D = 1313257.74 + 302934.24 = 1616191.98 \text{ (kWh)}$$

Chi phí tính toán là :

$$\begin{aligned} Z_1 &= (a_{vh} + a_{tc}) \cdot K_1 + \Delta A_1 \cdot C \\ &= (0.1 + 0.125) \cdot 8063.6 \cdot 10^6 + 1616191.98 \cdot 3000 \\ &= 3\,430\,501\,975 \text{ (đ)} \end{aligned}$$

3.2.2. Phương án 2



Hình 3.3 – Sơ đồ phương án 2

Phương án 2 dùng trạm biến áp trung gian lấy điện từ hệ thống về, hạ xuống 6 kV sau đó cung cấp cho 6 trạm biến áp phân xưởng. Các trạm biến áp phân xưởng hạ áp từ 6 kV xuống 0.4 kV để cung cấp cho các phân xưởng.

1. Chọn máy biến áp phân xưởng và xác định tổn thất điện năng ΔA trong các trạm biến áp

Trên cơ sở đã chọn được công suất máy biến áp ở trên ta có bảng kết quả chọn công suất máy biến áp cho các trạm biến áp phân xưởng do nhà máy chế tạo thiết bị điện Đông Anh sản xuất.

Bảng 3.6 – Kết quả lựa chọn MBA trong các TBA của phương án 2

Tên TBA	S_{dm} (kVA)	U_C/U_H (KV)	ΔP_0 (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_0 (%)	Số máy	Đơn giá (10^6 đ)	Thành tiền (10^6 đ)
TBATG	6300	22/6.3	7.65	46.5	7.5	0.9	2	476	952
B1	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B2	1600	6.3/0.4	2.8	18	5.5	1.3	2	190.2	380.4
B3	1600	6.3/0.4	2.8	18	5.5	1.3	2	190.2	380.4
B4	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B5	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
B6	1000	6.3/0.4	2.1	12.6	5.5	1.4	2	117.6	235.2
Tổng vốn đầu tư cho trạm biến áp: $K_B = 2653.6 \cdot 10^6$ (đ)									

Xác định tổn thất điện năng trong trạm biến áp

Tổn thất điện năng ΔA trong trạm biến áp được tính theo công thức:

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left(\frac{S_{tt}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \tau \text{ (kWh)}$$

Kết quả cho dưới bảng 3.7 :

Bảng 3.7 – Kết quả tính toán tổn thất điện năng trong các TBA của phương án 2

Tên TBA	Số lượng	$S_{tt}(kVA)$	$S_{dm}(kVA)$	$\Delta P_0(kW)$	$\Delta P_N(kW)$	$\Delta A(kWh)$
TBATG	2	10150.41	6300	7.65	46.5	409604.44
B1	2	1704.69	1000	2.1	12.6	126356.5
B2	2	3115.51	1600	2.8	18	211754.09
B3	2	2780.41	1600	2.8	18	188919.05
B4	2	1590.96	1000	2.1	12.6	95068.15
B5	2	1953	1000	2.1	12.6	143994.25
B6	2	1724.95	1000	2.1	12.6	128144
Tổn thất điện năng trong các TBA: $\Delta A_B = 1307842.54$ kWh						

2. Chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng điện

a. Chọn cáp cao áp từ trạm biến áp trung gian về trạm biến áp phân xưởng

Tương tự như phương án 1, từ trạm biến áp trung gian về trạm biến áp phân xưởng cáp cao áp được chọn theo mật độ kinh tế dòng điện j_{kt} . Sử dụng cáp lõi đồng với $T_{max} = 6000h$ ta có $j_{kt} = 2.7$ (A/mm²)

$$\text{Tiết diện kinh tế của cáp : } F_{kt} = \frac{I_{max}}{j_{kt}}$$

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

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

Chọn cáp đồng 3 lõi 6kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng :

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

$$\text{Với } k_{hc} = 0.93$$

Vì chiều dài cáp từ trạm biến áp trung gian đến các trạm biến áp phân xưởng ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ, có thể bỏ qua không cần kiểm tra theo điều kiện tổn thất điện áp.

Cách tính tương tự phương án 1.

b. Chọn cáp hạ áp từ trạm biến áp phân xưởng đến các phân xưởng

Tương tự như phương án 1 cáp hạ áp được chọn theo điều kiện phát nóng cho phép. Các đường cáp đều rất ngắn, tổn thất điện áp trên dây cáp không đáng kể nên có thể không cần kiểm tra lại điều kiện ΔU_{cp} . Cáp hạ áp đều chọn loại cáp 1 lõi do hãng LENS chế tạo, ở đây ta chỉ quan tâm đến những đoạn khác biệt so với phương án khác.

+ Cáp từ B2 về Phân xưởng cơ khí số 1 :

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2\sqrt{3}U_{\text{dm}}} = \frac{1815.16}{2\sqrt{3} * 0.38} = 1378.93 \text{ (A)}$$

Vì dòng lớn nên mỗi pha ta dùng 3 cáp đồng hạ áp một lõi tiết diện $F = 630 \text{ (mm}^2\text{)}$ với dòng cho phép $I_{cp} = 1088 \text{ (A)}$ và một cáp đồng hạ áp cùng tiết diện làm dây trung tính.

Lấy $k_{hc} = 0.85$, kiểm tra lại theo điều kiện $k_{hc} \cdot I_{cf} < I_{sc}$ ta thấy cáp được chọn thỏa mãn.

+ Cáp từ B2 về Phân xưởng luyện kim màu :

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1300.35}{2\sqrt{3} * 0.38} = 987.84 \text{ (A)}$$

Vì dòng lớn nên mỗi pha ta dùng 3 cáp đồng hạ áp một lõi tiết diện $F = 400$ (mm^2) với dòng cho phép $I_{cp} = 825$ (A) và một cáp đồng hạ áp cùng tiết diện làm dây trung tính.

Lấy $k_{hc} = 0.85$, kiểm tra lại theo điều kiện $k_{hc} \cdot I_{cf} < I_{sc}$ ta thấy cáp được chọn thỏa mãn.

+ Chọn cáp từ trạm B3 đến Phân xưởng sửa chữa cơ khí:

Vì Phân xưởng sửa chữa cơ khí là hộ tiêu thụ loại III nên ta dùng cáp đơn để cung cấp điện

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{109.52}{\sqrt{3} * 0.38} = 166.4 \text{ (A)}$$

Chỉ có 1 cáp đi trong hào nên $k_2 = 1$. Điều kiện chọn cáp là: $I_{cp} \geq I_{\max}$

Chọn cáp đồng hạ áp 4 lõi cách điện PVC do hãng LENS chế tạo tiết diện

$F = (3*50+35)$ (mm^2) với $I_{cp} = 192$ (A)

+ Cáp từ B3 về Phân xưởng nhiệt luyện :

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{2780.41}{2\sqrt{3} * 0.38} = 2112.2 \text{ (A)}$$

Vì dòng lớn nên mỗi pha ta dùng 3 cáp đồng hạ áp một lõi tiết diện $F = 630$ (mm^2) với dòng cho phép $I_{cp} = 1088$ (A) và một cáp đồng hạ áp cùng tiết diện làm dây trung tính.

Lấy $k_{hc} = 0.85$, kiểm tra lại theo điều kiện $k_{hc} \cdot I_{cf} < I_{sc}$ ta thấy cáp được chọn thỏa mãn.

Kết quả chọn cáp được ghi trong bảng 3.8

Bảng 3.8 – Kết quả chọn cao áp và hạ áp của phương án 2

Đường cáp	F(mm)	L(m)	$R_0(\Omega/km)$	$R(\Omega)$	Đơn giá (10^3 đ/m)	Thành tiền (10^3 đ)
TBATG-B1	3*35	442	0.668	0.109	84	74256
TBATG-B2	3*120	380.8	0.196	0.037	288	219340.8
TBATG-B3	3*120	312.8	0.196	0.031	288	180.172.8
TBATG-B4	3*35	306	0.668	0.102	84	51408
TBATG-B5	3*50	272	0.494	0.067	120	65280
TBATG-B6	3*50	286	0.494	0.071	120	68640
B2->2	3*630+630	74.8	0.0283	$3.5 \cdot 10^{-4}$	1071	480664.8
B2->4	3*400+400	108.8	0.047	$8.5 \cdot 10^{-4}$	680	443904
B3->6	3*50+35	136	0.524	0.026	204	34680
B3->8	3*630+630	27.2	0.0283	$1.3 \cdot 10^{-4}$	1071	174787.2
Tổng vốn đầu tư cho đường dây: $K_D = 1793133.6 \cdot 10^3$ (đ)						

c. Xác định tổn thất tác dụng trên đường dây :

Công thức tính :
$$\Delta P = \frac{S_{t\text{px}}^2}{U_{dm}^2} R \cdot 10^{-3} \quad (\text{kW})$$

$$R = \frac{1}{n} R_0 l \quad (\Omega)$$

n – số đường dây đi song song

Kết quả tính toán tổn thất cho trong bảng sau:

Bảng 3.9 – Tổng thất công suất tác dụng trên các đường dây của phương án 2

Đường cáp	F(mm)	L(m)	R ₀ (Ω/km)	R(Ω)	S _{tt} (kVA)	ΔP(kW)
TBATG-B1	3*35	442	0.668	0.109	1704.69	9.37
TBATG-B2	3*120	380.8	0.196	0.037	3115.51	10.45
TBATG-B3	3*120	312.8	0.196	0.031	2780.41	7.38
TBATG-B4	3*35	306	0.668	0.102	1590.96	7.54
TBATG-B5	3*50	272	0.494	0.067	1953	6.9
TBATG-B6	3*50	286	0.494	0.071	1724.95	6.23
B2->2	3*630+630	74.8	0.0283	3.5*10 ⁻⁴	1815.16	8.1
B2->4	3*400+400	108.8	0.047	8.5*10 ⁻⁴	1300.35	10.68
B3->6	3*50+35	136	0.524	0.026	109.52	9.9
B3->8	3*630+630	27.2	0.0283	1.3*10 ⁻⁴	2780.41	6.61
Tổng tổn thất tác dụng trên dây dẫn: $\sum \Delta P_D = 83.16 \text{ kW}$						

d. Xác định tổn thất điện năng trên đường dây :

Tổn thất điện năng trên các đường dây được tính theo công thức :

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

$$\Delta A_D = 83.16 * 4592 = 38187072 \text{ (kWh)}$$

e. Chọn máy cắt :

$$I_{cmm} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{6300}{\sqrt{3.22}} = 215$$

$$I_{c1} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6} = 125$$

$$I_{c2} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{1600}{\sqrt{3} \times 6} = 200.15$$

Ta chọn 8DJ20 của Siemens

Tên trạm	Loại máy cắt	Cách điện	I_{dm} (A)	U_{dm} (KV)	$I_{cát}$ N3S (KA)	$I_{cát}$ max (KA)	Số lượng	Thành tiền (10^6 đ)
TBATG	8DJ20	SF6	630	24	31.5	250	3	960
					63	125	3	630
B1	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B2	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B3	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B4	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B5	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
B6	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	420
Tổng vốn đầu tư máy cắt : $K_{MC} = 4110.10^6$ đ								

3. Chi phí tính toán của phương án 2 :

Vốn đầu tư :

$$K_2 = K_B + K_D + K_{MC} = 2653.6 + 1793 + 4110 = 8556.6 \cdot 10^6 \text{ (đ)}$$

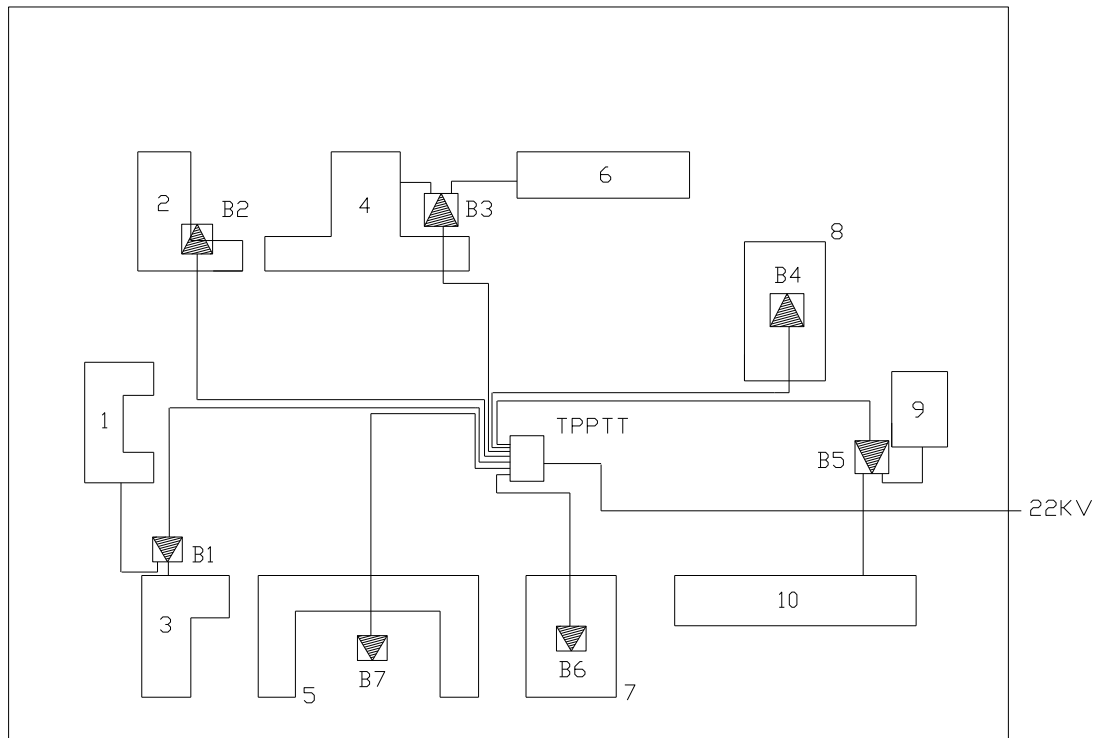
Tổng tổn thất điện năng trong các trạm biến áp và đường dây:

$$\Delta A_2 = \Delta A_B + \Delta A_D = 1307842.54 + 381870.72 = 1689713.26 \text{ (kWh)}$$

Chi phí tính toán là :

$$\begin{aligned}
Z_2 &= (a_{vh} + a_{tc}).K_2 + \Delta A_2.C \\
&= (0.1 + 0.125) * 8556.6 * 10^6 + 3000 * 1689713.26 \\
&= 3\ 614\ 948\ 260 \text{ (đ)}
\end{aligned}$$

3.2.3. Phương án 3



Hình 3.4 – Sơ đồ phương án 3

Phương án 3 sử dụng trạm phân phối trung tâm lấy điện từ hệ thống về cấp cho các trạm biến áp phân xưởng. Các trạm biến áp phân xưởng hạ áp từ 22kV xuống 0.4kV để cấp cho các phân xưởng.

1. Chọn máy biến áp phân xưởng và xác định tổn thất điện năng trong các trạm biến áp

Trên cơ sở đã chọn được công suất các máy biến áp ở trên ta có bảng kết quả chọn máy biến áp cho các trạm biến áp phân xưởng do nhà máy chế tạo thiết bị điện Đông Anh sản xuất.

Bảng 3.10 – Kết quả lựa chọn MBA trong các TBA của phương án 3

Tên TBA	S _{dm} (kVA)	U _C /U _H (KV)	ΔP ₀ (kW)	ΔP _N (kW)	U _N (%)	I ₀ (%)	Số máy	Đơn giá (10 ⁶ đ)	Thành tiền (10 ⁶ đ)
B1	1000	22/0.4	2.1	12.6	6.5	1.5	2	121.8	243.6
B2	1000	22/0.4	2.1	12.6	6.5	1.5	2	121.8	243.6
B3	1000	22/0.4	2.1	12.6	6.5	1.5	2	121.8	243.6
B4	1600	22/0.4	2.8	18	6.5	1.4	2	202.5	405
B5	1000	22/0.4	2.1	12.6	6.5	1.5	2	121.8	243.6
B6	1000	22/0.4	2.1	12.6	6.5	1.5	2	121.8	243.6
B7	1000	22/0.4	2.1	12.6	6.5	1.5	2	121.8	243.6
Tổng vốn đầu tư cho trạm biến áp : K _B = 1866.6*10 ⁶ (đ)									

Xác định tổn thất điện năng trong các trạm biến áp

Tổn thất điện năng ΔA trong các trạm biến áp được tính theo công thức:

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_n \cdot \left(\frac{S_{tt}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \tau \text{ kWh}$$

Kết quả cho dưới bảng 3.11

Bảng 3.11 – Kết quả tính tổn thất điện năng trong các TBA của phương án 3

Tên TBA	Số lượng	S _{tt} (kVA)	S _{dm} (kVA)	ΔP ₀ (kW)	ΔP _N (kW)	ΔA(kWh)
B1	2	1704.69	1000	2.1	12.6	126356.5
B2	2	1815.16	1000	2.1	12.6	133420.4
B3	2	1409.87	1000	2.1	12.6	109140
B4	2	2670.89	1600	2.8	18	167530
B5	2	1590.96	1000	2.1	12.6	95068.15
B6	2	1953	1000	2.1	12.6	143994.25
B7	2	1724.95	1000	2.1	12.6	128144
Tổn thất điện năng trong các TBA: ΔA _B = 903653.3 (kWh)						

2. Chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng điện

a. Chọn cáp cao áp từ trạm phân phối trung tâm về trạm biến áp phân xưởng

Tương tự như phương án 1, Từ trạm phân phối trung tâm về đến các trạm biến áp phân xưởng cáp cao áp được chọn theo mật độ kinh tế của dòng điện j_{kt} . Sử dụng cáp lõi đồng với $T_{max} = 6000h$ ta có $j_{kt} = 2.7 \text{ A/mm}^2$

$$\text{Tiết diện kinh tế của cáp: } F_{kt} = \frac{I_{max}}{j_{kt}}$$

Cáp từ trạm phân phối trung tâm về các phân xưởng đều là cáp lộ kép nên:

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

Chọn cáp đồng 3 lõi 22kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURAKAWA (Nhật) chế tạo

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

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

$$\text{Với } k_{hc} = 0.93$$

Vì chiều dài cáp từ trạm phân phối trung tâm đến các trạm biến áp phân xưởng ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ, có thể bỏ qua không cần kiểm tra theo điều kiện tổn thất điện áp.

Để dễ tính toán ta xét cáp dẫn từ trạm phân phối trung tâm về B4

$$I_{max} = \frac{S_{tppx}}{2\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{2670.89}{2\sqrt{3}.22} = 35.05(A)$$

$$\Rightarrow F_{kt} = \frac{I_{max}}{j_{kt}} = \frac{35.05}{2.7} = 13.02(mm^2)$$

Như vậy chọn đồng loạt cáp XLPE 16 mm²

b. Chọn cáp hạ áp từ trạm biến áp phân xưởng đến các phân xưởng:

Tương tự như phương án 1, cáp hạ áp được chọn theo điều kiện phát nóng cho phép. Các đường cáp đều rất ngắn, tổn thất điện áp trên cáp không đáng kể nên có thể bỏ qua không cần kiểm tra lại điều kiện ΔU_{cp} .

Bảng 3.12 – Kết quả chọn cáp cao áp và hạ áp của phương án 3

Đường cáp	F(mm)	L(m)	$R_0(\Omega/m^2)$	R(Ω)	Đơn giá (10^3 đ/m)	Thành tiền (10^3 đ)
TPPTT-B1	3*16	442	1.47	0.32	58	51272
TPPTT -B2	3*16	456	1.47	0.34	58	52896
TPPTT-B3	3*16	272	1.47	0.2	58	31552
TPPTT-B4	3*16	327	1.47	0.24	58	37932
TPPTT-B5	3*16	306	1.47	0.22	58	35496
TPPTT-B6	3*16	272	1.47	0.2	58	31552
TPPTT-B7	3*16	286	1.47	0.21	58	33176
B3->4	3*400+400	27.2	0.047	$2.13 \cdot 10^{-4}$	680	110976
B3->6	3*50+35	136	0.524	0.021	204	27744
Tổng vốn đầu tư cho đường dây: $K_D = 412596 \cdot 10^3$ (đ)						

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

$$\text{Công thức tính: } \Delta P = \frac{S_{\text{tppx}}^2}{U_{\text{dm}}^2} R \cdot 10^{-3} \quad (\text{kW})$$

$$R = \frac{1}{n} R_0 l \quad (\Omega)$$

n – số đường dây đi song song

Bảng 3.13– Tổng thất công suất tác dụng trên các đường dây của phương án 3

Đường cáp	F(mm)	L(m)	$R_0(\Omega/m^2)$	R(Ω)	STT(kW)	$\Delta P(kW)$
TPPTT-B1	3*16	442	1.47	0.32	1704.69	2.05
TPPTT-B2	3*16	456	1.47	0.34	1815.16	2.17
TPPTT-B3	3*16	272	1.47	0.2	1409.87	1.28
TPPTT-B4	3*16	327	1.47	0.24	2670.89	1.54
TPPTT-B5	3*16	306	1.47	0.22	1590.96	1.41
TPPTT-B6	3*16	272	1.47	0.2	1953	1.28
TPPTT-B7	3*16	286	1.47	0.21	1724.95	1.34
B3->4	3*400+400	27.2	0.047	$2.13 \cdot 10^{-4}$	1300.35	2.98
B3->6	3*50+35	136	0.524	0.021	109.52	8
Tổng tổn thất tác dụng trên các đường dây: $\sum \Delta P_D = 22.05$ (kW)						

d. Xác định tổn thất điện năng trên các đường dây :

Tổn thất điện năng trên các đường dây được tính theo công thức :

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

$$\Delta A_D = 22.05 \cdot 4592 = 101253.6 \quad (\text{kWh})$$

e. Chọn máy cắt :

$$I_{c1} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{1000}{\sqrt{3} \times 22} = 34.157(A)$$

$$I_{c2} = I_{qtBA} = 1.3 \times I_{dmBA} = 1.3 \times \frac{1600}{\sqrt{3} \times 22} = 54.65(A)$$

Ta chọn 8DJ20 của Siemens:

Tên trạm	Loại máy cắt	Cách điện	I_{dm} (A)	U_{dm} (KV)	$I_{cắt}$ N3S (KA)	$I_{cắt}$ max (KA)	Số lượng	Thành tiền (10^6 đ)
B1	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	640
B2	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	640
B3	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	640
B4	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	640
B5	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	640
B6	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	640
B7	8DJ20	SF6	630	6	63	125	2	640
Tổng vốn đầu tư máy cắt : $K_{MC} = 4480.10^6$ (đ)								

3. Chi phí tính toán phương án 3:

Vốn đầu tư :

$$K_3 = K_B + K_D + K_{MC} = 1866.6 + 412.6 + 4480 = 6759.2 * 10^6 \text{ (đ)}$$

Tổng tổn thất điện năng trong các trạm biến áp và đường dây:

$$\Delta A_3 = \Delta A_B + \Delta A_D = 903653.3 + 101253.6 = 1004906.9 \text{ (kWh)}$$

Chi phí tính toán là :

$$\begin{aligned} Z_3 &= (a_{vh} + a_{tc}).K_3 + \Delta A_1.C \\ &= (0.1 + 0.125) * 6759.2 * 10^6 + 3000 * 1004906.9 \\ &= 2\,525\,726\,900 \text{ (đ)} \end{aligned}$$

Như vậy ta có kết quả tính toán cho 3 phương án như sau:

Bảng 3.14 – Chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của các phương án

Phương án	Vốn đầu tư (10 ⁶ đ)	Tổng thất điện năng (kWh)	Chi phí tính toán (đ)
Phương án 1	8063.6	1 616 191.98	3 430 501 975
Phương án 2	8556.6	1 689 713.26	3 614 948 260
Phương án 3	6759.2	1 004 906.9	2 525 726 900

Nhận xét: Từ các kết quả tính toán cho thấy phương án 3 là phương án tốt hơn cả nên ta chọn phương án này.

3.3. Thiết kế chi tiết cho phương án được chọn

3.3.1. Chọn dây dẫn từ trạm biến áp trung gian về trạm phân phối trung tâm

Đường dây cung cấp từ trạm biến áp trung gian về trạm phân phối trung tâm của nhà máy dài 10km, 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 bảng 5 (trang 294, TL2), dây AC có thời gian sử dụng công suất lớn nhất $T_{\max} = 6000h$, ta có $j_{kt} = 1 A/mm^2$

Dòng điện tính toán chạy trên mỗi dây dẫn là:

$$I_{tmm} = \frac{S_{tmm}}{2 \cdot \sqrt{3} U_{dm}} = \frac{10150.41}{2 * \sqrt{3} * 22} = 132.81 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế là :

$$F_{kt} = \frac{I_{tmm}}{j_{kt}} = \frac{132.81}{1} = 132.81 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn dây nhôm lõi thép tiết diện 120mm^2 . Tra bảng PL 4.12[TL2] dây dẫn AC-120 và $D_{tb} = 2\text{m}$ có $I_{cp} = 380$ (A)

* Kiểm tra dây đã chọn theo điều kiện khi xảy ra sự cố đứt một dây:

$$I_{sc} = 2 \cdot I_{tmm} = 2 \cdot 132.81 = 265.62 < I_{cp} = 380 \text{ (A)}$$

Vậy dây đã chọn thỏa mãn điều kiện sự cố.

* Kiểm tra dây đã chọn theo điều kiện tổn thất điện năng:

Với dây AC-120 có khoảng cách trung bình hình học 2m , tra bảng PL 4.6[TL2] ta có: $r_0 = 0.27 \text{ } \Omega/\text{km}$ và $x_0 = 0.365 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\Delta U = \frac{P_{tmm}R + Q_{tmm}X}{U_{dm}} = \frac{7687.61 \cdot 0.27 \cdot 10 + 6628.09 \cdot 0.365 \cdot 10}{2 \times 22} = 1017 \text{ (V)}$$

$$\Delta U \leq \Delta U_{cp} = 5\% \cdot U_{dm} = 1100 \text{ (V)}$$

Dây đã chọn thỏa mãn điều kiện tổn thất cho phép

Vậy ta chọn dây AC-120

3.3.2. Sơ đồ trạm phân phối trung tâm

Trạm phân phối trung tâm là nơi nhận điện từ hệ thống về cung cấp cho nhà máy, do đó vấn đề chọn sơ đồ nối dây có ảnh hưởng trực tiếp đến vấn đề an toàn điện cho nhà máy. Sơ đồ phải thỏa mãn các điều kiện như:

Cung cấp điện liên tục theo yêu cầu của phụ tải, thuận tiện trong vấn đề vận hành và xử lý sự cố, an toàn lúc vận hành và sửa chữa, hợp lý về kinh tế trên yêu cầu đảm bảo về kỹ thuật.

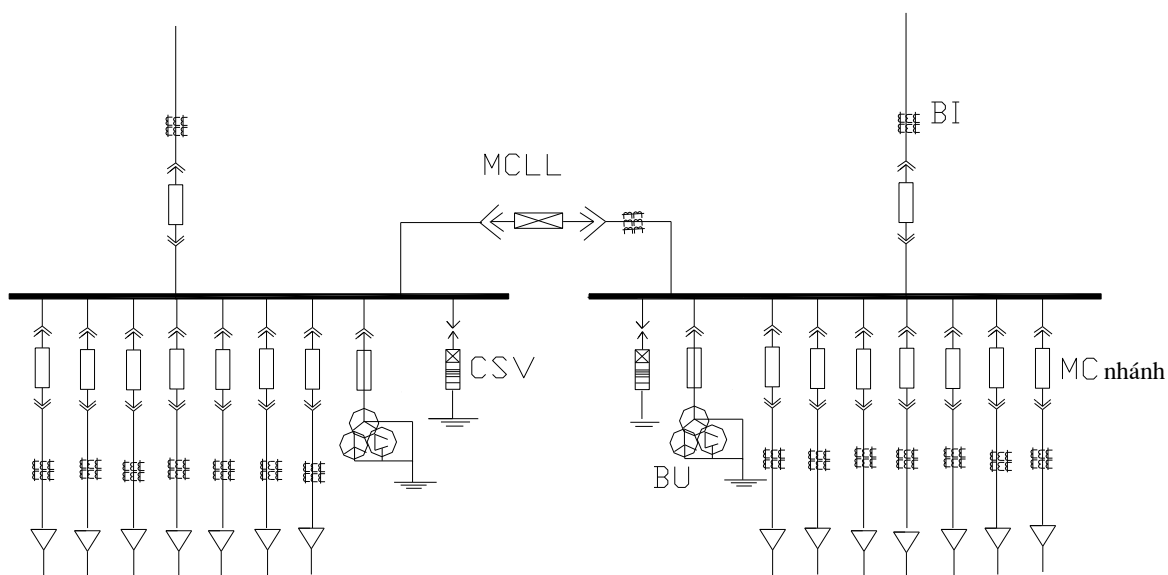
Nhà máy chế tạo máy kéo được xếp vào loại phụ tải loại I, do đó trạm phân phối trung tâm được cung cấp điện bằng đường dây kép với hệ thống thanh góp có phân đoạn. Trên mỗi phân đoạn thanh góp có đặt một máy biến áp đo lường hợp bộ ba pha năm trụ có cuộn tam giác hở báo chạm đất một pha trên cấp 22kV . Để chống sét từ đường dây truyền vào trạm đặt chống sét van trên các

phân đoạn của thanh góp. Máy biến dòng được đặt trên tất cả các lộ vào ra của trạm có tác dụng biến đổi dòng điện lớn (phía sơ cấp) thành dòng 5A cung cấp cho các thiết bị đo lường và bảo vệ.

Chọn dùng các tủ hợp bộ của Siemens, cách điện bằng SF6, không cần bảo trì, hệ thống chống sét trong tủ có dòng định mức 1250A

Bảng 3.15 – Thông số máy cắt đặt tại TPPTT

Loại máy cắt	Cách điện	I_{dm} (A)	U_{dm} (kV)	$I_{cắt\ 3s}$ (kA)	$I_{cắt\ nmax}$ (kA)
8DC11	SF6	1250	24	25	63



Hình 3.8 – Sơ đồ hệ thống một thanh góp phân đoạn

Toàn trạm phân phối trung tâm có 21 tủ

Trong đó:

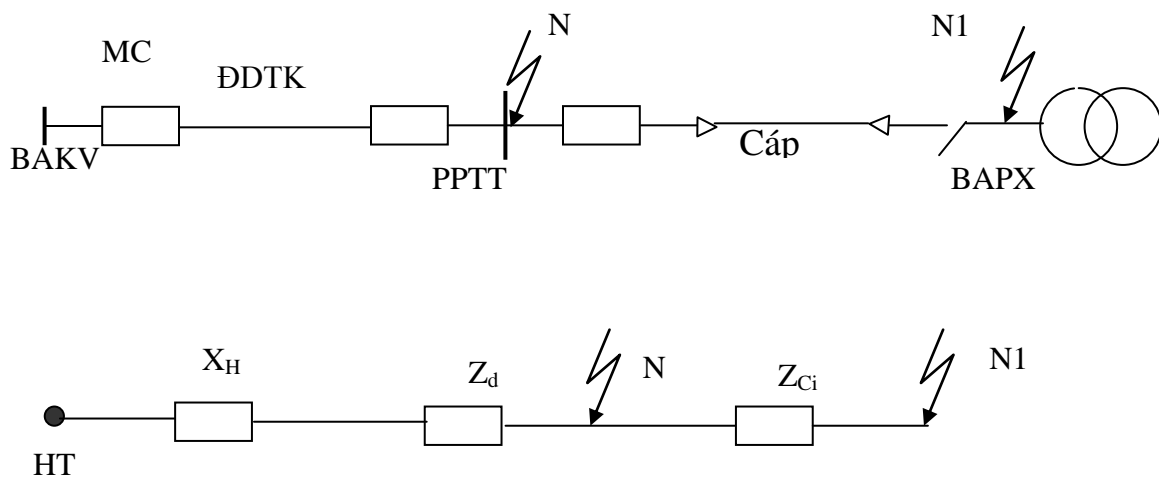
- 2 tủ máy cắt đầu vào
- 2 tủ chống sét
- 2 tủ BU
- 1 tủ máy cắt phân đoạn
- 14 tủ máy cắt đầu ra

3.3.3. Tính toán ngắn mạch và lựa chọn các thiết bị điện

1. Tính ngắn mạch phía cao áp

Mục đích của việc tính toán ngắn mạch là kiểm tra điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt của thiết bị và dây dẫn được chọn khi có dòng ngắn mạch 3 pha. Khi tính toán ngắn mạch phía cao áp, do không biết cấu trúc cụ thể của hệ thống điện quốc gia nên cho phép tính toán gần đúng điện áp ngắn mạch về phía hạ áp của trạm biến áp trung gian 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 trong hình 3.9:



Hình 3.9 – Sơ đồ tính toán ngắn mạch

Để lựa chọn, kiểm tra dây dẫn và các thiết bị điện ta cần tính toán 6 điểm ngắn mạch sau:

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

N1-> N7 : là điểm ngắn mạch phía cao áp các trạm biến áp phân xưởng để kiểm tra cáp và các thiết bị trong trạm.

Điện kháng của hệ thống được tính theo công thức:

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

Trong đó: S_N - công suất ngắn mạch về phía hạ áp của trạm biến áp trung gian $S_N = 250$ (MVA)

U - điện áp của đường dây, $U = U_{tb} = 22$ (kV)

Điện trở và điện kháng của đường dây là:

$$R = r_0 \cdot L / 2 ; \quad X = x_0 \cdot L / 2$$

Trong đó: r_0 , x_0 - điện trở và điện kháng trên 1 km đường dây (Ω/km)

L - chiều dài của đường dây

Do ngắn mạch xa nguồn nên dòng ngắn mạch siêu quá độ I'' bằng dòng điện ngắn mạch ổn định I_∞ nên ta có thể viết như sau:

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

Trong đó: Z_N - tổng trở từ hệ thống đến điểm ngắn mạch thứ i (Ω)

U - điện áp của đường dây (kV)

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

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} I_N \quad (\text{kA})$$

Bảng 3.16 – Thông số đường dây trên không và cáp

Đường cáp	F(mm)	L(km)	R ₀ (Ω/m ²)	X ₀ (Ω/m ²)	R(Ω)	X(Ω)
TPPTT-B1	3*16	0.442	1.47	0.142	0.32	0.031
TPPTT-B2	3*16	0.456	1.47	0.142	0.34	0.032
TPPTT-B3	3*16	0.272	1.47	0.142	0.2	0.02
TPPTT-B4	3*16	0.327	1.47	0.142	0.24	0.023
TPPTT-B5	3*16	0.306	1.47	0.142	0.22	0.022
TPPTT-B6	3*16	0.272	1.47	0.142	0.2	0.02
TPPTT-B7	3*16	0.286	1.47	0.142	0.21	0.02
TBAKV-TPPTT	AC-120	10	0.27	0.365	1.35	1.825

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

$$X_{HT} = \frac{U^2}{S_N} = \frac{22^2}{250} = 1.936 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$R = R_{dd} = 1.35 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$X = X_{dd} + X_{HT} = 1.825 + 1.936 = 3.761 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$I_N = \frac{U}{\sqrt{3}Z_N} = \frac{22}{\sqrt{3} * \sqrt{1.35^2 + 3.761^2}} = 3.18 \text{ (kA)}$$

$$i_{sk} = 1.8 * \sqrt{2} * I_N = 1.8 * \sqrt{2} * 3.18 = 8.08 \text{ (kA)}$$

Tính toán điểm ngắn mạch N₁ (tại thanh cái trạm biến áp B1):

$$R_1 = R_{dd} + R_{c1} = 1.350 + 0.32 = 1.67 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$X = X_{dd} + X_{HT} + X_{c1} = 1.825 + 1.936 + 0.031 = 3.792 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$I_N = \frac{U}{\sqrt{3}Z_{N1}} = \frac{24}{\sqrt{3} * \sqrt{1.936^2 + 3.792^2}} = 3.07 \text{ (kA)}$$

$$i_{xk} = 1.8 * \sqrt{2} - I_{N1} = 1.8 * \sqrt{2} * 3.07 = 7.8 \text{ (kA)}$$

Tính toán tương tự tại các điểm N₂->N₇ ta có bảng sau:

Bảng 3.17 – Kết quả tính toán ngắn mạch

Điểm ngắn mạch	I _N (kA)	I _{XK} (kA)
N1	3.07	7.8
N2	3.06	7.79
N3	3.11	7.91
N4	3.1	7.88
N5	3.1	7.88
N6	3.11	7.91
N7	3.11	7.91
N	3.18	8.08

2. Lựa chọn và kiểm tra các thiết bị điện:

- Lựa chọn và kiểm tra máy cắt, thanh dẫn của TPPTT:

Máy cắt 8DC11 được chọn theo tiêu chuẩn sau:

Điện áp định mức: $U_{dm.MC} \geq U_{dm.m} = 22 \text{ kV}$

Dòng điện định mức: $I_{dm.MC} = 1250 \text{ A} \geq I_{lv.max} = 2 * I_{ttnm} = 265.62 \text{ A}$

Dòng điện cắt định mức: $I_{dm.cắt} = 25 \text{ kA} \geq I_N = 3.11 \text{ kA}$

Dòng điện ổn định cho phép: $i_{dm.d} = 63 \text{ kA} \geq i_{xk} = 8.08 \text{ kA}$

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

- Lựa chọn và kiểm tra máy biến điện áp BU:

BU được chọn theo điều kiện sau:

Điện áp định mức: $U_{dmBU} \geq U_{dm.m} = 22 \text{ kV}$

Chọn loại BU 3 pha 5 trụ 4MS34, kiểu hình trụ do hãng Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật như sau:

Bảng 3.18 – Thông số kỹ thuật của BU loại 4MS34

Thông số kỹ thuật	4MS34
U_{dm} (kV)	24
U chịu đựng tần số công nghiệp 1 (kV)	50
U chịu đựng xung 1.2/50 μ s(kV)	125
U_{1dm} (kV)	$22/\sqrt{3}$
U_{2dm} (kV)	$110/\sqrt{3}$
Tải định mức (VA)	400

- Lựa chọn và kiểm tra máy biến dòng điện BI:

BI được chọn theo các điều kiện sau:

Điện áp định mức: $U_{dm.BI} \geq U_{dm.m} = 22$ kV

Dòng điện sơ cấp định mức:

$$I_{dm.BI} \geq \frac{I_{max}}{1.2} = \frac{k_{qbt} S_{dm.BA}}{1.2 * \sqrt{3} * 22} = \frac{1.3 * 1600}{1.2 * \sqrt{3} * 22} = 45.48 \text{ A}$$

Chọn BI loại 4ME14, kiểu hình trụ do Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật như sau:

Bảng 3.19 – Thông số kỹ thuật của BI loại 4ME14

Thông số kỹ thuật	4ME14
U_{dm} (kV)	24
U chịu đựng tần số công nghiệp 1 (kV)	50
U chịu đựng xung 1.2/50 μ s(kV)	125
I_{1dm} (kA)	5 - 2000
I_{2dm} (kA)	1 hoặc 5
$I_{\text{ôđ nhiệt } 1s}$ (kA)	80
$I_{\text{ôđ động}}$ (kA)	120

- Lựa chọn chống sét van:

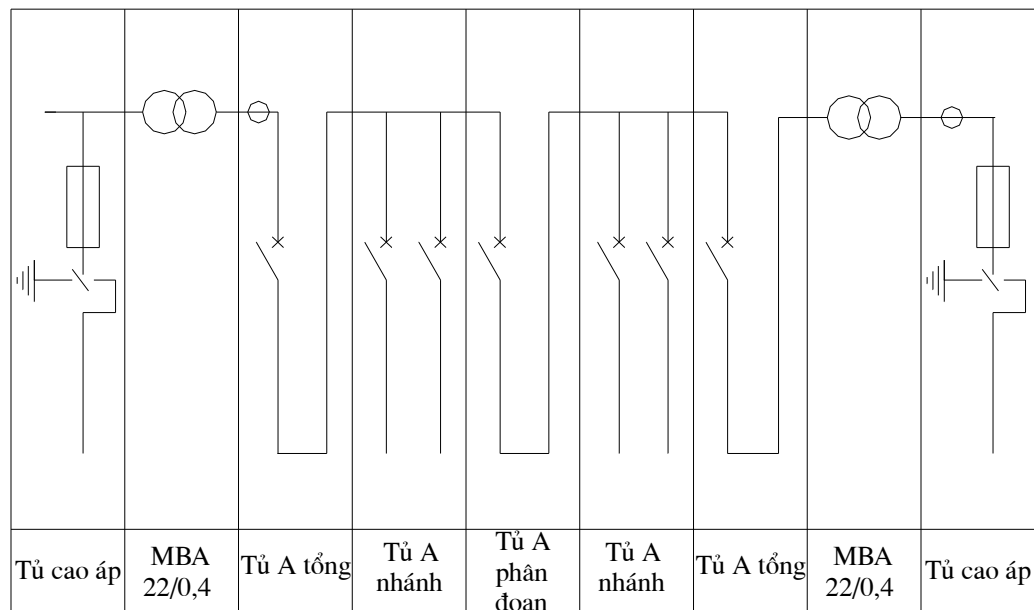
Chống sét van được chọn theo cấp điện áp: $U_{dm.m} = 22$ kV

Loại chống sét van do hãng COOPER chế tạo có $U_{dm} = 24 \text{ kV}$, loại giá đỡ ngang AZLP501B24

3.3.4. Sơ đồ trạm biến áp phân xưởng:

Tất cả các trạm biến áp phân xưởng đều đặt hai máy biến áp do nhà máy chế tạo Thiết bị điện Đông Anh sản xuất tại Việt Nam. Vì các trạm biến áp này được đặt rất gần trạm phân phối trung tâm nên phía cao áp chỉ cần đặt dao cách ly và cầu chì. Dao cách ly dùng để cách ly máy biến áp khi cần 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. Để hạn chế dòng ngắn mạch về phía hạ áp của trạm và làm đơn giản việc bảo vệ ta lựa chọn phương thức cho hai máy biến áp làm việc độc lập (aptomat phân đoạn của thanh cái hạ áp thường ở trạng thái cắt). Chỉ khi nào có một máy biến áp gặp sự cố mới sử dụng aptomat phân đoạn để cấp điện cho phụ tải của phân đoạn đi với máy biến áp bị sự cố.

Hình 3.10 – Sơ đồ trạm biến áp phân xưởng đặt hai máy biến áp



1. Lựa chọn và kiểm tra dao cách ly cao áp :

Ta sẽ dùng một loại dao cách ly cho tất cả các trạm biến áp để thuận lợi cho việc mua sắm, lắp đặt và thay thế. Dao cách ly được chọn theo các điều kiện sau :

$$\text{Điện áp định mức : } U_{dm.MC} \geq U_{dm.m} = 22\text{kV}$$

$$\text{Dòng điện định mức: } I_{dm.MC} \geq I_{lv.max} = 2 * I_{tnm} = 265.62 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện ổn định động cho phép: } i_{dm.d} \geq i_{xk} = 8.08 \text{ kA}$$

Tra bảng PL2.17[TL2] ta chọn dao cách ly 3DC với các thông số kỹ thuật sau:

Bảng 3.20 – Thông số kỹ thuật của dao cách ly 3DC

$U_{dm}(\text{kV})$	$I_{dm}(\text{A})$	$I_{NT}(\text{kA})$	$I_{N \max}(\text{kA})$
24	630-2500	16-31.5	40-80

2. Lựa chọn và kiểm tra cầu chì cao áp :

Dùng một loại cầu chì cao áp cho tất cả các trạm biến áp để thuận tiện cho việc mua sắm, lắp đặt và thay thế. Cầu chì được chọn theo các tiêu chuẩn sau :

$$\text{Điện áp định mức : } U_{dm.CC} \geq U_{dm.m} = 22 \text{ kV}$$

$$\text{Dòng điện định mức: } I_{dm.CC} \geq I_{lv.max} = \frac{k_{qbt} S_{dm.BA}}{\sqrt{3} U_{dm.m}} = \frac{1.3 * 1600}{\sqrt{3} * 22} = 54.58 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện cắt định mức: } I_{dm.cắt} \geq I_{N4} = 3.11 \text{ kA (Vì dòng ngắn mạch trên thanh cái của trạm biến áp B3 có giá trị lớn nhất)}$$

Tra bảng PL2.19[TL2] ta chọn loại cầu chì 3GD1 413-4B do Siemens chế tạo với các thông số kỹ thuật sau:

Bảng 3.21 – Thông số kỹ thuật của cầu chì loại 3GD1 413-4B

U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	$I_{cát\ min}$ (A)	$I_{cát\ N}$ (kA)
24	63	432	31.5

3. Lựa chọn và kiểm tra aptomat :

Aptomat tổng, aptomat phân đoạn và các aptomat nhánh đều do Merlin Gerin chế tạo

+ Aptomat tổng được lựa chọn theo các điều kiện sau :

$$\text{Điện áp định mức : } U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0.38 \text{ (kV)}$$

$$\text{Dòng điện định mức : } I_{dm.A} \geq I_{lv\ max}$$

$$\text{Trong đó : } I_{lv\ max} = \frac{k_{qbt} S_{dmBA}}{\sqrt{3} U_{dm.m}}$$

Các trạm B1, B2, B3, B5, B6, B7 có $S_{dm} = 1000 \text{ kVA}$

$$\text{Nên } I_{lv\ max} = \frac{k_{qbt} S_{dmBA}}{\sqrt{3} U_{dm.m}} = \frac{1.3 * 1000}{0.38 \sqrt{3}} = 1975.14 \text{ (A)}$$

Trạm biến áp B4 có $S_{dm} = 1600 \text{ kVA}$

$$\text{Nên } I_{lv\ max} = \frac{k_{qbt} S_{dmBA}}{\sqrt{3} U_{dm.m}} = \frac{1.3 * 1600}{0.38 \sqrt{3}} = 3160.23 \text{ (A)}$$

Tra bảng PL3.3[TL2] ta chọn aptomat tổng và aptomat phân đoạn như sau:

Bảng 3.22 – Kết quả chọn MCCB tổng và MCCB phân đoạn

Tên trạm	Loại	Số lượng	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	$I_{cát\ N}$ (kA)	Số cực
B1,B2,B3, B5,B6,B7	CM2000N	3	415	2000	70	3
B4	CM3200N	3	415	3200	70	3

+ Với aptomat nhánh:

$$\text{Điện áp định mức: } U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0.38 \text{ (kV)}$$

$$\text{Dòng điện định mức: } I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{S_{tppx}}{n\sqrt{3}U_{dm.m}}$$

Trong đó: n – số aptomat nhánh đưa về phân xưởng

Kết quả lựa chọn các MCCB nhánh được ghi trong bảng:

Bảng 3.23 – Kết quả lựa chọn MCCB nhánh, loại 4 cực của Merlin Gerin

Tên phân xưởng	S _{TT} (kVA)	SL	I _{TT} (A)	Loại	U _{ĐM} (VA)	I _{ĐM} (A)	I _N (kA)
Ban QL & P. T/kế	80.36	2	61.81	NS100N	690	100	7.5
P/x cơ khí số 1	1815.16	2	1950.09	CM2500	690	2500	50
P/x cơ khí số 2	1624.33	2	1233.95	CM1600	690	1600	50
P/x luyện kim màu	1300.35	2	987.83	CM1250	690	1250	50
P/x luyện kim đen	1724.95	2	1310.4	CM1600	690	1600	50
P/x Sửa chữa cơ khí	109.52	2	83.2	NS100N	690	100	7.5
P/x Rèn	1953	2	1483.64	CM1600	690	1600	50
P/x Nhiệt luyện	2670.89	2	2029	CM2500	690	2500	50
Bộ phận nén khí	1505.56	2	1143.73	CM1250	690	1250	50
Kho vật liệu	85.4	2	64.88	NS100N	690	100	7.5

4. Lựa chọn thanh góp:

Các thanh góp được lựa chọn theo tiêu chuẩn dòng điện phát nóng cho phép:

$$k_{hc} \cdot I_{cp} \geq I_{cb} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{2709}{0.38\sqrt{3}} = 4116 \text{ (A)}$$

Chọn thanh dẫn đồng (100*10 mm²) mỗi pha ghép 3 thanh I_{cf} = 4650 (A)

5. Kiểm tra cáp đã chọn:

Với cáp chỉ cần kiểm tra với tuyến cáp có dòng ngắn mạch lớn nhất

$$I_{N3} = 3.11 \text{ (kA)}$$

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

$$F = 16 \text{ mm}^2 \geq 6 * 3.11 * \sqrt{0.5} = 13.2 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Vậy cáp đã chọn cho các tuyến là hợp lý.

6. Kết luận:

Các thiết bị đã lựa chọn cho mạng điện cao áp của nhà máy đều thỏa mãn các điều kiện kỹ thuật.

CHƯƠNG 4

THIẾT KẾ MẠNG HẠ ÁP CHO PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ

4.1. Phân xưởng sửa chữa cơ khí

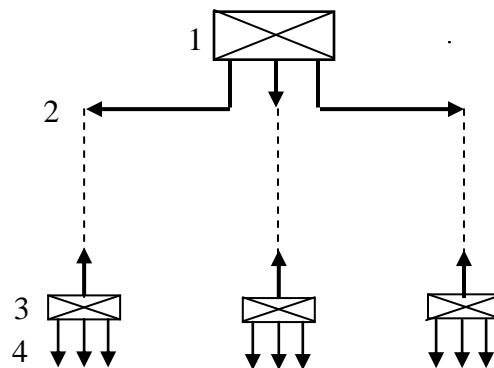
Phân xưởng sửa chữa cơ khí là phân xưởng số 6 trên mặt bằng, có diện tích 1100 m², trong đó có 70 loại thiết bị (có một số thiết bị không dùng điện) được chia làm 5 nhóm. Công suất tính toán của phân xưởng là 109.52kVA trong đó có 15.4kW là công suất chiếu sáng.

4.2. Chọn sơ đồ đi dây cho Phân xưởng sửa chữa cơ khí

Mạng điện dùng cho phân phối và cung cấp điện cho các tủ động lực của phân xưởng. Việc sơ đồ đi dây phải đảm bảo các yêu cầu: đơn giản, thuận tiện, an toàn, tiết kiệm.

Một số sơ đồ hay được sử dụng:

- Sơ đồ hình tia:



1: trạm biến áp phân xưởng.

2: là cáp dẫn.

3: là tủ động lực.

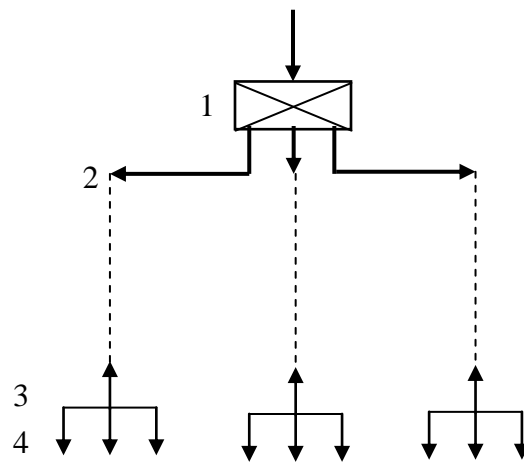
4: thiết bị dùng điện.

Hình 4.1- Sơ đồ mạng điện phân xưởng hình tia

- Ưu điểm:
 - Cung cấp điện an toàn, thuận tiện cho việc sửa chữa và vận hành, bảo vệ tự động hóa.

- Nhược điểm:
 - Vốn đầu tư cao cho nên thường được dùng để cung cấp điện cho phụ tải loại 1 và 2.

- Sơ đồ hình phân nhánh:



- 1: Trạm biến áp.
- 2: Đường dây hình tia.
- 3: Đường dây phân nhánh.
- 4: Thiết bị dùng điện.

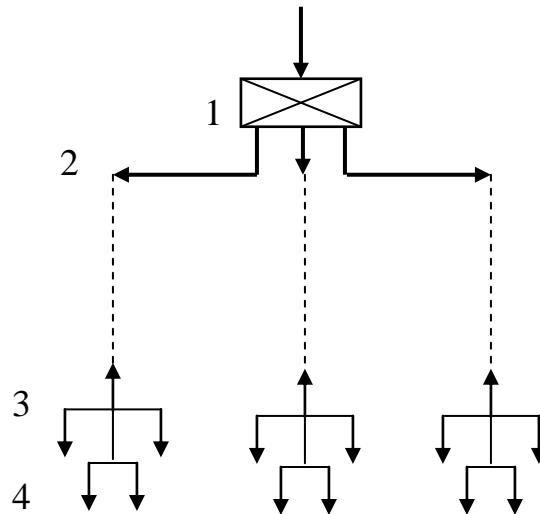
Hình 4.2- Sơ đồ mạng điện phân xưởng phân nhánh.

- Ưu điểm:
 - Vốn đầu tư ít, thiết kế đơn giản.
- Nhược điểm:
 - Độ an toàn cung cấp điện không cao, khó sửa chữa.

- Sơ đồ hỗn hợp:

▪ Thuận tiện cho việc bảo vệ tự động hóa và sửa chữa. Tuy nhiên mức độ cấp điện không cao lắm so với sơ đồ hình tia. Vốn đầu tư hạ.

Qua các ưu khuyết điểm của một số sơ đồ trên, căn cứ vào yêu cầu cung cấp điện của phân xưởng và vốn đầu tư hợp lý, chọn sơ đồ đi dây cho phân xưởng là sơ đồ hỗn hợp.



- 1: Trạm biến áp.
- 2: Đường dây hình tia.
- 3: Đường dây phân nhánh.
- 4: Thiết bị dùng điện.

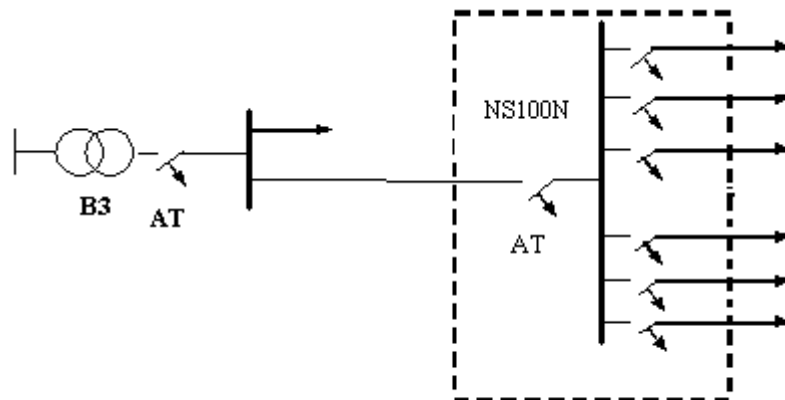
Hình 4.3- Sơ đồ mạng điện phân xưởng kiểu hỗn hợp.

Sau khi điện áp được biến đổi từ 22kV xuống 0.4kV được đưa tới tủ phân phối trung tâm nằm trong phân xưởng. Tủ này có nhiệm vụ phân phối điện tới 5 tủ động lực (ĐL) đặt tại 5 nhóm đã thiết bị đã phân chia ở chương 2.

- 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 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 lắp đặt ở tủ phân phối 1 aptomat cho đầu vào và 6 aptomat đầu ra trong đó 5 đầu ra cung cấp điện cho 5 tủ động lực và 1 đầu ra cung cấp cho tủ chiếu sáng. Ở tủ động lực đầu vào sẽ lắp 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 có giá thành đắt hơn nhưng ngày nay người ta vẫn thường hay sử dụng thiết bị này thay cho cầu chì.

4.3. Lựa chọn các thiết bị cho tủ phân phối mạng hạ áp phân xưởng



Hình 4.4 – Sơ đồ tủ phân phối tới các tủ động lực của phân xưởng

Ở tủ phân phối ta cần chọn 1 aptomat tổng ở đầu vào và 6 aptomat nhánh ở đầu ra cho 5 tủ động lực của 5 nhóm và 1 tủ chiếu sáng.

- Chọn aptomat tổng :

Aptomat tổng được chọn theo điều kiện:

Điện áp định mức : $U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38kV$

$$\text{Dòng điện định mức: } I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{S_{tppx}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm.m}} = \frac{109.52}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 166.4 \text{ A}$$

Kết hợp với dòng ngắn mạch sau MBA: $I_N = 7.91 \text{ kA}$

Tra bảng PL4.3[TL1] chọn aptomat loại NS630N có:

$I_{dmA} = 630 \text{ (A)}$, $I_{cát N} = 10 \text{ (kA)}$

- Chọn aptomat nhánh:

Aptomat nhánh được chọn theo điều kiện:

Điện áp định mức : $U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38 \text{ kV}$

$$\text{Dòng điện định mức: } I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{S_{ttnhomi}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm.m}}$$

+ với tuyến cáp từ tủ phân phối về tủ động lực 1 :

Điện áp định mức: $U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38 \text{ kV}$

$$\text{Dòng điện định mức : } I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{S_{ttnhomi}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm.m}} = \frac{11.43}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 17.37 \text{ (A)}$$

Tra bảng PL4.3[TL1] chọn aptomat loại C60H 63 có $I_{dmA} = 63 \text{ (A)}$

Chọn tương tự như trên kết hợp với kết quả đã tính toán ở chương 2 ta có bảng kết quả.

Bảng 4.1 – Kết quả lựa chọn aptomat của Merlin Gerin cho tủ phân phối

Tuyến cáp	S_{tt} (kVA)	I_{tt} (A)	Loại	I_{dm} (A)	U_{dm} (V)	$I_{cát N}$ (kA)	Số cực
TPP - ĐL ₁	11.43	17.37	C60H 63	63	440	10	4
TPP - ĐL ₂	52.58	79.89	NC100H	100	440	6	4
TPP - ĐL ₃	15.09	22.93	C60H 63	63	440	10	4

TPP - ĐL ₄	16.9	25.68	C60H 63	63	440	10	4
TPP - ĐL ₅	28.45	43.22	C60H 63	63	440	10	4
TPP - ĐL _{cs}	15.4	23.4	C60H 63	63	440	10	4
Aptomat tổng	109.52	166.4	NS630N	630	690	10	4

- Chọn thanh cái của trạm biến áp phân xưởng:

Chọn tiết diện thanh dẫn theo điều kiện phát nóng

Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép(A):

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

$K_1 = 1$: Với thanh dẫn đặt đứng.

$K_1 = 0,95$: Với thanh dẫn đặt ngang.

K_2 : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường.

Chọn dòng điện tính toán là dòng lớn nhất khi MBA quá tải 40%

$$I_{tt} = 1.4 * \frac{1000}{\sqrt{3} * 0.4} = 1515.5(A).$$

Thanh dẫn bằng đồng nằm ngang $k_1 = 0,95$ mỗi pha có 1 thanh dẫn $k_2 = 0,888$ khi nhiệt độ môi trường là $35^{\circ}C$.

$$I_{cp} \geq \frac{1082,5}{0,95 \cdot 0,888} = 1796(A).$$

Tra bảng 7.2 [TL2] ta chọn thanh cái bằng đồng hình chữ nhật có kích thước 80x10 tiết diện $800mm^2$ thông số ghi trong bảng 4.2 có dòng điện cho phép là 1900(A).

- Chọn thanh cái của tủ động lực:

Chọn tiết diện thanh dẫn theo điều kiện phát nóng

Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép(A):

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{tt}$$

Dòng điện tính toán là dòng tính toán của nhóm thiết bị lớn nhất:

$$I_{tt} = 259,2(A).$$

Thanh dẫn bằng đồng nằm ngang $k_1 = 0,95$ mỗi pha có 1 thanh dẫn $k_2 = 0,888$ khi nhiệt độ môi trường là $35^{\circ}C$.

$$I_{cp} \geq \frac{259,2}{0,95 \cdot 0,888} = 307,3(A).$$

Tra bảng 7.2 [TL2] ta chọn thanh dẫn bằng đồng hình chữ nhật có kích thước 25x3 tiết diện $75mm^2$ thông số ghi trong bảng 4.2 có dòng điện cho phép là 340(A).

Bảng 4.2- Bảng thông số thanh cái hạ áp(nhiệt độ môi trường $25^{\circ}C$).

Kích thước (mm)	Tiết diện (mm^2)	Khối lượng (kG/m) Đồng	Dòng điện cho phép (A) (Mỗi pha một thanh)
80x10	800	7,1	1900
25x3	75	0,668	340

4.3.1. Chọn cáp dẫn điện cho mạng hạ áp phân xưởng

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 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 :

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

Trong đó K_{hc} – hệ số hiệu chỉnh , ở đây lấy $K_{hc} = 1$

- Cấp được bảo vệ bằng aptomat

$$\frac{I_{kd}}{K_{hc} \cdot I_{cp}} \leq \alpha$$

Trong đó :

+ K_{hc} – 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 , $K_{hc} = 1$

+ I_{kd} – dòng khởi động của bộ phận cắt mạch điện

+ $\alpha = 1.5$ – đối với khởi động nhiệt

$\alpha = 4.5$ - đối với khởi động điện từ

Dòng I_{kd} được chọn theo dòng khởi động nhiệt , $I_{kd \text{ nhiệt}} \geq I_{dm.aptomat}$. Để an toàn thường lấy $I_{kd \text{ nhiệt}} = 1.25 \cdot I_{dm \text{ aptomat}}$ và $\alpha = 1.5$.

Khi đó công thức trên trở thành :

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

4.3.1.1. Chọn cáp từ trạm biến áp đến phân xưởng:

Theo kết quả tính toán ở chương 2 ta có :

Cáp chọn từ trạm biến áp phân xưởng B3 về phân xưởng đã tính toán ở chương 2 (cáp dùng ở đây là loại có tiết diện $(3 \cdot 50 + 35)$ cách điện PVC của LENS chế tạo $I_{cf} = 192A$).

Trong tủ hạ áp của trạm biến áp B3 ở đầu đường dây đến tủ phân phối đã đặt Aptomat loại NS100N do hãng Merlin Gerin chế tạo $I_{dm} = 100A$

Kiểm tra cáp theo điều kiện phối hợp với aptomat :

$$I_{cf} \geq \frac{1,25 \times I_{dmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 100}{1,5} = 83,33(A)$$

Vậy cáp chọn là hợp lí.

4.3.1.2. Chọn cáp từ tủ phân phối đến các tủ động lực

- Chọn cáp từ TPP-ĐL₁:

Ta cũng chọn theo 2 điều kiện như trên.

+ Điều kiện phát nóng ;

$$I_{cp} \geq I_{ttnhóm} = 11.43(A)$$

+ Điều kiện phối hợp với aptomat :

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kd.nh}}{\alpha} = \frac{1.25 * I_{dmA}}{1.5} = \frac{1.25 * 63}{1.5} = 52,5(A)$$

Kết hợp 2 điều kiện trên , tra bảng 4.24[TL2] ta chọn cáp PVC 3G10 có $I_{cp} = 75(A)$

Chọn tương tự các tuyến khác kết quả ghi trong bảng sau:

Bảng 4.2 – Kết quả chọn cáp từ tủ phân phối đến các tủ động lực

Tuyến cáp	I_{tt} (A)	I_{dmA} (A)	$F_{Cáp}$ (mm ²)	I_{cp} (A)
PP-ĐL ₁	17.37	63	3G10	87
PP-ĐL ₂	79.89	100	3G25	144
PP-ĐL ₃	22.93	63	3G10	87
PP-ĐL ₄	25.68	63	3G10	87
PP-ĐL ₅	43.22	63	3G10	87
PP-ĐL _{cs}	23.4	63	3G4	53

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

Ta chọn tủ động lực là tủ có 12 đầu ra:

- Nhóm 1 có 7 thiết bị ứng với 7 đầu ra

- Nhóm 2 có 9 thiết bị ứng với 9 đầu ra
- Nhóm 3 có 10 thiết bị ứng với 10 đầu ra
- Nhóm 4 có 9 thiết bị ứng với 9 đầu ra
- Nhóm 5 có 10 thiết bị ứng với 10 đầu ra

Sau khi chia các thiết bị trong từng nhóm theo các nhóm nhỏ để đi chung đường cáp ta đi lựa chọn cáp và aptomat từ tủ động lực đến các thiết bị.

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

1. Các aptomat đến các thiết bị và nhóm thiết bị trong các tủ động lực cũng được chọn theo các điều kiện đã nêu ở phần trên.

$$U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_{dm.m}}$$

2. Các đường cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

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

Trong đó:

I_{tt} – dòng điện tính toán của động cơ

I_{cp} – dòng điện phát nóng cho phép tương ứng với từng loại dây ,
từng tiết diện

k_{hc} – hệ số hiệu chỉnh , lấy $k_{hc} = 1$.

Và kiểm tra phối hợp với thiết bị bảo vệ của cáp , khi bảo vệ bằng aptomat :

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kddt}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot I_{dm.A}}{1,5}$$

Do công suất các thiết bị trong phân xưởng không lớn và đều được bảo vệ bằng aptomat nên ở đây không tính toán ngắn mạch trong phân xưởng để kiểm tra các thiết bị được lựa chọn theo điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt.

Với nhóm 1: (Mỗi thiết bị 1 aptomat)

- Chọn aptomat cho đường cáp từ tủ ĐL₁ đến máy cưa kiểu đại có

$$P = 1 \text{ kW}, \cos\varphi = 0.6$$

Ta chọn theo điều kiện:

$$U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} * \cos\varphi * U_{dm.m}} = \frac{1}{\sqrt{3} * 0.6 * 0.38} = 2.53(A)$$

Chọn aptomat loại 50 AF kiểu ABE 53a có $U_{dm} = 600 \text{ (V)}$, $I_{dm} = 5 \text{ (A)}$, có 3 cực.

Chọn cáp từ tủ ĐL 1 đến máy cưa kiểu đại $P = 1 \text{ kW}$, $\cos\varphi = 0,6$

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 2.53 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kdt}}{1,5} = \frac{1.25 * I_{dmA}}{1.5} = \frac{1.25 * 5}{1.5} = 4.17 \text{ A}$$

Chọn dây dẫn là cáp đồng hạ áp 3 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tra tại Bảng 4.24[TL2] Chọn loại cáp PVC 3G1.5 có $I_{cp} = 31(A)$. Cáp được đặt trong đường ống thép có đường kính 3/4" chôn dưới nền phân xưởng.

- Chọn aptomat cho đường cáp từ tủ ĐL₁ đến khoan bàn có

$$P = 0.65 \text{ kW}, \cos\varphi = 0.6$$

Ta chọn theo điều kiện:

$$U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} * \cos\varphi * U_{dm.m}} = \frac{0.65}{\sqrt{3} * 0.6 * 0.38} = 1.65(A)$$

Chọn aptomat loại 50 AF kiểu ABE 53a có $U_{dm} = 600$ (V) , $I_{dm} = 5$ (A) , có 3 cực.

Chọn cáp từ tủ ĐL 1 đến khoan bàn $P = 0.65$ kW , $\cos\varphi = 0.6$

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 1.65 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kddt}}{1.5} = \frac{1.25 * I_{dmA}}{1.5} = \frac{1.25 * 5}{1.5} = 4.17 \text{ A}$$

Chọn dây dẫn là cáp đồng hạ áp 3 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tra tại Bảng 4.24[TL2] Chọn loại cáp PVC 3G1,5 có $I_{cp} = 31(A)$. Cáp được đặt trong đường ống thép có đường kính 3/4" chôn dưới nền phân xưởng.

- Chọn aptomat cho đường cáp từ tủ ĐL₁ đến máy mài ngang có

$P = 4.5$ kW , $\cos\varphi = 0.6$

Ta chọn theo điều kiện:

$$U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} * \cos\varphi * U_{dm.m}} = \frac{4.5}{\sqrt{3} * 0.6 * 0.38} = 11.39(A)$$

Chọn aptomat loại 50 AF kiểu ABE 53a có $U_{dm} = 600$ (V) , $I_{dm} = 15$ (A) , có 3 cực.

Chọn cáp từ tủ ĐL 1 đến máy mài ngang $P = 4.5$ kW , $\cos\varphi = 0.6$

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 11.39 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kddt}}{1.5} = \frac{1.25 * I_{dmA}}{1.5} = \frac{1.25 * 15}{1.5} = 12.5 \text{ A}$$

Chọn dây dẫn là cáp đồng hạ áp 3 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tra tại Bảng 4.24[TL2] Chọn loại cáp PVC 3G1.5 có $I_{cp} = 31(A)$. Cáp được đặt trong đường ống thép có đường kính 3/4" chôn dưới nền phân xưởng.

- Chọn aptomat cho đường cáp từ tủ ĐL₁ đến máy mài thô, máy khoan đứng, máy xọc, máy mài tròn vạn năng có

$$P = 2.8 \text{ kW}, \cos\varphi = 0.6$$

Ta chọn theo điều kiện:

$$U_{dm.A} \geq U_{dm.m} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm.A} \geq I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} * \cos\varphi * U_{dm.m}} = \frac{2.8}{\sqrt{3} * 0.6 * 0.38} = 7.09(A)$$

Chọn aptomat loại 50 AF kiểu ABE 53a có $U_{dm} = 600 (V)$, $I_{dm} = 15 (A)$, có 3 cực.

Chọn cáp từ tủ ĐL 1 đến máy mài thô, máy khoan đứng, máy xọc, máy mài tròn vạn năng có

$$P = 2.8 \text{ kW}, \cos\varphi = 0.6$$

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 7.09 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kddt}}{1,5} = \frac{1.25 * I_{dmA}}{1.5} = \frac{1.25 * 15}{1.5} = 12.5 \text{ A}$$

Chọn dây dẫn là cáp đồng hạ áp 3 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tra tại Bảng 4.24[TL2] Chọn loại cáp PVC 3G1.5 có $I_{cp} = 31(A)$. Cáp được đặt trong đường ống thép có đường kính 3/4" chôn dưới nền phân xưởng.

Chọn hoàn toàn tương tự cho các thiết bị của các nhóm còn lại ta được bảng tổng kết:

Bảng 4.3 – Bảng kết quả lựa chọn dây dẫn và aptomat cho các nhóm trong Phân xưởng sửa chữa cơ khí

Tên máy	Ký hiệu trên bản vẽ	Phụ tải		Dây dẫn			Aptomat	
		P_{tt} (kW)	I_{tt} (A)	Tiết diện	I_{cp} (A)	D _{ó.thép}	Kiểu	I_{dm} (A)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nhóm 1								
Máy cưa kiểu đại	1	1	2.53	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Khoan bàn	3	0.65	1.65	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy mài thô	5	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	15
Máy khoan đứng	6	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	15
Máy mài ngang	7	4.5	11.39	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	15
Máy xọc	8	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	15
Máy mài tròn vạn năng	9	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	15
Tổng nhóm			17.37	3G10	87		C60H63	63
Nhóm 2								
Máy phay vạn năng	10	4.5	11.4	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	20
Máy phay vạn năng	11	7.8	19.75	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	20
Máy tiện ren	12	8.1	20.51	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	30
Máy tiện ren	13	10	25.32	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	30
Máy tiện ren	14	14	35.45	3G2.5	41	3/4"	ABE53a	50
Máy tiện ren	15	4.5	11.4	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	15
Máy tiện ren	16	10	25.32	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	30
Máy tiện ren	17	20	50.64	3G4	53	3/4"	ABE53a	75
Cầu trục	19	6.05	15.32	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	20
Tổng nhóm			79.89	3G25	144		NC100 H	100
Nhóm 3								
Máy khoan đứng	18	0.85	2.15	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Bàn	21	0.85	2.15	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy khoan bàn	2	0.85	2.15	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Bể dầu có tăng nhiệt	26	2.5	6.33	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Máy cạo	27	1	2.53	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy mài thô	30	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Máy nén cắt liên hợp	31	1.7	4.3	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5

Tên máy	Ký hiệu trên bản vẽ	Phụ tải		Dây dẫn			Aptomat	
		P _{tt} (kW)	I _{tt} (A)	Tiết diện	I _{cp} (A)	D _{ó.thép}	Kiểu	I _{dm} (A)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Máy mài phá	33	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Quạt lò rèn	34	1.5	3.8	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy khoan đứng	36	0.85	2.15	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Tổng nhóm			22.93	4G6	54		C60H63	63
Nhóm 4								
Bể ngâm dung dịch kiềm	41	3	7.6	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Bể ngâm nước nóng	42	3	7.6	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Máy cuốn dây	46	1.2	3.04	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy cuốn dây	47	1	2.53	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Bể ngâm tấm có tăng nhiệt	48	3	7.6	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Tủ sấy	49	3	7.6	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Máy khoan bàn	50	0.65	1.65	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy mài thô	52	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Bàn thử nghiệm thiết bị điện	53	7	17.73	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	20
Tổng nhóm			25.68	3G10	87		C60H63	63
Nhóm 5								
Bể khử dầu mỡ	55	3	7.6	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Lò điện để luyện khuôn	56	5	12.66	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	15
Lò điện để nấu chảy babbit	57	10	25.32	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	30
Lò điện để mạ thiếc	58	3.5	8.86	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Quạt lò đúc đồng	60	1.5	3.8	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy khoan bàn	62	0.65	1.65	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy uốn các tấm mỏng	64	1.7	4.3	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Máy mài phá	65	2.8	7.09	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	10
Máy hàn điểm	66	11.26	28.51	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	30
Chỉnh lưu sêlêniun	69	0.3	0.76	3G1.5	31	3/4"	ABE53a	5
Tổng nhóm			43.22	3G10	87		C60H63	63

CHƯƠNG 5

THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CHO PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ

5.1. Đặt vấn đề

Vấn đề chiếu sáng cần được hết sức chú ý khi thiết kế các hệ thống cung cấp điện cho các xí nghiệp công nghiệp. Khi thiết kế chiếu sáng cần chú ý đến nguồn sáng, chiếu sáng công nghiệp, chiếu sáng nhà ở...

Hệ thống chiếu sáng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Không bị loá mắt.
- Không bị loá do phản xạ.
- Không tạo ra những khoảng tối do những vật che khuất.
- Phải có độ rọi đồng đều.
- Tạo được ánh sáng càng gần ánh sáng tự nhiên càng tốt.

5.2. Thiết kế hệ thống chiếu sáng

5.2.1. Chọn hệ thống chiếu sáng.

Trong phân xưởng cơ điện, việc chiếu sáng chủ yếu là chiếu sáng chung cho việc đi lại, vận chuyển trong phân xưởng, còn chiếu sáng làm việc thì trên bản thân các máy công cụ đã có chiếu sáng cục bộ. Ta chọn hệ thống chiếu sáng tổng hợp.

5.2.2. Chọn loại đèn và bố trí đèn.

Loại đèn:

Ta chọn loại đèn là bóng đèn sợi đốt sản xuất tại Việt Nam.

Phân xưởng sửa chữa cơ khí có diện tích 1100m^2 , ta lấy chiều cao trung bình từ nền đến trần nhà của phân xưởng là $h=4,5\text{m}$. Các bóng đèn được treo cách trần $0,7\text{m}$ bố trí theo các hàng cách đều nhau. Coi mặt công tác cách nền $0,8\text{m}$.

Khoảng cách từ đèn đến mặt công tác:

$$H = 4,5 - 0,7 - 0,8 = 3\text{m}$$

Nguồn điện cung cấp cho chiếu sáng được lấy từ tủ chiếu sáng của phân xưởng cơ điện. Điện áp cấp cho bóng đèn là 220V lấy từ điện áp pha.

Độ rọi tối thiểu: $E_{\min}=30\text{lx}$

Hệ số dự trữ: $k=1,2$.

5.2.3. Thiết kế chiếu sáng của phân xưởng.

Phương pháp hệ số sử dụng quang thông: phương pháp này dùng để tính toán chiếu sáng chung, không để ý đến hệ số phản xạ của tường, của trần và của vật cản. Tính theo phương pháp này sử dụng biểu thức sau:

$$F = \frac{ESkZ}{n \cdot k_{sd}}$$

trong đó:

F: quang thông của mỗi đèn, lm;

E: độ rọi, lx;

S: diện tích chiếu sáng, m^2 ;

k: hệ số dự trữ;

n: số bóng đèn;

k_{sd} : hệ số sử dụng của đèn- nó phụ thuộc vào loại đèn, kích thước và điều kiện phản xạ của phòng.

Trong bảng độ rọi tiêu chuẩn, người ta cho độ rọi E_{\min} chứ không cho E_{tb} vì vậy khi tính toán cần phải dựa vào hệ số tính toán:

$Z = E_{tb}/E_{\min}$: hệ số Z phụ thuộc vào loại đèn và tỉ số L/H và thường lấy $Z=0,8-1,4$.

Khi tra bảng để tìm hệ số sử dụng cần xác định trị số gọi là chỉ số của phòng:

$$\varphi = \frac{ab}{H(a+b)}$$

trong đó:

a,b: chiều dài, chiều rộng của phòng, m;

H: khoảng cách từ đèn đến mặt công tác, m;

Như vậy, theo yêu cầu của công nghệ của nhà máy, xác định được độ rọi tối thiểu, căn cứ công thức trên tìm được quang thông của một đèn, căn cứ trị số quang thông tìm công suất của một đèn. Khi chọn công suất đèn tiêu chuẩn, người ta có thể cho phép quang thông chênh lệch từ -10% đến +20%.

Với phân xưởng sửa chữa cơ khí gồm 1 khu dãy nhà:

$$a = 55\text{m}$$

$$b = 20\text{m}$$

$$\Rightarrow S = 55 \cdot 20 = 1100 \text{ m}^2$$

$$H = 3\text{m}$$

$$\varphi_1 = \frac{a \times b}{H(a+b)} = \frac{55 \cdot 20}{3 \cdot (55 + 20)} = 5$$

Tra bảng PL 8.1[TL1] lấy hệ số phản xạ của tường 50%, của trần 30% ta được $k_{sd}=0,48$

Khoảng cách giữa các dãy đèn:

$$L=1,8.H=1,8. 3 \approx 5\text{m}$$

\Rightarrow Ta bố trí 4 dãy đèn , mỗi dãy đèn có các bóng cũng cách nhau 5m nên có 9 bóng, bóng cuối cách tường 2,5m. Vậy tổng cộng khu nhà 1 có $4 \times 9 = 36$ bóng.

Lấy hệ số dự trữ $k = 1.3$, hệ số tính toán $Z = 1.1$ ta có:

$$F = \frac{E.S.Z.k}{n .k_{sd}} = \frac{30*1100*1.1*1.3}{36*0.48} = 2730.9(lm)$$

Vậy ta chọn bóng đèn sợi đốt công suất $P_d = 200W$ có quang thông là 3000lm tiêu chuẩn 220V/230V.

Tổng công suất chiếu sáng toàn phân xưởng là:

$$P = 36*200 = 7200 (W) = 7.2 (kW)$$

5.2.4. Chọn thiết bị và dây dẫn.

Để cung cấp điện cho hệ thống chiếu sáng của phân xưởng cơ điện, ta sử dụng một tủ chiếu sáng đặt cạnh cửa ra vào lấy điện từ tủ phân phối về bằng đường cáp và có aptomat tổng bảo vệ cho đường cáp này. Tủ chiếu sáng có một aptomat tổng 3 pha và 9 aptomat một pha hai cực mỗi aptomat này lại cấp điện cho 4 bóng đèn.

- Chọn aptomat tổng thoả mãn điều kiện:

$$\text{Điện áp định mức: } U_{dm} \geq 380V$$

$$\text{Dòng điện định mức: } I_{dm} \geq I_n = \frac{P_{cs}}{\sqrt{3}.U_{dm}.\cos\varphi} = \frac{7.2}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 1} = 11.55(A)$$

Tra bảng PL 4.1[TL1] chọn loại aptomat C60H 63 do hãng Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{dm}=440V; I_{dm}= 63A \text{ loại 4 cực.}$$

- Chọn aptomat nhánh đến cụm 4 đèn :

Mỗi aptomat cấp cho 4 bóng đèn có công suất:

$$P_{tt \text{ nhóm}} = 200.4 = 800 (W).$$

$$\text{Điện áp định mức: } U_{dmA} \geq U_{dmLD} = 0,22(kV).$$

$$\text{Dòng điện định mức: } I_{dmA} \geq I_{tt} = \frac{P_{cs}}{U_{dm}} = \frac{800}{220} = 3.64(A).$$

Tra PL 3.1 [TL3] chọn aptomat của Merlin Gerin có thông số ghi trong bảng:

Bảng 5.1- Bảng thông số aptomat chiếu sáng.

Loại aptomat	Số cực	I_{dm} (A)	U_{dm} (VA)	I_N (kA)
C100E	3	20	500	7,5

- Chọn cáp từ tủ phân phối đến tủ chiếu sáng:

Dòng chiếu sáng tổng:

$$I_{ttcs} = \frac{P_{cs}}{\sqrt{3}U_{dm} \cos\varphi} = \frac{7.6}{\sqrt{3} * 0,38} = 11.55(A).$$

Như chương 4 đã tính toán ta chọn cáp đồng hạ áp 3 lõi cách điện PVC 3G4 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 53$ (A)

Kiểm tra theo điều kiện phát nóng :

$$K_{hc} * I_{cp} \geq I_{ttcs}$$

Với $K_{hc} = 1$ ta có : $K_{hc} * I_{cp} = 53$ (A) > 11.55 (A)

Kiểm tra theo điều kiện kết hợp với aptomat :

$$K_{hc} I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dma}}{1,5}$$

$$53(A) \geq \frac{1,25 * 63}{1,5} = 52.5(A).$$

Cáp đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra

- Chọn cáp từ tủ chiếu sáng đến cụm 4 đèn:

$$P_{tt \text{ nhóm}} = 200 * 4 = 800(W).$$

$$I_{tt \text{ nhóm}} = \frac{P_{cs}}{U_{dm}} = \frac{800}{220} = 3.64(A).$$

Chọn dây đồng bọc nhựa tiết diện $2,5\text{mm}^2$ thông số ghi trong bảng 5.2 có

$$I_{cp} = 27(A) \Rightarrow M(2 \times 2,5).$$

Bảng 5.2 - Bảng thông số dây dẫn chiếu sáng.

Dây dẫn			Chiều dày cách điện (mm)	Chiều dày vỏ bọc PVC (mm)	Đường kính tổng thể (mm)	Phụ tải dòng điện (A)	Điện trở dây dẫn ở 20°C (Ω/km)	Điện áp thử (V)
Tiết diện định mức (mm ²)	Kết cấu (N ⁰ /mm)	Đường kính dây dẫn (mm)						
2,5	7/0,67	2,01	0,8	1,5	10,62	27	7,41	1500

Kiểm tra theo điều kiện phát nóng:

$$K_{hc} \cdot I_{cp} \geq I_{tcs}$$

Với $k_{hc} = 1$ ta có: $K_{hc} I_{cp} = 27(A) > 3.64(A)$.

Kiểm tra theo điều kiện kết hợp với aptomat:

$$K_{hc} I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dMA}}{1,5}$$

$$27(A) \geq \frac{1,25 \cdot 20}{1,5} = 16,7(A).$$

Dây dẫn đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra.

Chương 6

TÍNH BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ĐỂ NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT CHO NHÀ MÁY

6.1. Đặt vấn đề

6.1.1. Tổn thất điện năng trong mạng điện

Điện năng được tiêu thụ chủ yếu trong các xí nghiệp công nghiệp. Các xí nghiệp này tiêu thụ khoảng trên 70% tổng số điện năng sản xuất ra, vì thế vấn đề sử dụng điện hợp lý và tiết kiệm điện năng trong xí nghiệp có ý nghĩa rất lớn. Về mặt sản xuất ra là phải tận dụng hết khả năng của các nhà máy phát điện để sản xuất nhiều điện nhất, đồng thời về mặt dùng điện phải hết sức tiết kiệm, giảm tổn thất điện năng đến mức nhỏ nhất. Phần đầu để 1kWh điện ngày càng làm ra nhiều sản phẩm hoặc chi phí điện năng cho 1 sản phẩm ngày càng giảm.

Bảng 6.1- Phân tích tổn thất điện năng trong hệ thống điện(TL3)

Mạng có điện áp	Tổn thất điện năng (%) của		
	Đường dây	Máy biến áp	Tổng
$U \geq 110\text{kV}$	13,3	12,4	25,7
$U = 35\text{kV}$	6,9	3,0	9,9
$U = 0,1 \div 10\text{kV}$	47,8	16,6	64,4
Tổng cộng	68,0	32,0	100

6.1.2. Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số $\cos\varphi$

Nâng cao hệ số $\cos\varphi$ là một trong những biện pháp quan trọng để tiết kiệm điện năng:

- Giảm tổn thất công suất trong mạng điện

Tổn thất công suất trên đường dây được tính theo công thức:

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_{(P)} + \Delta Q_{(Q)}$$

Khi giảm Q truyền tải trên đường dây ta giảm được thành phần tổn thất công suất $\Delta Q_{(Q)}$ do Q gây ra.

- Giảm tổn thất điện áp trong mạng điện

Tổn thất điện áp được tính như sau:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QX}{U} = \Delta U_{(P)} + \Delta U_{(Q)}$$

Giảm lượng Q truyền tải trên đường dây ta giảm được thành phần $\Delta U_{(Q)}$ do Q gây ra.

- Tăng khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp

Khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp phụ thuộc vào điều kiện phát nóng, tức phụ thuộc vào dòng điện cho phép của chúng. Dòng điện chạy trên dây dẫn và máy biến áp được tính như sau:

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U}$$

Biểu thức chứng tỏ trong cùng một tình trạng phát nóng nhất định của đường dây và máy biến áp ($I = \text{const}$) chúng ta có thể tăng khả năng truyền tải công suất tác dụng P của chúng bằng cách giảm công suất phản kháng Q mà chúng tải đi. Vì thế khi vẫn giữ nguyên đường dây và máy biến áp nếu $\cos\phi$ của mạng được nâng cao thì khả năng truyền tải của chúng được tăng lên

- Ngoài ra, việc nâng cao hệ số $\cos\phi$ còn đưa đến hiệu quả là giảm được chi phí kim loại màu, góp phần làm ổn định điện áp, tăng khả năng phát điện của máy phát điện.

6.2.Các biện pháp nâng cao hệ số cosφ và chọn thiết bị bù công suất

6.2.1.Hệ số công suất cosφ

- Hệ số công suất tức thời: là hệ số công suất tại một thời điểm nào đó, đo được nhờ các dụng cụ đo công suất, điện áp và dòng điện:

$$\text{Cos}\varphi = \frac{P}{\sqrt{3UI}}$$

Do phụ tải luôn biến động nên cosφ tức thời cũng luôn thay đổi theo, vì thế cosφ tức thời không có giá trị trong tính toán.

- Hệ số công suất trung bình: là cosφ trung bình trong một quãng thời gian nào đó:

$$\text{Cos}\varphi_{tb} = \cos(\text{arctg} \frac{Q_{tb}}{P_{tb}})$$

Hệ số Cosφ_{tb} được đánh giá mức độ sử dụng điện tiết kiệm và hợp lý của xí nghiệp.

- Hệ số công suất tự nhiên: là hệ số cosφ trung bình tính cho cả năm khi không có thiết bị bù. Hệ số Cosφ tự nhiên được làm căn cứ để tính toán nâng cao hệ số công suất và bù phản kháng.

6.2.2. Các biện pháp nâng cao hệ số cosφ và chọn phương pháp bù công suất phản kháng

6.2.2.1. Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

- Nâng cao hệ số công suất Cosφ tự nhiên: Là phương pháp để các hộ tiêu thụ điện giảm bớt được lượng công suất phản kháng Q tiêu thụ như áp dụng công nghệ tiên tiến, sử dụng hợp lý các thiết bị điện.

Biện pháp này đưa lại hiệu quả kinh tế mà không yêu cầu thiết bị bù. Vì vậy phải ưu tiên xét biện pháp nâng cao hệ số Cosφ tự nhiên trước.

Các biện pháp nâng cao hệ số Cosφ tự nhiên:

○ Thay đổi quá trình công nghệ để thiết bị điện làm việc ở chế độ hợp lý.

○ Thay thế động cơ non tải bằng động cơ có công suất nhỏ hơn vài động cơ non tải tiêu thụ công suất phản kháng bằng:

$$Q = Q_0 + (Q_{dm} - Q_0)k_{pt}^2$$

Q_0 : Công suất phản kháng lúc động cơ làm việc không tải.

Q_{dm} : Công suất phản kháng lúc động cơ làm việc ở chế độ định mức.

k_{pt} : hệ số phụ tải.

○ Hạn chế động cơ chạy không tải.

○ Dùng động cơ đồng bộ thay cho động cơ không đồng bộ vì có hệ số công suất cao, có thể làm việc như một máy bù phản kháng ở chế độ quá kích từ.

○ Nâng cao hiệu quả chất lượng của việc sửa chữa động cơ.

○ Thay thế biến áp non tải bằng các biến áp có dung lượng nhỏ hơn.

- Nâng cao hệ số công suất Cosφ bằng phương pháp bù: Là cách đặt thiết bị ở gần các thiết bị dùng điện để cung cấp công suất phản kháng cho chúng. Ta giảm được lượng công suất phản kháng truyền tải trên đường dây, từ đó nâng cao hệ số công suất Cosφ.

Bù công suất phản kháng đưa lại hiệu quả kinh tế nhưng phải tốn kém về việc mua sắm thiết bị và chi phí vận hành chúng. Vì vậy phương pháp bù phải dựa trên cơ sở tính toán kinh tế - kỹ thuật.

Các biện pháp nâng cao hệ số cosφ bằng phương pháp bù:

○ Tụ điện

Ưu điểm:

- Tổn thất công suất tác dụng nhỏ.
- Lắp ráp bảo quản dễ dàng, vận hành yên tĩnh.
- Hiệu suất sử dụng cao và vốn đầu tư hợp lý.

Nhược điểm:

- Cấu tạo kém chắc chắn, dễ bị phá hỏng khi ngắn mạch.
- Tạo dòng điện xung khi đóng và có điện áp dư khi cắt.

○ Máy bù đồng bộ

▪ Có khả năng sinh ra hoặc tiêu thụ công suất phản kháng ở chế độ quá kích thích hoặc thiếu kích thích nên được dùng làm thiết bị điều chỉnh điện áp.

- Vận hành ồn ào, khó lắp ráp bảo quản.
- Tổn kém và khó điều chỉnh dung lượng bù.

○ Động cơ không đồng bộ được đồng bộ hóa.

▪ Tổn thất công suất lớn nên chỉ sử dụng khi không có thiết bị bù khác.

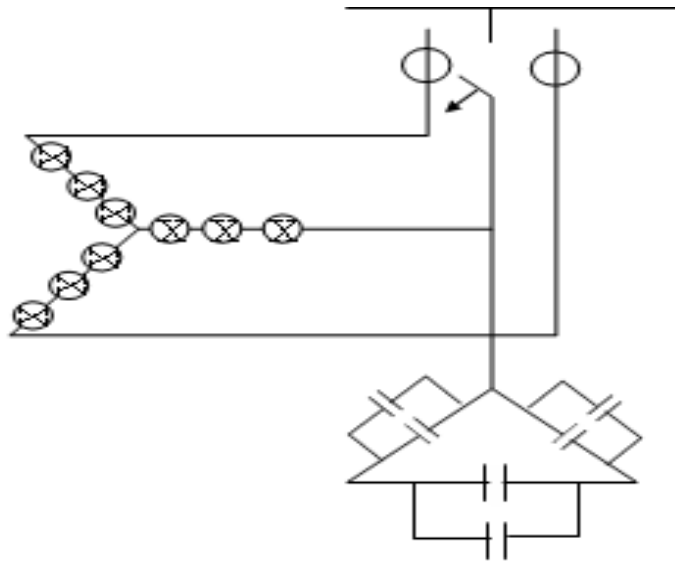
6.2.2.2. Lựa chọn phương pháp bù công suất phản kháng

Có lợi về mặt giảm tổn thất điện áp, điện năng cho từng đối tượng dùng điện là đặt phân tán các bộ tụ cho từng động cơ điện. Tuy nhiên nếu đặt phân tán quá sẽ không có lợi về mặt vốn đầu tư, về quản lý vận hành. Vì vậy, đặt tụ bù tập trung hay phân tán đến mức nào là tùy thuộc vào hệ thống cung cấp điện của từng đối tượng.

Với nhà máy sản xuất máy kéo có công suất lớn, sơ bộ ta có thể lựa chọn thiết bị bù công suất phản kháng bằng tụ điện tĩnh tại thanh cái phía hạ áp.

- Sơ đồ nối dây tụ điện hạ áp:

Gồm thiết bị đóng cắt và bảo vệ có thể là cầu dao, cầu chì. Tụ điện điện áp thấp là loại tụ điện 3 pha các phần tử nối thành hình tam giác phía trong:



Hình 4.1- Sơ đồ nối dây của tụ điện hạ áp

6.3.Xác định, tính toán và phân bố dung lượng bù công suất phản kháng

6.3.1.Xác định dung lượng bù toàn nhà máy

Theo tính toán ở chương 2, ta có:

$$P_{\text{ttnm}} = 7687.61 \text{ (kW)}.$$

$$Q_{\text{ttnm}} = 6628.09 \text{ (kVAr)}.$$

$$S_{\text{ttnm}} = 10150.41 \text{ (kVA)}.$$

$$\text{Cos}\varphi_{\text{nm}} = 0,76.$$

Bài toán đưa ra là phải nâng hệ số $\text{Cos}\varphi_{\text{nm}}$ lên 0,95.

[Tr146; TL1]

Để nâng hệ số $\text{Cos}\varphi_{\text{nm}}$ lên 0,95 cần bù một lượng công suất phản kháng:

$$Q_{\text{b}\Sigma} = P_{\text{tt}}(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2)\alpha$$

P_{tt} : Công suất tác dụng tính toán của nhà máy.

$\text{tg}\varphi_1$: Trị số ứng với hệ số $\text{Cos}\varphi$ trước khi bù (Với $\text{Cos}\varphi_1 = 0,7$ thì $\text{tg}\varphi_1 = 0,855$).

$\text{tg}\varphi_2$: Trị số ứng với hệ số $\text{Cos}\varphi$ sau khi bù (Với $\text{Cos}\varphi_2 = 0,95$ thì $\text{tg}\varphi_2 = 0,329$).

α : Hệ số xét tới khả năng nâng cao hệ số công suất bằng phương pháp khác. (Trong trường hợp ta chỉ xét nâng cao hệ số $\text{Cos}\varphi$ bằng phương pháp bù, $\alpha = 1$).

\Rightarrow Tổng dung lượng cần bù:

$$Q_{b\Sigma} = 7687.61 (0,855 - 0,329) = 4005.24(\text{kVAr}).$$

6.3.2. Phân bố dung lượng bù trong mạng điện nhà máy

Mạng điện nhà máy là mạng điện hình tia có 7 nhánh từ trạm phân phối trung tâm đến các trạm biến áp phân xưởng.

Dung lượng bù tối ưu cho mỗi nhánh được tính theo công thức:

[Tr147; TL1]

$$Q_{\text{bù nhánh}} = Q_{\text{nhánh}} - \frac{R_{td} \cdot Q - Q_{\text{bù}}}{R_{\text{nhánh}}}$$

$Q_{\text{bù nhánh}}$: Dung lượng công suất phản kháng cần bù cho mỗi nhánh(kVAr).

$Q_{\text{nhánh}}$: Phụ tải phản kháng của mỗi nhánh(kVAr).

Q : Tổng phụ tải phản kháng của mạng(kVAr).

$Q_{\text{bù}}$: Dung lượng bù của mạng(kVAr).

R_{td} : Điện trở tương đương của mạng điện(Ω).

$R_{\text{nhánh}}$: Điện trở mỗi nhánh(Ω).

Thống kê điện trở các nhánh và phụ tải phản kháng mỗi nhánh:

Bảng 6.2 - Bảng thống kê điện trở các tuyến cáp cao áp.

Stt	Đường cáp	Loại cáp	Chiều dài (m)	r_0 (Ω/m^2)	r_C (Ω)

1	TPPTT-B1	2XLPE 3*16	442	1.47	0.32
2	TPPTT-B2	2XLPE 3*16	456		0.34
3	TPPTT-B3	2XLPE 3*16	272		0.2
4	TPPTT-B4	2XLPE 3*16	327		0.24
5	TPPTT-B5	2XLPE 3*16	306		0.22
6	TPPTT-B6	2XLPE 3*16	272		0.2
7	TPPTT-B7	2XLPE 3*16	286		0.21

- Điện trở trạm biến áp 1000 (kVA) B1,B2,B3,B5,B6,B7:

$$R_{BAPX} = \frac{\Delta P_N U_{dm}^2}{S_{dm}^2} 10^3 (\Omega).$$

Từ bảng 2.10 ta có:

$$\Delta P_N = 12.6 \text{ (kW)}.$$

$$U_{dm} = 0.4 \text{ (kV)}.$$

$$S_{dm} = 1000 \text{ (kVA)}.$$

Thay số vào ta có:

$$R_{BAPX} = \frac{12.6 * 0.4^2}{1000^2} 10^3 = 0.004 (\Omega).$$

Vì trạm có 2 máy biến áp làm việc song song nên điện trở biến áp giảm đi 2 lần: $R_{B1} = R_{B2} = R_{B3} = R_{B5} = R_{B6} = R_{B7} = 0.002 (\Omega).$

- Điện trở trạm biến áp 1600 (kVA) B4:

Từ bảng 2.10 ta có:

$$\Delta P_N = 18(\text{kW}).$$

$$U_{dm} = 0.4(\text{kV}).$$

$$S_{dm} = 1600(\text{kVA}).$$

$$R_{BAPX} = \frac{18 * 0.4^2}{1600^2} 10^3 = 0.00156(\Omega).$$

Vì trạm có 2 máy biến áp làm việc song song nên điện trở biến áp giảm đi 2 lần: $R_{B4} = 0.00078(\Omega)$.

Kết quả tính toán điện trở các nhánh được thống kê trong bảng 6.3:

Bảng 6.3 - Bảng thống kê điện trở các nhánh hình tia.

Stt	Nhánh	$r_C (\Omega)$	$r_{BA} (\Omega)$	$R_i (\Omega)$
1	TPPTT-B1	0.32	0.002	0.322
2	TPPTT-B2	0.34	0.002	0.342
3	TPPTT-B3	0.2	0.002	0.202
4	TPPTT-B4	0.24	0.00078	0.24078
5	TPPTT-B5	0.22	0.002	0.222
6	TPPTT-B6	0.2	0.002	0.202
7	TPPTT-B7	0.21	0.002	0.212

⇒ Điện trở tương đương của mạng điện nhà máy: $R_{td} =$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{0.322} + \frac{1}{0.342} + \frac{1}{0.202} + \frac{1}{0.24078} + \frac{1}{0.222} + \frac{1}{0.202} + \frac{1}{0.212} \right)^{-1}$$

$$= 0,034(\Omega).$$

Thống kê công suất phản kháng của mỗi nhánh:

Bảng 6.4 - Bảng công suất phản kháng mỗi nhánh của mạng điện nhà máy.

Stt	Nhánh	$Q_{nhánh}$ (kVAr)
1	TPPTT-B1	1344.68
2	TPPTT-B2	1436.4
3	TPPTT-B3	748.88
4	TPPTT-B4	1575
5	TPPTT-B5	924
6	TPPTT-B6	1536.15
7	TPPTT-B7	720
	Tổng	8285.11

Dung lượng bù tối ưu cho từng nhánh:

Bảng 6.5 - Bảng phân bố dung lượng bù tối ưu cho từng nhánh.

Stt	Nhánh	$R_{nhánh}$ (Ω)	$Q_{nhánh}$ (kVAr)	$Q_{bù}$ nhánh (kVAr)
1	TPPTT-B1	0.322	1344.68	859.47
2	TPPTT-B2	0.342	1436.4	1008.45
3	TPPTT-B3	0.202	748.88	86.5
4	TPPTT-B4	0.24078	1575	967.15
5	TPPTT-B5	0.222	924	264.73
6	TPPTT-B6	0.202	1536.15	811.66
7	TPPTT-B7	0.212	720	29.63

Tra bảng 6.7 [TL2] chọn chọn tụ điện bù cos ϕ do DAE YEONG chế tạo có thông số ghi trong bảng:

Bảng 6.6 - Bảng thông số tụ điện bù cosφ.

Mã hiệu	U _{đm} (V)	I _{đm} (A)	C (μF)	Q _b (kVAr)
DLE-3H100K6T	380	189,9	1,83	100

Cụ thể tính toán bù cho từng nhánh như sau:

Bảng 6.7 - Bảng kết quả bù công suất phản kháng.

Stt	Nhánh	Loại tụ	Q _b (kVAr)	Số bộ	Tổng Q _b (kVAr)	Q _b yêu cầu (kVAr)
1	B1	DLE-3H100K6T	100	9	900	859.47
2	B2	DLE-3H100K6T	100	11	1100	1008.45
3	B3	DLE-3H100K6T	100	1	100	86.5
4	B4	DLE-3H100K6T	100	10	1000	967.15
5	B5	DLE-3H100K6T	100	3	300	264.73
6	B6	DLE-3H100K6T	100	9	900	811.66
7	B7	DLE-3H100K6T	100	1	100	29.63

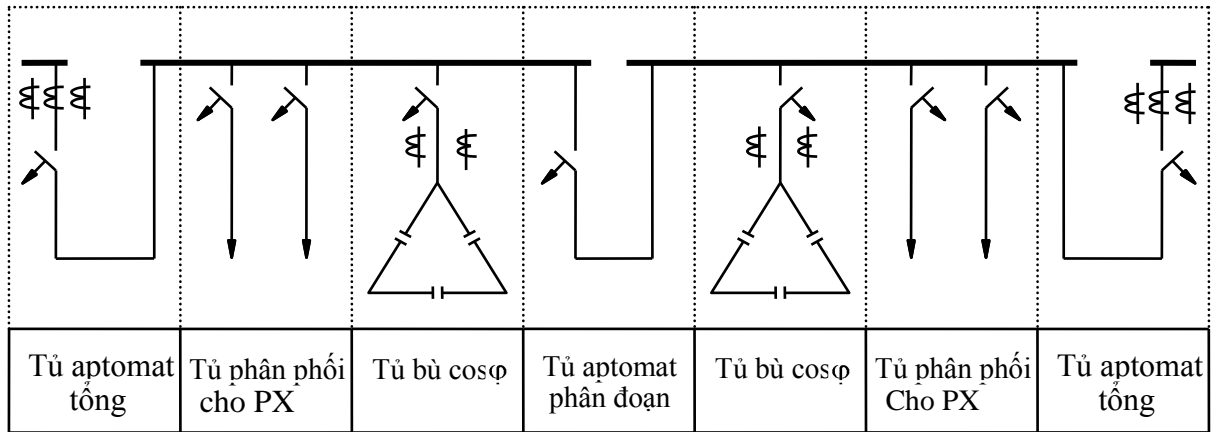
Tổng dung lượng bù là:

$$Q_{b\Sigma} = 4400(\text{kVAr}).$$

Thay vào công thức

$$Q_{b\Sigma} = P_{tt}(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2)\alpha$$
$$\Rightarrow \text{tg}\varphi_2 = \frac{\alpha P_{tt} \text{tg}\varphi_1 - Q_{b\Sigma}}{\alpha P_{tt}} = \frac{7687.61 \cdot 0,855 - 4400}{7687.61} = 0.283.$$

$\Rightarrow \cos\varphi = 0,96$: Thỏa mãn yêu cầu.



Hình 6.2- Sơ đồ lắp đặt tụ điện bù trên 2 phân đoạn thanh góp trạm B1.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Hồng Quang - Vũ Văn Tâm (2006), *Thiết kế cấp điện*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, Hà Nội.
2. Ngô Hồng Quang (2007), *Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, Hà Nội.
3. Nguyễn Công Hiền - Nguyễn Mạnh Hoạch (2001), *Hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp công nghiệp, đô thị và nhà cao tầng*, NXB Khoa Học và Kỹ thuật, Hà Nội.
4. Nguyễn Xuân Phú - Nguyễn Công Hiền - Nguyễn Bội Khuê (1998), *Cung cấp điện*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, Hà Nội.