

LỜI MỞ ĐẦU

Điện năng là dạng năng lượng có nhiều ưu điểm như dễ dàng chuyển thành các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, cơ năng, hóa năng... để truyền tải và phân phối. Chính vì vậy điện năng được sử dụng rất rộng rãi trong mọi lĩnh vực hoạt động của con người. Điện năng là năng lượng chính của các ngành công nghiệp, là điều kiện quan trọng để phát triển các khu đô thị và khu dân cư. Vì lý do đó khi lập kế hoạch phát triển kinh tế xã hội thì kế hoạch phát triển điện năng phải đi trước một bước nhằm thỏa mãn nhu cầu điện năng trước mắt và trong tương lai. Đặc biệt trong ngành kinh tế nước ta hiện nay đang chuyển dần từ một nước nông nghiệp sang công nghiệp, máy móc dần thay thế cho sức lao động của con người. Để thực hiện được việc nâng cấp và cải tiến hệ thống cung cấp điện để có thể đáp ứng được nhu cầu tăng trưởng không ngừng về điện.

Sau 4 năm học tập tại Trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng em đã được nhận đề tài tốt nghiệp: "***Thiết kế cung cấp điện cho phân xưởng cơ khí***" do ThS.Đỗ Thị Hồng Lý hướng dẫn.

Đề tài gồm những nội dung sau:

Chương 1: Các phương pháp xác định phụ tải tính toán.

Chương 2: Thiết kế mạng hạ áp cho phân xưởng cơ khí.

Chương 3: Tính công suất bù phản kháng.

CHƯƠNG 1

CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN (PTTT)

1.1. KHÁI QUÁT CHUNG.

Phụ tải tính toán là phụ tải giả thiết lâu dài không đối tượng đương với phụ tải biến đổi về mặt hiệu ứng nhiệt độ khi dòng lớn. Phụ tải tính toán cũng làm nóng chảy dây dẫn lên nhiệt độ bằng nhiệt độ lớn nhất do phụ tải thực tế gây nên do đó nếu lựa chọn các thiết bị theo phụ tải tính toán sẽ đảm bảo an toàn trong quá trình vận hành.

1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN.

1.2.1. Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu.

Phương pháp này sử dụng khi đã có thiết kế nhà xưởng của xí nghiệp, lúc này chỉ biết duy nhất công suất đặt của từng phân xưởng.

Phụ tải động lực tính toán của mỗi phân xưởng:

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_{đ} \quad (1 - 1)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (1 - 2)$$

Trong đó:

K_{nc} - Hệ số nhu cầu, tra 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, tra sổ tay kỹ thuật sau đó rút ra $\operatorname{tg} \varphi$.

Phụ tải chiếu sáng được tính theo suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích:

$$P_{cs} = p_o \cdot S. \quad (1 - 3)$$

Trong đó: p_o - suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích (W/m^2).

S - Diện tích cần được chiếu sáng (m^2).

Phụ tải tính toán toàn phần của mỗi phân xưởng:

$$S_{tt} = \sqrt{(P_{tt} + P_{cs})^2 + (Q_{tt} + Q_{cs})^2} \quad (1 - 4)$$

Phụ tải tính toán xí nghiệp xác định bằng cách lấy tổng phụ tải các phân xưởng có kể đến hệ số đồng thời:

$$P_{tXN} = K_{dt} \sum_1^n P_{tpxi} = K_{dt} \sum_i^n P_{tti} + P_{csi} \quad (1 - 5)$$

$$Q_{tXN} = K_{dt} \sum_1^n Q_{tpxi} = K_{dt} \sum_1^n Q_{tqi} + Q_{csi} \quad (1 - 6)$$

$$S_{tXN} = \sqrt{(P_{tXN}^2 + Q_{tXN}^2)} \quad (1 - 7)$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{tXN}}{S_{tXN}} \quad (1 - 8)$$

K_{dt} - Hệ số đồng thời, xét khả năng phụ tải của phân xưởng không đồng thời cực đại: $K_{dt} = 0,9 \div 0,95$ khi số phân xưởng $n = 2 \div 4$.

$K_{dt} = 0,8 \div 0,85$ khi số phân xưởng là $n = 5 \div 10$.

1.2.2. Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình.

Sau khi xí nghiệp có thiết kế chi tiết cho từng phân xưởng, ta đã có thông tin chính xác về mặt bằng bố trí máy móc, thiết bị, biết được công suất và quá trình công nghệ của từng thiết bị, người thiết kế bắt tay vào thiết kế mạng hạ áp cho phân xưởng. Công suất tính toán của từng động cơ và của từng nhóm động cơ trong phân xưởng.

Với một động cơ: $P_{tt} = P_{dm}$

Với nhóm động cơ $n \leq 3$: $P_{tt} = \sum_1^n P_{dmi} \quad (1 - 9)$

Với $n \geq 4$ phụ tải tính toán của nhóm động cơ xác định theo công thức:

$$P_{tt} = k_{ma} \cdot k_{sd} \sum_1^n P_{dmi}$$

Trong đó:

k_{sd} - hệ số sử dụng của nhóm thiết bị.

k_{max} - hệ số cực đại.

n_{hq} - số thiết bị dùng điện hiệu quả.

Trình tự xác định n_{hq} như sau:

▪ Xác định n_1 - số thiết bị có công suất lớn hơn hay bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất.

▪ Xác định P_1 – công suất của n_1 thiết bị nói trên:

$$P_1 = \sum_1^{n_1} P_{dmi} \quad (1 - 10)$$

▪ Xác định $n_* = \frac{n_1}{n}, P_* = \frac{P_1}{P_\Sigma}$

Trong đó: n - Tổng số thiết bị trong nhóm.

P_Σ - Tổng công suất của nhóm.

$$P_\Sigma = \sum_1^{n_1} P_{dmi} \quad (1 - 11)$$

▪ Từ n_*, P_* tra bảng được n_{hq*} [PL-3]

▪ Xác định n_{hq} theo công thức: $n_{hq} = n \cdot n_{hq*}$

Bảng tra K_{max} chỉ bắt đầu từ $n_{hq} = 4$ [PL-4], khi $n_{hq} < 4$ phụ tải tính toán được xác định theo công thức:

$$P_{tt} = \sum_1^n k_{ti} \cdot P_{dmi} \quad (1 - 12)$$

k_{ti} – hệ số tải. Nếu không biết chính xác, có thể lấy trị số gần đúng như sau:

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

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

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng với n nhóm:

$$P_{ttx} = k_{dt} \sum_1^n P_{tti} \quad (1 - 13)$$

$$Q_{ttx} = k_{dt} \sum_1^n Q_{tti} \quad (1-14)$$

$$S_{ttx} = \sqrt{(P_{ttx} + P_{cs})^2 + (Q_{ttx} + Q_{cs})^2} \quad (1 - 15)$$

1.2.3. Xác định PTTT theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích.

Phương pháp này dùng trong thiết kế sơ bộ, dùng để tính phụ tải các phân xưởng có mật độ máy móc sản xuất phân bố tương đối đều như: phân xưởng gia công cơ khí, dệt, sản xuất ô tô.....

$$P_{tt} = p_o \cdot F \quad (1 - 16)$$

Trong đó:

p_o : suất phụ tải trên một đơn vị diện tích (W/m^2).

F: diện tích nhà xưởng (m^2).

1.2.4. Xác định PTTT theo suất tiêu hao điện năng trên một đơn vị sản phẩm.

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

$$P_{tt} = \frac{M \cdot W_o}{T_{\max}} \quad (1 - 17)$$

Trong đó:

M: Số lượng sản phẩm sản xuất ra trong một năm.

W_o : Suất tiêu hao điện năng trên một đơn vị sản phẩm (kWh/sp).

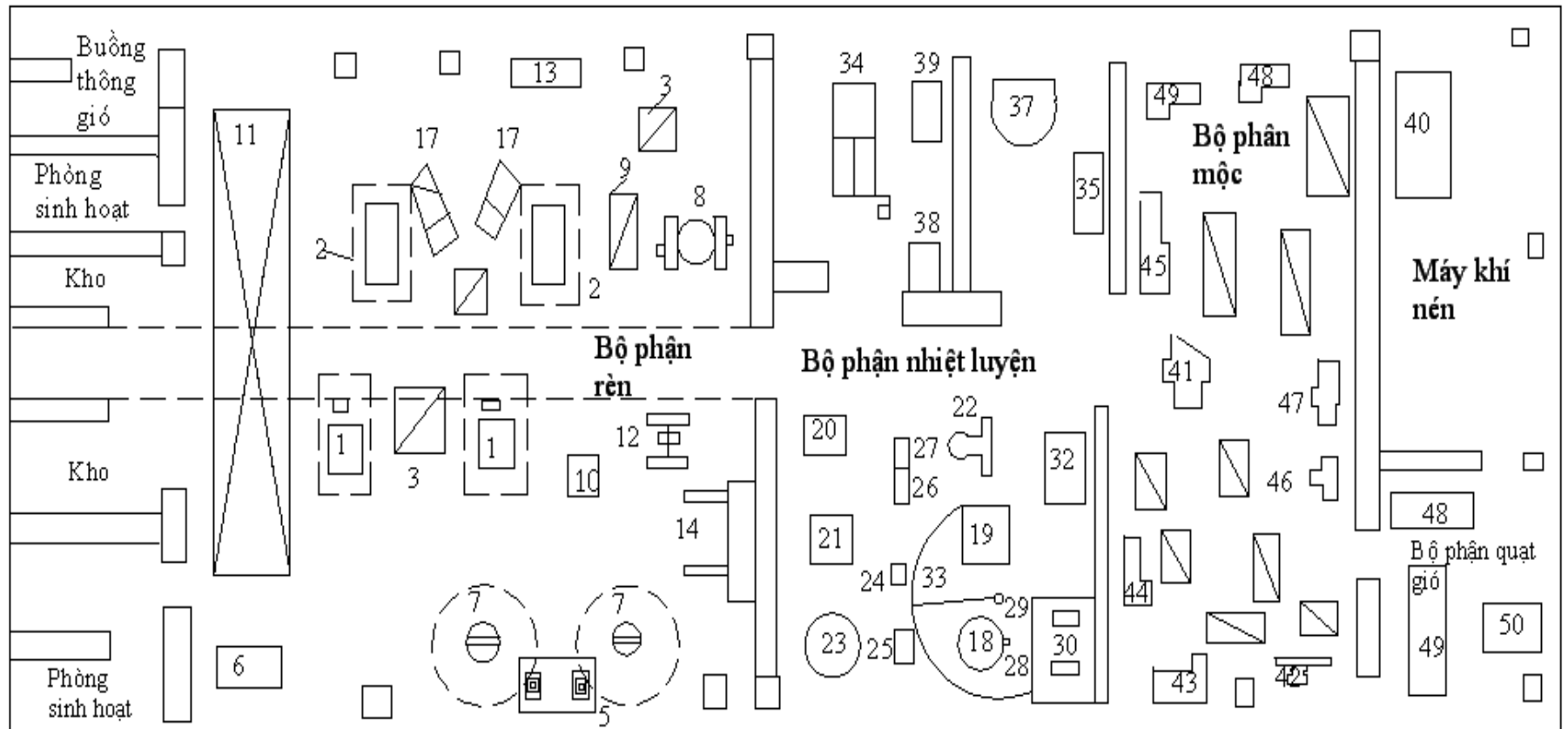
T_{\max} : Thời gian sử dụng công suất cực đại (h).

Tóm lại, các phương pháp trên đều có những ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng khác nhau. Vì vậy tùy theo giai đoạn thiết kế, tùy theo yêu cầu cụ thể mà chọn phương pháp tính cho thích hợp.

1.3. XÁC ĐỊNH PTTT CỦA PHÂN XƯỞNG CƠ KHÍ.

1.3.1. Phụ tải tính toán của phân xưởng cơ khí.

Trong phân xưởng cơ khí chuyên sản xuất các loại bánh răng, hộp số, hộp tốc độ, chi tiết máy... do đó trong xưởng có nhiều nhóm máy như: máy tiện, máy phay, máy doa, máy khoan,...



Hình 1.1. Sơ đồ mặt bằng xưởng cơ khí

Bảng 1.1: Phụ tải điện của phân xưởng cơ khí.

STT	Tên máy	Số lượng	Công suất
	Bộ phận rèn		
1	Búa hơi để rèn	2	10
2	Búa hơi để rèn	2	28
3	Lò rèn	2	4.5
4	Lò rèn	1	6
5	Quạt gió	1	2.6
6	Quạt thông gió	1	2.5
8	Máy ép ma sát	1	10
9	Lò điện	1	15
11	Dầm treo có palăng điện	1	4.8
12	Máy mài sắc	1	3.2
13	Quạt ly tâm	1	7
17	Máy biến áp	2	2.2
	Bộ phận nhiệt luyện		
18	Lò chạy bằng điện	1	30
10	Lò điện để hóa cứng linh kiện	1	90
20	Lò điện	1	30
21	Lò điện để rèn	1	30
22	Lò điện	1	36
23	Lò điện	1	20
24	Bể dầu	1	4
25	Thiết bị để tôi bánh răng	1	18
26	Bể dầu có tầng nhiệt	1	3
28	Máy đo độ cứng đầu côn	1	0.6
30	Máy mài sắc	1	0.25
33	Cầu trục có palăng điện	1	1.3

34	Thiết bị tối cao tần	1	80
37	Thiết bị đo bi	1	23
40	Máy nén khí	1	45
	Bộ phận mộc		
41	Máy bào gỗ	1	7
42	Máy khoan đứng	1	3.2
44	Máy cưa	1	3.2
46	Máy bào gỗ	1	4.5
47	Máy cưa tròn	1	7
	Bộ phận quạt gió		
48	Quạt gió	1	9
49	Quạt gió số 9	1	12
50	Quạt gió số 14	1	18

1.3.2. Phân nhóm phụ tải.

Để phân nhóm phụ tải ta dựa vào nguyên tắc sau:

* Các thiết bị trong 1 nhóm phải có vị trí gần nhau trên mặt bằng (điều này sẽ thuận tiện cho việc đi dây tránh chồng chéo, giảm tổn thất..)

* Các thiết bị trong nhóm có cùng chế độ làm việc (điều này sẽ thuận tiện cho việc tính toán và cung cấp điện sau này, ví dụ nếu nhóm thiết bị có cùng chế độ làm việc, tức có cùng đồ thị phụ tải vậy ta có thể tra chung được k_{sd} , k_{nc} , $\cos\varphi$, ... và nếu chúng lại có cùng công suất nữa thì số thiết bị điện hiệu quả sẽ đúng bằng số thiết bị thực tế vì vậy việc xác định phụ tải cho các nhóm thiết bị này sẽ rất dễ dàng.)

* Các thiết bị trong các nhóm nên được phân bố để tổng công suất của các nhóm ít chênh lệch nhất (điều này nếu thực hiện được sẽ tạo ra tính đồng loạt cho các trang thiết bị cung cấp điện. Ví dụ trong phân xưởng chỉ tồn tại một loại tủ động lực và như vậy thì nó sẽ kéo theo là các đường cáp cung cấp điện cho chúng cùng các trang thiết bị bảo vệ cũng sẽ được đồng loạt hóa, tạo điều kiện

cho việc lắp đặt nhanh kể cả việc quản lý sửa chữa, thay thế và dự trữ sau này rất thuận lợi...).

* Ngoài ra số thiết bị trong cùng một nhóm cũng không nên quá nhiều vì số lộ ra của một tủ động lực cũng bị khống chế (thông thường số lộ ra lớn nhất của các tủ động lực được chế tạo sẵn cũng không quá 8). Tất nhiên điều này cũng không có nghĩa là số thiết bị trong mỗi nhóm không nên quá 8 thiết bị. Vì 1 lộ ra từ tủ động lực có thể chỉ đi đến 1 thiết bị, nhưng nó có thể được kéo móc xích đến vài thiết bị (nhất là khi các thiết bị đó có công suất nhỏ và không yêu cầu cao về độ tin cậy cung cấp điện). Tuy nhiên khi số thiết bị của 1 nhóm quá nhiều cũng sẽ làm phức tạp hóa trong vận hành và làm giảm độ tin cậy cung cấp điện cho từng thiết bị.

Ngoài ra các thiết bị đôi khi còn được nhóm lại theo các yêu cầu riêng của việc quản lý hành chính hoặc quản lý hoạch toán riêng biệt của từng bộ phận trong phân xưởng .Dựa theo nguyên tắc phân nhóm phụ tải điện đã nêu trên và căn cứ vào vị trí, công suất thiết bị bố trí trên mặt bằng phân xưởng có thể chia ra các thiết bị trong phân xưởng cơ khí thành các nhóm phụ tải. Kết quả phân nhóm được tổng kết trong bảng 1.2.

Bảng 1.2. Tổng hợp kết quả phân nhóm phụ tải điện

STT	Tên thiết bị	SL	KHMB	Công suất
Nhóm 1				
1	Búa hơi để rèn	2	1	2*10
2	Búa hơi để rèn	2	2	2*28
3	Lò rèn	2	3	2*4.5
4	Lò rèn	1	4	6
5	Dầm treo có palăng điện	1	11	4.8
6	Quạt ly tâm	1	13	7
7	Lò điện	1	9	15
8	Máy biến áp	2	17	2*2.2
Cộng nhóm 1		12		122.2
Nhóm 2				
1	Lò điện để hóa cứng kim loại	1	10	90
2	Máy mài sắc	1	12	3.2
3	Quạt gió	1	5	2.6
4	Quạt thông gió	1	6	2.5
5	Lò điện	1	23	20
6	Máy ép ma sát	1	8	10
Cộng nhóm 2		6		128.3
Nhóm 3				
1	Thiết bị tôi cao tần	1	34	80
2	Thiết bị đo bi	1	37	23
3	Lò điện	1	20	30

Cộng nhóm 3		3		133
	Nhóm 4			
1	Lò điện	1	22	36
2	Lò điện để rèn	1	21	30
3	Lò chạy bằng điện	1	18	30
4	Bể dầu	1	24	4
5	Thiết bị để tôi bánh răng	1	25	18
6	Máy đo độ cứng đầu côn	1	28	0.6
7	Máy mài sắc	1	30	0.25
8	Cầu trục có palăng điện	1	33	1.3
9	Bể dầu có tăng nhiệt	1	26	3
Cộng nhóm 4		9		123.15
	Nhóm 5			
1	Máy nén khí	1	40	45
2	Máy bào gỗ	1	41	4.5
3	Máy khoan đứng	1	42	4.5
4	Máy cưa	1	44	4.5
5	Máy bào gỗ	1	46	7
6	Máy cưa tròn	1	47	4.5
7	Quạt gió	1	48	12
8	Quạt gió số 9	1	49	9
9	Quạt gió số 14	1	50	18
Cộng nhóm 5		9		109

1.3.3. Tính phụ tải tính toán cho từng nhóm trong phân xưởng cơ khí

Với phân xưởng cơ khí ta có : $k_{sd} = 0.2$
 $\cos\varphi = 0.6 \rightarrow tg\varphi = \frac{4}{3}$

Nhóm 1

STT	Tên thiết bị	Số lượng	KHMB	Công suất
1	Búa hơi để rèn	2	1	2.10
2	Búa hơi để rèn	2	2	2.28
3	Lò rèn	2	3	2.4,5
4	Lò rèn	1	4	6
5	Dầm treo có palăng điện	1	11	4,8
6	Quạt ly tâm	1	13	7
7	Lò điện	1	9	15
8	Máy biến áp	2	17	2.2,2
Cộng nhóm 1		12		122,2

$$n = 12; n_1 = 3; p_1 = 71(\text{kW}); p_{\Sigma} = 122,2 (\text{kW})$$

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{3}{12} = 0,25; p^* = \frac{p_1}{p_{\Sigma}} = \frac{71}{122,2} = 0,6$$

Tra bảng PL I.5 ở [STK, Tr 255] được:

$$n_{hq}^* = 0,57 \rightarrow n_{hq} = n \cdot n_{hq}^* = 12 \cdot 0,57 = 7$$

Tra bảng PL I.6 ở [STK, Tr 256] với $K_{sd} = 0,2$ được:

$$n_{hq} = 7 \text{ được } K_{max} = 2,1$$

Vậy phụ tải tính toán nhóm 1:

$$P_{tt} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_1^6 P_{dm} = 2,1 \cdot 0,2 \cdot 122,2 = 51,32 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = p_{tt} \cdot \tan\varphi = 51,32 \cdot 1,33 = 68,43 \text{ (kVAr)}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{51,32^2 + 68,43^2} = 85,54 \text{ (kVA)}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{0,38\sqrt{3}} = \frac{85,54}{0,38\sqrt{3}} = 129,96 \text{ (A)}$$

Nhóm 2

STT	Tên thiết bị	Số lượng	KHMB	Công suất
1	Lò điện để hóa cứng kim loại	1	10	90
2	Máy mài sắc	1	12	3,2
3	Quạt gió	1	5	2,6
4	Quạt thông gió	1	6	2,5
5	Lò điện	1	23	20
6	Máy ép ma sát	1	8	10
Cộng nhóm 2		6		128,3

$$n = 6; n_1 = 2; p_1 = 23,2 \text{ kW}; p_{\Sigma} = 128,3 \text{ (kW)}$$

$$n^* = \frac{n_1}{n} = \frac{2}{6} = 0,3; p^* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{23,2}{128,3} = 0,18$$

Tra bảng PL I.5 ở [STK, Tr 255] được:

$$n^*_{hq} = 0,95 \rightarrow n_{hq} = n \cdot n^*_{hq} = 6 \cdot 0,95 = 6$$

Tra bảng PL I.6 ở [STK, Tr 256] với $K_{sd} = 0,2$ được:

$$n_{hq} = 6 \text{ được } K_{\max} = 2,24$$

Vậy phụ tải tính toán nhóm 2:

$$P_{tt} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_1^{10} P_{dm} = 2,24 \cdot 0,2 \cdot 1,33 = 57,48 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = p_{tt} \cdot \tan\varphi = 57,48 \cdot 1,33 = 76,45 \text{ (kVAr)}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{57,48^2 + 76,45^2} = 95,65 \text{ (kVA)}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{0,38\sqrt{3}} = \frac{95,65}{0,38\sqrt{3}} = 145,32 \text{ (A)}$$

Nhóm 3

STT	Tên thiết bị	Số lượng	KHMB	Công suất
1	Thiết bị tô cao tần	1	34	80
2	Thiết bị đo bi	1	37	23
3	Lò điện	1	20	30
Cộng nhóm 3		3		133

$$n = 3; n_1 = 2; p_1 = 170 \text{ (kW)}; p_{\Sigma} = 193 \text{ (kW)}$$

$$n^* = \frac{n_1}{n} = \frac{2}{3} = 0,66; p^* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{170}{193} = 0,9$$

Tra bảng PL I.5 ở [TL 1, Tr 255] được:

$$n^*_{hq} = 0,71 \rightarrow n_{hq} = n \cdot n^*_{hq} = 3 \cdot 0,71 = 2,13$$

Khi $n \leq 3$ và $n_{hq} < 4$ thì lúc đó $P_{tt} = \sum_1^3 P_{dm}$

Vậy phụ tải tính toán nhóm 3:

$$P_{tt} = \sum_1^3 P_{dm} = 133(\text{kW})$$

$$Q_{tt} = p_{tt} \cdot \tan\varphi = 133 \cdot 1,33 = 176,89 (\text{kVAr})$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{133^2 + 176,89^2} = 221,3 (\text{kVA})$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{0,38\sqrt{3}} = \frac{221,3}{0,38\sqrt{3}} = 336,23 (\text{A})$$

Nhóm 4

STT	Tên thiết bị	SL	KHMB	Công suất
1	Lò điện	1	22	36
2	Lò điện để rèn	1	21	30
3	Lò chạy bằng điện	1	18	30
4	Bể dầu	1	24	4
5	Thiết bị để tôi bánh răng	1	25	18
6	Máy đo độ cứng dầu côn	1	28	0,6
7	Máy mài sắc	1	30	0,25
8	Cầu trục có palăng điện	1	33	1,3
9	Bể dầu có tầng nhiệt	1	26	3
Cộng nhóm 4		9		123,15

$$n = 9; n_1 = 4; p_1 = 114\text{kW}; p_{\Sigma} = 123,15 \text{ kW}.$$

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{4}{9} = 0,5; p_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{114}{123,15} = 0,9$$

Tra bảng PL I.5 ở [STK, Tr 255] được:

$$n_{hq}^* = 0,58 \rightarrow n_{hq} = n n_{hq}^* = 9 \cdot 0,58 = 5,22$$

Tra bảng PL I.6 ở [STK, Tr 256] với $K_{sd}=0,2$ được:

$$n_{hq}=5,22 \text{ được } K_{max} = 2,42$$

Vậy phụ tải tính toán nhóm 4:

$$P_{tt} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_1^9 P_{dm} = 2,42 \cdot 0,2 \cdot 123,15 = 59,6 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = p_{tt} \cdot \text{tg}\rho = 59,6 \cdot 1,33 = 79,27 \text{ (kVAr)}.$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{59,6^2 + 79,27^2} = 99,2 \text{ (kVA)}.$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{0,38\sqrt{3}} = \frac{99,2}{0,38\sqrt{3}} = 150,72 \text{ (A)}.$$

Nhóm 5

STT	Tên thiết bị	Số lượng	KHMB	Công suất
1	Máy nén khí	1	40	45
2	Máy bào gỗ	1	41	4,5
3	Máy khoan đứng	1	42	4,5
4	Máy cưa	1	44	4,5
5	Máy bào gỗ	1	46	7
6	Máy cưa tròn	1	47	4,5
7	Quạt gió	1	48	12
8	Quạt gió số 9	1	49	9
9	Quạt gió số 14	1	50	18
Cộng nhóm 5		9		109

$$n = 9; n_1 = 3; p_1 = 39 \text{ kW}; p_{\Sigma} = 109 \text{ kW}.$$

$$n^* = \frac{n_1}{n} = \frac{3}{9} = 0,2; p^* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{39}{109} = 0,4$$

Tra bảng PL I.5 ở [STK, Tr 255] được:

$$n_{hq}^* = 0,76 \rightarrow n_{hq} = n \cdot n_{hq}^* = 9 \cdot 0,76 \approx 7$$

Tra bảng PL I.6 ở [TL 1, Tr 256] với $K_{sd} = 0,2$ được:

$$n_{hq} = 7 \text{ được } K_{max} = 2,1$$

Vậy phụ tải tính toán nhóm 5:

$$P_{tt} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_1^9 p_{dm} = 2,1 \cdot 0,2 \cdot 109 = 45,78 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = p_{tt} \cdot \text{tg}\rho = 45,78 \cdot 1,33 = 60,89 \text{ (kVAr)}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{45,78^2 + 60,89^2} = 76,18 \text{ (kVA)}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{0,38\sqrt{3}} = \frac{76,18}{0,38\sqrt{3}} = 115,74 \text{ (A)}$$

1.3.4. Tính toán phụ tải chiếu sáng cho toàn phân xưởng cơ khí.

Phụ tải chiếu sáng của phân xưởng cơ khí được xác định theo phương pháp suất chiếu sáng trên 1 đơn vị diện tích.

$$P_{cs} = P_0 \cdot F$$

$$\text{Trong đó } P_0 = 12 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$F = 1000 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$P_{cs} = P_0 \cdot F = 12 \cdot 1000 = 12000 \text{ W} = 12 \text{ (kW)}$$

$Q_{cs}=0$ (vì dùng đèn sợi đốt nên $\cos\varphi=1$)

1.3.5. Tính phụ tải tính toán cho toàn phân xưởng cơ khí.

Phụ tải tính toán tác dụng của toàn phân xưởng:

$$P_{tt\ px} = k_{dt} \sum_{i=1}^4 P_{tti}$$

Trong đó: k_{dt} – hệ số đồng thời, xét khả năng phụ tải các phân xưởng không đồng thời cực đại. Có thể tạm lấy :

$$k_{dt} = 0.9 \div 0.95 \text{ khi số phân xưởng } n = 2 \div 4$$

$$k_{dt} = 0.8 \div 0.85 \text{ khi số phân xưởng } n = 5 \div 10$$

Vậy ta có:

$$P_{tt\ px} = k_{dt} \sum_{i=1}^4 P_{tti} = 0,95 \cdot (51,32 + 57,48 + 133 + 59,6 + 45,78 + 12) = 341,2 \text{ (kW)}$$

Phụ tải tính toán phản kháng của toàn nhà máy:

$$Q_{tt\ px} = P_{tt\ px} \cdot \text{tg}\varphi = 341,2 \cdot 1,33 = 453,82 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải tính toán toàn phần của toàn nhà máy:

$$S_{tt\ px} = \sqrt{P_{tt\ px}^2 + Q_{tt\ px}^2} = \sqrt{341,2^2 + 453,82^2} = 567,8 \text{ (kVA)}$$

Tính hệ số công suất của toàn nhà máy:

$$\text{Cos}\varphi = \frac{P_{tt\ px}}{Q_{tt\ px}} = \frac{341,2}{453,82} = 0,75$$

Tên nhóm và thiết bị điện	Số lượng	KH	Công suất kW	I _{dm} , A	K _{sd}	Cosφ/ tgφ	Số thiết bị hp n _{hq}	Hệ số cực đại K _{max}	Phụ tải tính toán			
									P _{tt} , kW	Q _{tt} , kVAr	S _{tt} , kVA	I _{tt} , A
Nhóm 1												
Búa hơi để rèn	2	1	10	25,32	0,2	0,6/1,33						
Búa hơi để rèn	2	2	28	70,9	0,2	0,6/1,33						
Lò rèn	2	3	4,5	11,39	0,2	0,6/1,33						
Lò rèn	1	4	6	15,19	0,2	0,6/1,33						
Máy biến áp	2	17	2,2	5,6	0,2	0,6/1,33						
Quạt ly tâm	1	13	7	17,72	0,2	0,6/1,33						
Dầm treo có palang điện	1	11	4,8	12,15	0,2	0,6/1,33						
Lò điện	1	9	15	37,98	0,2	0,6/1,33						
Cộng nhóm 1	12		122,2	196,2 5	0,2	0,6/1,33	7	2,1	51,32	68,43	85,54	129,9
Nhóm 2						0,6/1,33						
Lò điện hóa kl	1	10	90	227,9	0,2	0,6/1,33						
Máy mài sắc	1	12	3,2	8,1	0,2	0,6/1,33						
Quạt gió	1	5	2,6	6,58	0,2	0,6/1,33						
Quạt thông gió	1	6	2,5	6,3	0,2	0,6/1,33						
Lò điện	1	23	20	50,64	0,2	0,6/1,33						
Máy ép ma sát	1	8	10	25,32	0,2	0,6/1,33						
Cộng nhóm 2	6		128,3		0,2	0,6/1,33	6	2,24	57,48	76,45	95,65	145,3
Nhóm 3												
Thiết bị tôi cao tần	1	34	80	202,6	0,2	0,6/1,33						
Thiết bị đo bi	1	37	23	58,24	0,2	0,6/1,33						
Lò điện	1	20	30	75,96	0,2	0,6/1,33						
Cộng nhóm 3	3		133		0,2	0,6/1,33			133	176,8	221,3	336,2

										9		
Nhóm 4												
Lò điện	1	22	36	91.16	0,2	0,6/1,33						
Lò điện để rèn	1	21	30	75.96	0,2	0,6/1,33						
Lò chạy bằng điện	1	18	30	75.96	0,2	0,6/1,33						
Bể dầu	1	24	4	10.13	0,2	0,6/1,33						
T/bị đê tôi bánh răng	1	25	18	63.3	0,2	0,6/1,33						
Máy đo độ cứng đầu côn	1	28	0,6	1.52	0,2	0,6/1,33						
Máy mài sắc	1	30	0,25	0.63	0,2	0,6/1,33						
Cầu trục có đai điện	1	33	1.3	3.29	0,2	0,6/1,33						
Bể dầu có palang điện	1	26	3	7.6	0,2	0,6/1,33						
Cộng nhóm 4	9		123,1		0,2	0,6/1,33	6	2,42	59,6	79,27	99,2	150,72
Nhóm 5												
Máy nén khí	1	40	45	113.9 5	0,2	0,6/1,33						
Máy bào gỗ	1	41	4,5	11.39	0,2	0,6/1,33						
Máy khoan đứng	1	41	4,5	11.39	0,2	0,6/1,33						
Máy cưa	1	44	4,5	11.39	0,2	0,6/1,33						
Máy bào gỗ	1	46	7	17.72	0,2	0,6/1,33						
Máy cưa tron	1	47	4,5	11.39	0,2	0,6/1,33						
Quạt gió	1	48	12	30.39	0,2	0,6/1,33						
Quạt gió số 9	1	49	9	22.79	0,2	0,6/1,33						
Quạt gió số 14	1	50	18	45.58	0,2	0,6/1,33						
Cộng nhóm 5	9		109		0,2	0,6/1,33	7	2,1	45,78	60,89	76,18	115,74

CHƯƠNG 2.

THIẾT KẾ MẠNG HẠ ÁP CHO PHÂN XƯỞNG CƠ KHÍ

2.1. ĐẶT VẤN ĐỀ.

Phân xưởng sửa chữa cơ khí có diện tích 1000m² gồm các thiết bị được chia làm 5 nhóm. Công suất tính toán của phân xưởng là 341.2 kVA, trong đó có 12kW sử dụng cho hệ thống chiếu sáng. Để cấp điện cho phân xưởng cơ khí ta sử dụng sơ đồ hỗn hợp. Điện năng được lấy từ một 1 phân đoạn TG 35kV qua trạm biến áp trung gian đưa về tủ phân phối của phân xưởng qua đường cáp. Trong tủ phân phối đặt 1 aptomat tổng và 6 aptomat nhánh cấp cho 5 tủ động lực và 1 tủ chiếu sáng.

Từ tủ phân phối đến các tủ động lực và các tủ chiếu sáng sử dụng sơ đồ hình tia để thuận tiện cho việc quản lý và vận hành. Mỗi tủ động lực được cấp cho 1 nhóm phụ tải theo sơ đồ hỗn hợp, các phụ tải có công suất lớn và quan trọng sẽ nhận điện trực tiếp từ thanh cái của tủ động lực, các phụ tải có công suất bé không quan trọng sẽ được ghép thành nhóm nhỏ nhận điện từ tủ theo sơ đồ liên thông.

Để dễ dàng thao tác và tăng thêm độ tin cậy cung cấp điện, tại các đầu vào và ra của tủ đều đặt aptomat làm nhiệm vụ đóng cắt, bảo vệ quá tải ngắn mạch cho thiết bị trong phân xưởng. Tuy nhiên, giá thành của tủ sẽ đắt hơn khi sử dụng cầu chì và cầu dao. Xong đây là xu thế cấp điện cho các ví nghiệp công nghiệp hiện đại.

2.2.LỰA CHỌN CÁC PHẦN TỬ CỦA HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN.

2.2.1. Lựa chọn aptomat.

- *Chọn aptomat đầu nguồn đặt tại trạm BA*

$$I_{xg} = \frac{S}{0,38\sqrt{3}} = \frac{630}{0,38\sqrt{3}} = 957.2 \text{ (A)}$$

Tra bảng PL IV.3[TK1, 283] chọn aptomat loại C1001N do Merlin Gerin chế tạo có thông số được ghi trong bảng:

Loại	Số cực	$U_{dm}(V)$	$I_{dm}(A)$	$I_N(kA)$
C1001N	3	690	1000	25

- Chọn automata tổng chọn C1001N như automata đặt tại trạm BA
- Chọn automata ở đầu ra tủ phân phối

6 nhánh ra chọn aptomat NS400E do Merlin Gerin chế tạo có thông số

Loại	Số cực	$U_{dm}(V)$	$I_{dm}(A)$	$I_N(kA)$
NS400E	3	500	400	15

2.2.2. Lựa chọn cáp.

2.2.2.1. Lựa chọn cáp từ TBA về tủ phân phối của phân xưởng.

Vì $S_{tppx} = 567.8$ (kVA) do đó I_{tppx} lớn, vậy để cấp điện từ TBA đến tủ phân phối ta sẽ dùng 5 nhánh. Khi đó dòng I_{tppx} sẽ bằng

$$I_{tppx} = \frac{S_{tppx}}{5.0.38.\sqrt{3}} = \frac{567.8}{5.0.38.\sqrt{3}} = 172.5 \text{ (A)}$$

Tra bảng PL.V.13 [STK, tr 302] chọn cáp đồng 4 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo đường kính 50mm^2 , có $I_{cp}=206$ (A).

Vậy chọn cáp từ TBA đến tủ phân phối loại 5PVC (3×50+1×50).

2.2.2.2. Lựa chọn cáp từ tủ phân phối về các tủ động lực.

➤ Chọn cáp từ tủ phân phối đến tủ động lực nhóm 1

$$k_1.k_2.I_{cp} \geq I_{tt} = 129.96 \text{ (A)}$$

$$k_1.k_2.I_{cp} \geq (1.25 \cdot I_{dmA}) / 1.5 = (1.25 \cdot 400) / 1.5 = 333.33 \text{ (A)}$$

Vì chôn dưới đất riêng từng tuyến nên $k_1=k_2=1$.

Tra bảng chọn cáp đồng 4 lõi có tiết diện 120 mm^2 có $I_{cp}=343 \text{ (A)}$.

Các tuyến khác chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng.

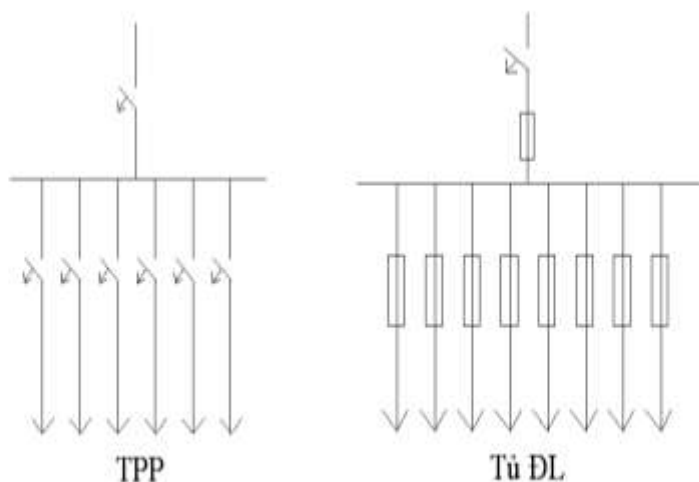
Bảng 2.1. Kết quả chọn cáp từ tủ PP tới các tủ ĐL

Tuyến cáp	I_{tt}, A	$F_{cáp}, \text{mm}^2$	I_{cp}, A
PP – ĐL1	129,96	120	343
PP – ĐL2	145,32	120	343
PP – ĐL3	336,23	120	343
PP – ĐL4	150,72	120	343
PP – ĐL5	115,74	120	343

Vì xưởng đặt cách xa trạm biến áp nên không cần tính ngắn mạch để kiểm tra cáp và aptomat.

2.2.3. lựa chọn tủ phân phối

Tủ phân phối được lựa chọn bao gồm 1 đầu vào và 6 đầu ra trong đó 5 đầu vào cung cấp cho tủ động lực, 1 đầu còn lại cung cấp cho tủ chiếu sáng. Căn cứ vào dòng điện tính toán đầu vào tủ phân phối và dòng ra tủ phân phối ta chọn tủ P-9262 do Liên Xô (cũ) chế tạo.



Hình 2.1. Sơ đồ tủ PP và tủ ĐL

2.2.4. Chọn cầu chì cho các tủ động lực.

- Cầu chì nhánh cấp điện cho 1 động cơ chọn theo 2 điều kiện sau:

$$I_{dc} \geq I_{dmD}$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha}$$

- Cầu chì nhánh cấp điện cho 2,3 động cơ chọn theo 2 điều kiện sau:

$$I_{dc} \geq \sum K_{ti} \cdot I_{dmi}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmmax} + \sum I_{dmD_i}}{\alpha}$$

- Cầu chì tổng CCT cấp điện cho cả nhóm động cơ được chọn theo 3 điều kiện:

$$I_{dc} \geq I_{tt \text{ nhóm}}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmmax} + (I_{tt \text{ nhóm}} - k_{sd} \cdot I_{dmD})}{\alpha}$$

Điều kiện thứ 3 là điều kiện chọn lọc : I_{dc} của cầu chì tổng phải lớn hơn ít nhất là 2 cấp so với I_{dc} của cầu chì nhánh lớn nhất

- ❖ Lựa chọn cầu chì bảo vệ cho động cơ nhóm 1

Do các động cơ sử dụng là động cơ lồng sóc nên ta lấy $k_{mm}=5$

Hệ số α ở đây ta lấy , $\alpha = 2.5$

- Cầu chì bảo vệ cho thiết bị búa hơi để rèn

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 25.32$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{5 \cdot I_{dmD}}{2.5} = 50.64 \text{ (A).}$$

Chọn $I_{dc} = 160 \text{ (A)}$.

- Cầu chì bảo vệ cho búa hơi để rèn

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 70,9$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{70,9 \cdot 5}{2,5} = 141,8 \text{ (A).}$$

Chọn $I_{dc} = 160 \text{ (A)}$.

- Cầu chì bảo vệ cho lò rèn.

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 11,39$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{11,39 \cdot 5}{2,5} = 22,78 \text{ (A)}.$$

Chọn $I_{dc} = 160 \text{ (A)}$.

- Cầu chì bảo vệ cho lò rèn

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 15,19$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{15,19 \cdot 5}{2,5} = 30,38 \text{ (A)}.$$

Chọn $I_{dc} = 160 \text{ (A)}$.

- Cầu chì bảo vệ cho máy biến áp.

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 5,6$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{5,6 \cdot 5}{2,5} = 11,2 \text{ (A)}.$$

Chọn $I_{dc} = 160 \text{ (A)}$.

- Cầu chì bảo vệ cho quạt ly tâm

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 17,72$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{17,72 \cdot 5}{2,5} = 35,44 \text{ (A)}.$$

Chọn $I_{dc} = 160 \text{ (A)}$.

- Cầu chì bảo vệ cho dầm treo có palang điện.

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 12,15$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{12,15 \cdot 5}{2,5} = 24,3 \text{ (A)} \quad .$$

Chọn $I_{dc} = 35 \text{ (A)}$.

- Cầu chì bảo vệ cho lò điện

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 37,98$$

$$I_{dc} \geq \frac{k_{mm} \cdot I_{dmD}}{\alpha} = \frac{37,98.5}{2,5} = 75,96 \text{ (A)}.$$

Chọn $I_{dc} = 100 \text{ (A)}$.

- Cầu chì tổng ĐL1

$$I_{dc} \geq I_{tt\text{nhom}} = 129,96$$

$$I_{dc} \geq \frac{5.70,9 + (129,96 - 0,2.70,9)}{2,5} = 188,11 \text{ (A)}.$$

Chọn $I_{dc} = 600 \text{ (A)}$.

Các nhóm khác chọn I_{dc} cầu chì tương tự, kết quả được ghi trong bảng.

2.2.5. Lựa chọn dây dẫn từ các tủ ĐL tới từng động cơ.

Dây dẫn và dây cáp hạ áp được lựa chọn theo điều kiện phát nóng

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

k_1 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, ứng với môi trường đặt dây, cáp.

k_2 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến số lượng dây hoặc cáp đi chung một rãnh.

I_{cp} - dòng điện lâu dài cho phép ứng với tiết diện dây hoặc cáp định lựa chọn, tra cẩm nang.

Thử lại theo điều kiện kết hợp với thiết bị bảo vệ.

✓ Nếu bảo vệ bằng cầu chì.

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha}$$

với mạch động lực $\alpha = 3$, với mạch ánh sáng sinh hoạt $\alpha = 0,3$.

✓ Nếu bảo vệ bằng aptomat.

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq \frac{I_{kdddt}}{4,5}$$

$$\text{hoặc } k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq \frac{I_{kdddt}}{4,5} = 1,25 \cdot I_{dmA} / 1,5$$

Trong đó:

I_{kdddtA} - dòng điện khởi động điện từ của automat (chính là dòng chỉnh định để aptomat cắt ngắn mạch).

I_{kddnh} - dòng điện khởi động nhiệt của automat (chính là dòng điện tác động của role nhiệt để cắt quá tải).

- Tất cả các dây dẫn trong phân xưởng đều chọn loại cáp 4 lõi vỏ PVC đặt trong ống thép có đường kính 3/4'' chôn dưới nền phân xưởng.

Giả thiết nhiệt độ môi trường đặt cáp là +25⁰C thì $k_1=1$, với 6 cáp đặt chung 1 rãnh và khoảng cách giữa các sợi cáp là 100mm thì $k_2=0.85$.

- Búa hơi để rên 1.

$$0,85 \cdot I_{cp} \geq I_{tt} = I_{dm} = 25,32 \text{ (A)}.$$

$$I_{cp} \geq 25,32 / 0,85 = 29,79 \text{ (A)}.$$

Tra bảng PL V.13[STK, tr302] chọn cáp đồng 4 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tiết diện 2,5mm² có $I_{cp}=41 \text{ (A)}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ. Máy được bảo vệ bằng cầu chì có $I_{dc}=60 \text{ (A)}$

$$0,85 \cdot I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{60}{3} = 20 \text{ (A)}$$

Vậy chọn cáp 4G2,5 là hợp lý

- Búa hơi để rèn 2

$$0,85.I_{cp} \geq I_{tt}=I_{dm}=70,9 \text{ (A)}.$$

$$I_{cp} \geq 70,9/0,85=83,41 \text{ (A)}.$$

Tra bảng PL V.13[STK, tr302] chọn cáp đồng 4 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tiết diện 10mm có $I_{cp}=87 \text{ (A)}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ. Máy được bảo vệ bằng cầu chì có $I_{dc}=160 \text{ (A)}$.

$$0,85.I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{160}{3}=53,33 \text{ (A)}.$$

Vậy chọn cáp 4G10 là hợp lý.

- Lò rèn 1.

$$0,85.I_{cp} \geq I_{tt}=I_{dm}=11,39 \text{ (A)}.$$

$$I_{cp} \geq 11,39/0,85=13,4 \text{ (A)}.$$

Tra bảng PL V.13[STK, tr302] chọn cáp đồng 4 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tiết diện 2.5mm có $I_{cp}=41 \text{ (A)}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ. Máy được bảo vệ bằng cầu chì có $I_{dc}=45 \text{ (A)}$.

$$0,85.I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{45}{3}=15 \text{ (A)}.$$

Vậy chọn cáp 4G2.5 là hợp lý

- Lò rèn 2

$$0,85.I_{cp} \geq I_{tt}=I_{dm}=15,19 \text{ (A)}.$$

$$I_{cp} \geq 15,19/0,85=17,87 \text{ (A)}.$$

Tra bảng PL V.13[STK, tr302] chọn cáp đồng 4 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo tiết diện 2.5mm có $I_{cp}=41 \text{ (A)}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ. Máy được bảo vệ bằng cầu chì có $I_{dc}=45 \text{ (A)}$.

$$0,85.I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{45}{3} = 15(A)$$

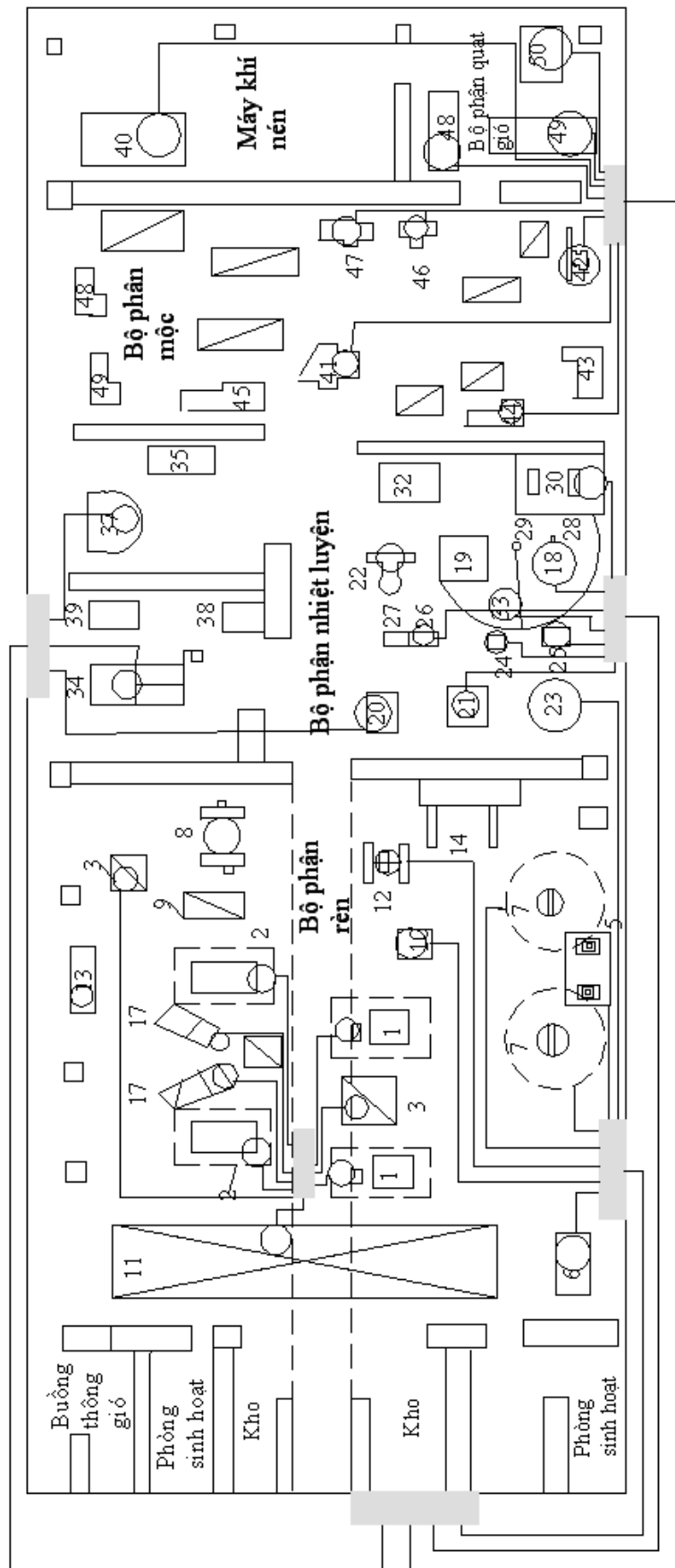
Vậy chọn cáp 4G2.5 là hợp lý

Tính toán và lựa chọn, kết quả lựa chọn dây cáp cho các thiết bị còn lại được ghi trong bảng 2.2.

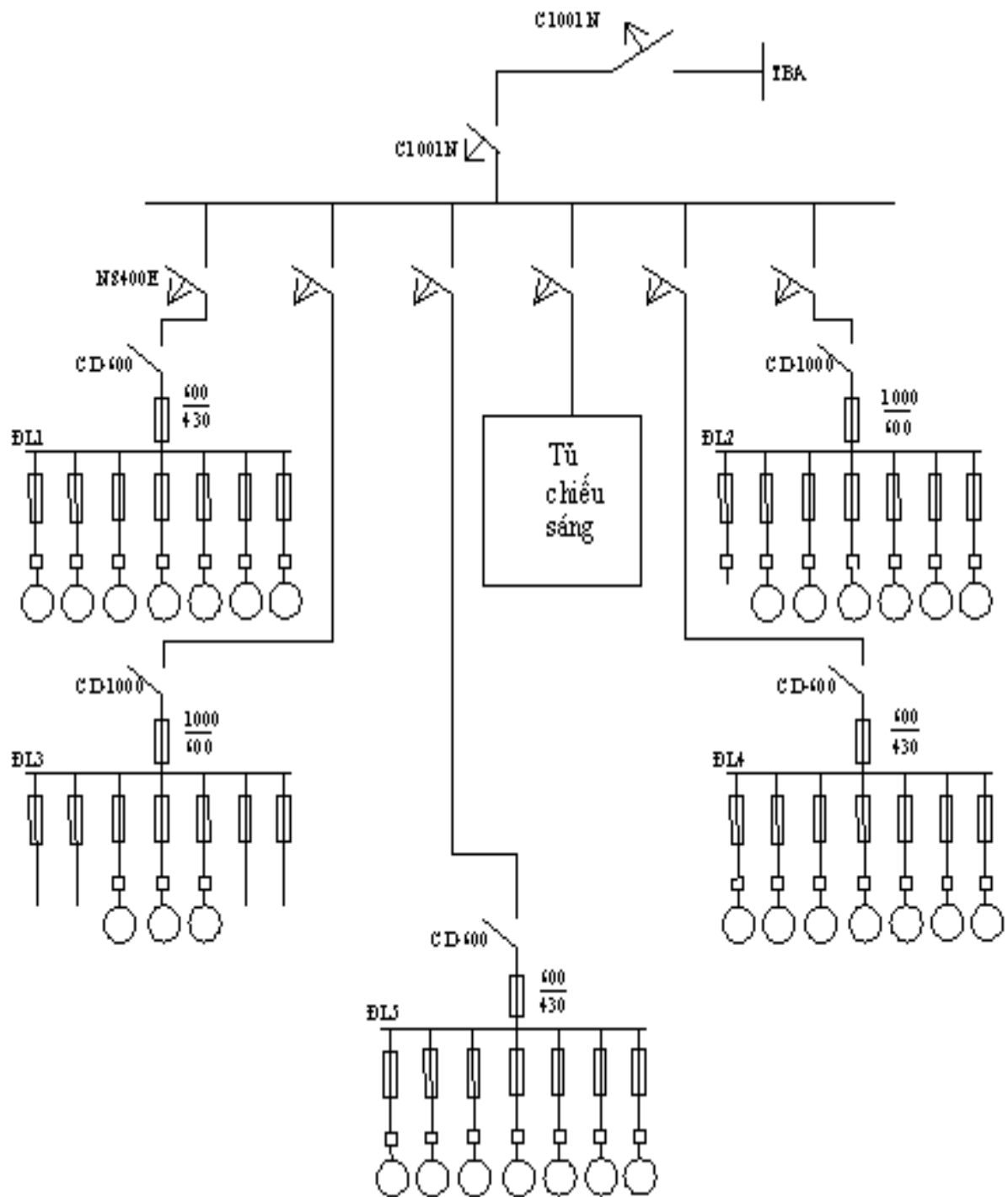
Bảng 2.2. Bảng lựa chọn cầu chì và dây dẫn.

Tên máy	Phụ tải		Dây dẫn			Cầu chì	
	P kW	I _{dm} , A	Mã hiệu	Tiết diện	ĐK ống thép	Mã hiệu	I _{vo} /I _{dc} ,A
Nhóm 1							
Búa hơi để rèn	10	25.32	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	160/200
Búa hơi để rèn	28	70.9	PPTO	10	3/4"	PP_2	160/200
Lò rèn	4.5	11.39	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Lò rèn	6	15.19	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Máy biến áp	2.2	5.6	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Quạt ly tâm	7	17.72	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Dầm treo palang điện	4.8	12.15	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Lò điện	15	37.98	PPTO	4	3/4"	PP_2	100/200
Nhóm 2							
Lò điện để hóa cứng kim loại	90	227.9	PPTO	95	3/4"	PP_2	500/600
Máy mài sắc	3.2	8.1	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Quạt gió	2.6	6.58	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Quạt thông gió	2.5	6.3	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	45/60
Lò điện	20	50.64	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	160/200
Máy ép ma sát	10	25.32	PPTO	2,5	3/4"	PP_2	100/200

Nhóm 3							
Thiết bị tôicao tần	80	202.6	PPTO	95	3/4"	<i>PP_2</i>	430/600
Thiết bị đo bi	23	58.24	PPTO	10	3/4"	<i>PP_2</i>	160/200
Lò điện	30	75.96	PPTO	10	3/4"	<i>PP_2</i>	160/200
Nhóm 4							
Lò điện	36	91.16	PPTO	16	3/4"	<i>PP_2</i>	200/350
Lò điện để rèn	30	75.96	PPTO	10	3/4"	<i>PP_2</i>	160/200
Lò chạy băng điện	30	75.96	PPTO	10	3/4"	<i>PP_2</i>	160/200
Bể dầu	4	10.13	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	100/200
T/b để tôi bánh răng	18	63.3	PPTO	10	3/4"	<i>PP_2</i>	160/200
Máy đo độ cứng đầu côn	0.6	1.52	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Máy mài sắc	0.25	0.63	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Cầu trục có faiang	1.3	3.29	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Bể dầu có tăng nhiệt	3	7.6	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Nhóm 5							
Máy nén khí	45	113.95	PPTO	16	3/4"	<i>PP_2</i>	260/350
Máy bào gỗ	4.5	11.39	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Máy khoan đứng	4.5	11.39	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Máy cưa	4.5	11.39	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Máy bào gỗ	7	17.72	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Máy cưa tròn	4.5	11.39	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	45/60
Quạt gió	12	30.39	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	100/200
Quạt gió số 9	9	22.79	PPTO	2,5	3/4"	<i>PP_2</i>	100/200
Quạt gió số 14	18	45.58	PPTO	4	3/4"	<i>PP_2</i>	100/200



Hình 2.2. Sơ đồ đi dây phân xưởng cơ khí



Hình 2.3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống cấp điện cho xưởng cơ khí

CHƯƠNG 3

TÍNH BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

3.1. ĐẶT VẤN ĐỀ.

3.1.1. Tổn thất điện năng trong mạng điện.

Điện năng trong 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 của các 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 nhiệt 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 1kW điện ngày càng làm ra nhiều sản phẩm hoặc chi phí điện năng cho 1 sản phẩm ngày càng giảm.

Tính chung trong toàn bộ hệ thống thường có 10 ÷ 15% năng lượng bị phát ra mất mát trong quá trình truyền tải và phân phối. Bảng 4.1 phân tích tổn thất điện năng trong hệ thống điện (chỉ xét đến đường dây và máy biến áp). Từ bảng phân tích chúng ta thấy rằng tổn thất điện năng trong mạng có U = 0,1-10KV (tức mạng trong xí nghiệp) chiếm tới 64,4% tổng số điện năng bị tổn thất.

Sở dĩ như vậy, bởi vì mạng điện xí nghiệp thường dùng điện áp tương đối thấp đường dây lại dài phân tán đến từng phụ tải gây tổn thất điện năng lớn. Vì thế việc thực hiện các biện pháp tiết kiệm điện năng trong xí nghiệp công nghiệp có ý nghĩa rất quan trọng, không những có lợi cho bản thân các xí nghiệp, mà còn có lợi chung cho nền kinh tế quốc dân.

Bảng 3.1: Phân tích tổn thất điện năng trong hệ thống điện.

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

Hệ số công suất $\cos\phi$ là một chỉ tiêu để đánh giá xí nghiệp dùng điện có hợp lý và tiết kiệm hay không. Cần nhấn mạnh rằng việc thực hiện tiết kiệm điện và nâng cao hệ số $\cos\phi$ không phải coi đó là những biện pháp tạm thời đối phó với tình trạng thiếu điện, mà phải coi đó là một chủ trương lâu dài gắn liền với mục đích phát huy hiệu quả cao nhất quá trình sản xuất, phân phối và sử dụng điện năng. Trong lúc thực hiện các biện pháp tiết kiệm điện và nâng cao hệ số lượng sản phẩm hoặc làm xấu điều kiện làm việc bình thường của công nhân.

3.1.2. Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số $\cos\phi$.

Nâng cao hệ số $\cos\phi$ 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:

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_{(P)} + \Delta P_{(Q)} \quad (3.1)$$

Khi giảm Q truyền tải trên đường dây ta giảm được thành phần tổn thất công suất $\Delta P_{(Q)}$ do Q gây ra.

- Giảm tổn thất điện áp trong mạng điện. Tổn thất điện áp được tính như sau:

$$\Delta Q = \frac{PR + QR}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QR}{U} = \Delta U_{(P)} + \Delta U_{(Q)}$$

(3.2)

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:

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U} \quad (3.3)$$

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 của chúng bằng cách giảm công suất phản kháng mà chúng tải đi. Vì thế khi vẫn giữ nguyên đường dây và máy biến áp, nếu $\cos\phi$ của mạng được cao (tức giảm lượng Q phải truyền tải) thì khả năng truyền tải của chúng 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 vv...

3.2. CÁC BIỆN PHÁP NÂNG CAO HỆ SỐ $\cos\varphi$ VÀ CHỌN THIẾT BỊ BÙ CÔNG SUẤT.

3.2.1. Các định nghĩa về hệ số công suất $\cos\varphi$.

- 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:

$$\cos\varphi = \frac{P}{UI} \quad (3.4)$$

Do phụ tải luôn biến động nên $\cos\varphi$ tức thời cũng luôn thay đổi theo thời gian nào đó:

$$\cos\varphi_{tb} = \cos\arctg \frac{Q_{tb}}{P_{tb}} \quad (3.5)$$

Hệ số $\cos\varphi_{tb}$ 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 $\cos\varphi$ trung bình tính cho cả năm khi không có thiết bị bù. Hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên được làm căn cứ để tính toán nâng cao hệ số công suất và bù phản kháng.

3.2.2. Các biện pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$.

Các biện pháp nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ được chia làm hai nhóm: nhóm biện pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên (không dùng thiết bị bù) và nhóm chính các biện pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$ bằng cách bù công suất phản kháng.

- *Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ 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 vv...Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ tự nhiên rất có lợi vì đưa lại hiệu quả kinh tế mà không phải đặt thêm thiết bị bù. Vì thế xét đến vấn đề nâng cao hệ số $\cos\varphi$ bao giờ cũng xét tới các biện pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên trước tiên, sau đó mới xét tới biện pháp bù công suất phản kháng.

- *Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ bằng phương pháp bù.* Bằng cách đặt các thiết bị bù ở gần các hộ tiêu thụ dùng để cung cấp công suất phản kháng cho chúng, ta giảm được hệ số $\cos\varphi$ của mạng. Sau khi thực hiện các biện pháp nâng cao $\cos\varphi$ tự nhiên mà vẫn không đạt yêu cầu thì ta mới xét tới phương pháp bù. Bù công suất phản kháng Q còn có tác dụng điều chỉnh và ổn định điện áp của mạng cung cấp.

Tuy nhiên phương pháp này phải tốn kém thêm về mua sắm thiết bị bù và chi phí vận hành chung. Vì vậy quyết định phương án bù phải dựa trên cơ sở tính toán và so sánh kinh tế - kỹ thuật.

3.2.2.1. Các phương pháp nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ tự nhiên.

- Thay đổi quá trình công nghệ để thiết bị điện làm việc ở chế độ hợp lý nhất

- Thay thế động cơ không đồng bộ làm việc non tải bằng động cơ có công suất nhỏ hơn.

- Giảm điện áp của những động cơ làm việc non tải: có thể dùng các biện pháp sau để giảm điện áp đặt lên các động cơ không đồng bộ làm việc non tải.

- + Đổi nối dây quấn stato từ tam giác sang sao.

- + Thay đổi cách phân nhóm của dây quấn stato.

- + Thay đổi đầu phân áp của máy biến áp để hạ thấp điện áp của mạng phân xưởng.

- Hạn chế động cơ chạy không tải: biện pháp hạn chế động cơ chạy không tải được thực hiện theo hai hướng:

- + Hướng thứ nhất là vận động công nhân hợp lý hóa các thao tác, hạn chế đến mức thấp nhất thời gian máy chạy không tải.

- + Hướng thứ hai là đặt bộ hạn chế chạy không tải trong sơ đồ không chế động cơ. Thông thường nên động cơ chạy không tải quá thời gian định t_0 nào đó thì động cơ bị cắt ra khỏi mạng.

- ✓ Dùng động cơ đồng bộ thay thế động cơ không đồng bộ.
- ✓ Nâng cao chất lượng sửa chữa động cơ.
- ✓ Thay thế những máy biến áp làm việc non tải bằng những máy biến áp có dung lượng nhỏ hơn.

3.2.2.2. Đặc điểm của các thiết bị bù khi dùng phương pháp bù phản kháng.

Thiết bị bù được dùng nhiều nhất là tụ điện tĩnh và máy bù đồng bộ.

- Máy bù đồng bộ trong khi vận hành tiêu tốn nhiều công suất tác dụng hơn tụ điện tĩnh rất nhiều. Khi làm việc định mức, tổn thất công suất trong các máy bù đồng bộ là 1,33 đến 3,2% công suất định mức của chúng. Trái lại tụ điện tĩnh tiêu thụ rất ít công suất tác dụng và bằng khoảng 0,3 đến 0,5% công suất của chúng.

- Giá tiền của mỗi kVA tụ điện tĩnh ít phụ thuộc vào công suất đặt và có thể coi như không đổi. Vì vậy thuận tiện cho việc phân chia tụ điện tĩnh ra làm nhiều tổ nhỏ, tùy ý đặt vào nơi cần thiết. Trái lại giá tiền của mỗi kVA máy bù đồng bộ thay đổi tùy theo dung lượng, dung lượng càng nhỏ thì giá thành càng đắt.

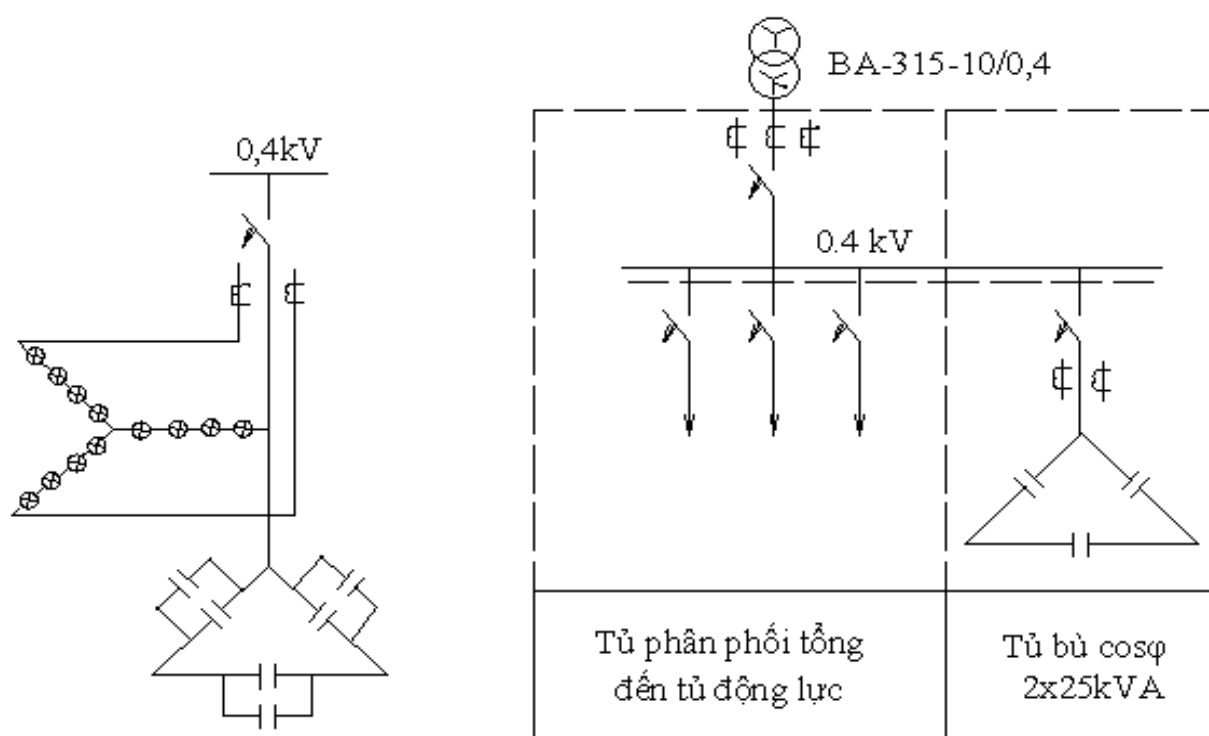
- Tụ điện tĩnh vận hành tương đối đơn giản, ít sinh sự cố. Ngược lại máy bù đồng bộ với những bộ phận quay, chổi than... dễ gây sự cố trong lúc vận hành. Nếu trong lúc vận hành, một tụ điện bị hỏng thì toàn bộ số tụ điện còn lại vẫn tham gia vận hành bình thường. Song nếu trong nhà máy chỉ có một máy bù đồng bộ mà lại hỏng thì tất nhiên sẽ mất toàn bộ dung lượng bù, ảnh hưởng sẽ rất lớn.

- Tụ điện được chế tạo với điện áp từ 220V đến 10kV. Tụ điện điện áp thấp có ưu điểm lớn là nó được đặt sâu trong các mạng điện hạ áp xí nghiệp, gần ngay các động cơ điện, nên giảm được ΔP và ΔA rất nhiều. Nhược điểm của tụ điện hạ áp là giá thành một kVA đắt hơn tụ cao áp. Với những lý do trên mà

người ta chỉ dùng tụ điện tĩnh, không dùng máy bù đồng bộ khi thực hiện nâng cao công suất $\cos\varphi$ của mạng điện.

3.2.3. Lựa chọn phương pháp bù công suất phản kháng.

Từ những phân tích trên, ta 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 3.1: sơ đồ nối dây của tụ điện hạ áp

3.3. XÁC ĐỊNH, TÍNH TOÁN VÀ PHÂN BỐ DUNG LƯỢNG BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG.

3.3.1. Xác định dung lượng bù toàn phân xưởng.

Theo như tính toán ở chương 3, ta có:

Phụ tải tính toán tác dụng toàn phân xưởng: $P_{\text{tppx}} = 341,2(\text{kW})$.

Phụ tải tính toán phản kháng của toàn phân xưởng: $Q_{\text{tppx}} = 453,82(\text{kVAr})$.

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng: $S_{\text{tppx}} = 567,8(\text{kVA})$.

Hệ số công suất của phân xưởng: $\text{Cos}\varphi_{\text{px}} = 0,75$.

Bài toán đặt ra bây giờ là lắp đặt bù để nâng cao hệ số công suất lên 0,95.

Giải bài toán trên ta làm như sau:

Xác định tổng công suất phản kháng Q_b cần đặt để nâng hệ số công suất từ $\text{cos}\varphi_1$ lên $\text{cos}\varphi_2$

$$Q_b = P(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) \cdot \alpha \quad (3.6)$$

Trong đó:

p- Công suất tác dụng tính toán của đối tượng.

φ_1 - góc ứng với hệ số công suất trung bình ($\text{cos}\varphi_1$) trước khi bù.

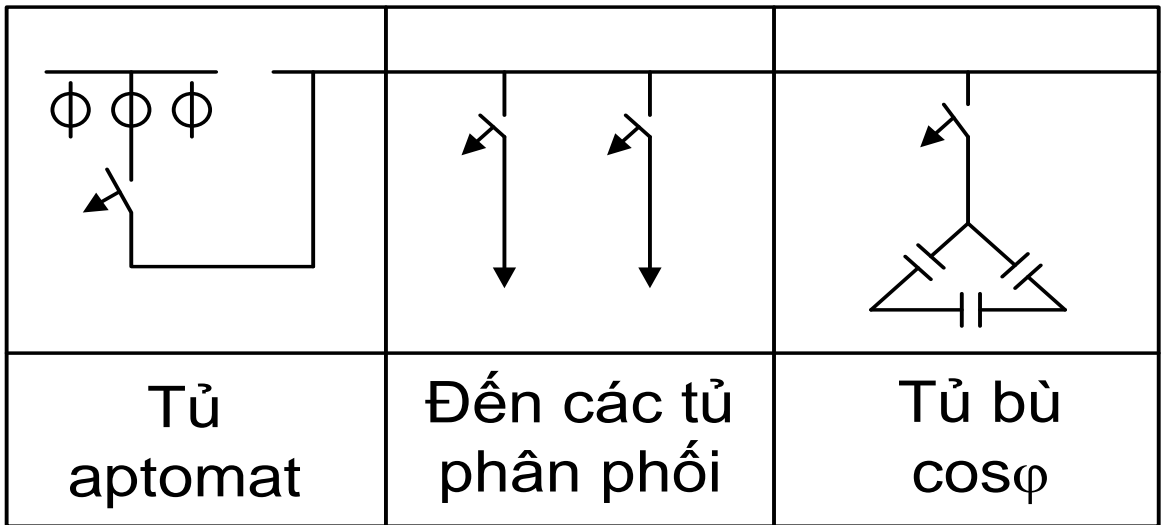
φ_2 - góc ứng với hệ số công suất ($\text{cos}\varphi_2$) muốn đạt được sau khi bù.

$\alpha=0,9\div 1$ - hệ số xét tới khả năng nâng cao $\text{cos}\varphi$ bằng những phương pháp không đòi hỏi đặt thiết bị bù.

\Rightarrow tổng công suất phản kháng Q_b cần đặt để nâng cao hệ số công suất $\text{cos}\varphi$ của phân xưởng từ $\text{cos}\varphi=0,75$ ($\text{tg}\varphi_1 = 0,88$) lên $\text{cos}\varphi_2=0,95$ ($\text{tg}\varphi_2=0,33$) là:

$$Q_b = 341,2 \cdot (0,88 - 0,33) = 187,66(\text{kVAr}).$$

Vậy chọn loại tụ điện bù 0,38kV của liên xô cũ loại KC2-0,38-40-3Y1 với số lượng là 4 cái, $Q_b=40$.



Hình 3.2. Sơ đồ lắp đặt tụ bù $\cos\varphi$ trạm biến áp.

KẾT LUẬN

Trong thời gian 12 tuần vừa qua em được giao thực hiện đề án tốt nghiệp “*Thiết kế cung cấp điện cho xưởng cơ khí*” với sự hướng dẫn tận tình của cô giáo Th.S Đỗ Thị Hồng Lý em đã nắm bắt được một số vấn đề như sau:

- Tìm hiểu về thiết kế cung cấp điện cho xưởng cơ khí.
- Nắm bắt được các phụ tải trong xưởng cơ khí để qua đó thiết kế hệ thống cung cấp điện cho xưởng cơ khí.
- Tính toán lựa chọn các thiết bị điện hạ áp cho phân xưởng cơ khí.

Do thời gian có hạn nên trong đề án của em còn nhiều sai sót, em rất mong được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô và các bạn.

Em xin chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]: Ngô Hồng Quang – Vũ Văn Tâm (2008), *thiết kế cung cấp điện*, NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
- [2]: Nguyễn Xuân Phú – Nguyễn Công Hiền – Nguyễn Bội Khuê, *Cung cấp điện*, 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]: Ngô Xuân Quang (2003), *Giáo trình cung cấp điện*, NXB giáo dục.
- [5]: Nguyễn Lâm tráng (2007), *Quy hoạch phát triển hệ thống điện*, NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [6]: Ngô Hồng Quang (2002), *Sổ tay và lựa chọn tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500kV*, NXB khoa học và kỹ thuật Hà Nội.