

**TRƯỜNG ĐHBK HÀ NỘI**  
**BỘ MÔN HỆ THỐNG ĐIỆN**

**THIẾT KẾ**  
**HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN**

**ĐỒ ÁN MÔN HỌC**  
**THIẾT KẾ CUNG CẤP ĐIỆN**

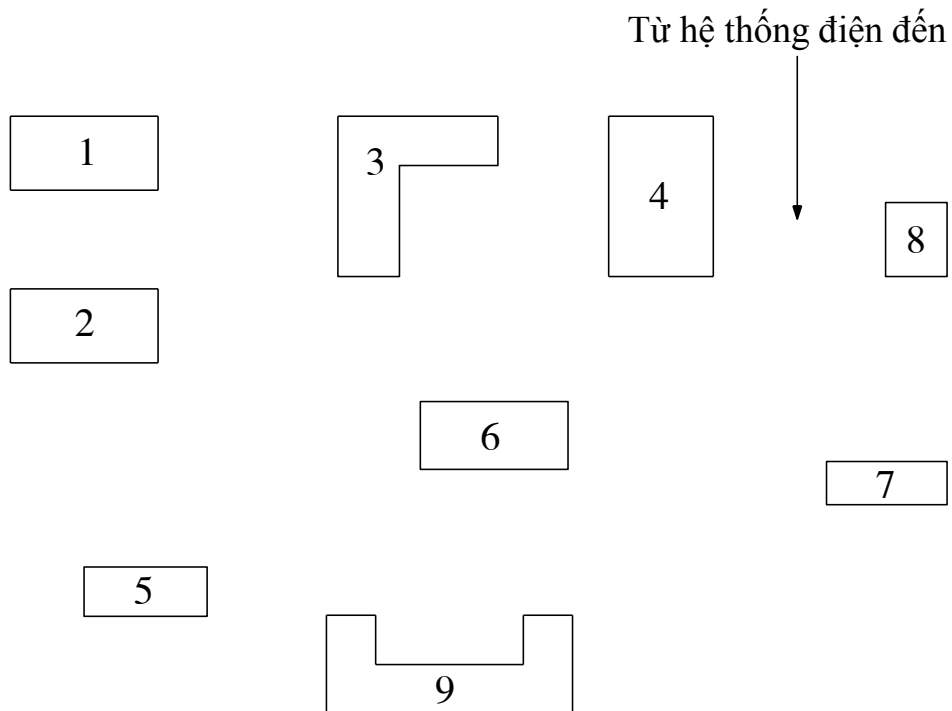
**I. ĐẦU ĐỀ THIẾT KẾ**

Thiết kế cung cấp điện cho một nhà máy cơ khí công nghiệp địa phương

**II. CÁC SỐ LIỆU BAN ĐẦU**

1. Phụ tải điện của nhà máy
2. Phụ tải của phân xưởng sửa chữa cơ khí
3. Điện áp nguồn:  $U_{dm} = 35 \text{ kV}$
4. Dung lượng ngắn mạch về phía hạ áp trạm biến áp khu vực: 250MVA
5. Đường dây cung cấp điện cho nhà máy: Dường dây AC treo trên không.
6. Khoảng cách từ nguồn đến nhà máy:  $l = 12 \text{ km}$
7. Công suất của nguồn điện: Vô cùng lớn
8. Nhà máy làm việc 3 ca,  $T_{max} = 300.(10+11) = 6300 \text{ giờ}$

**Sơ đồ mặt bằng nhà máy cơ khí công nghiệp địa phương**



**Phụ tải điện nhà máy cơ khí công nghiệp địa phương**

Số trên mặt bằng	Tên phân xưởng	Công suất đặt (kW)	Loại hộ tiêu thụ
1	Phân xưởng cơ khí	1800	I
2	Phân xưởng dập	1500	I
3	Phân xưởng lắp ráp số 1	1000	I
4	Phân xưởng lắp ráp số 2	1200	I
5	Phân xưởng Sửa chữa cơ khí	Theo tính toán	III
6	Phòng thí nghiệm trung tâm	200	III
7	Phòng thực nghiệm	500	I
8	Trạm bơm	150	III
9	Phòng thiết kế	100	III
10	Chiếu sáng phân xưởng	Xác định theo diện tích	

**Danh sách thiết bị phân xưởng sửa chữa cơ khí**

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Nhãn hiệu	Công suất (kW)	Ghi chú
	<b>Bộ phận máy công cụ</b>				
1	Máy cưa kiểu đai	1	8531	1.0	
2	Bàn	2	-	-	
3	Khoan bàn	1	MC-12A	0.65	
4	Máy ép tay	1	-	-	
5	Máy mài thô	1	3M364	2.8	
6	Máy khoan đứng	1	2A125	2.8	
7	Máy bào ngang	1	736	4.5	
8	Máy xọc	1	7A420	2.8	
9	Máy mài tròn vạn năng	1	3A130	2.8	
10	Máy phay răng	1	5Đ32	4.5	
11	Máy phay vạn năng	1	BM82	7.0	
12	Máy tiện ren	1	1A62	8.1	
13	Máy tiện ren	1	IM620	10.0	
14	Máy tiện ren	1	163	14.0	
15	Máy tiện ren	1	1616	4.5	
16	Máy tiện ren	1	1Đ63A	10.0	
17	Máy tiện ren	1	163A	20.0	
	<b>Bộ phận lắp ráp</b>				
18	Máy khoan đứng	1	2118	0.85	
19	Cầu trục	1	KH-20	24.2	
20	Bàn lắp ráp	1	-	-	
21	Bàn	1	-	-	
22	Máy khoan bàn	1	HC-121	0.85	
23	Máy để cân bằng tĩnh	1	-	-	
24	Bàn	1	-	-	
25	Máy ép tay	1	ΓAPO-274	-	
26	Bể dầu có tăng nhiệt	1	-	2.5	
27	Máy cạo	1	-	1.0	
28	Bể ngâm nước nóng	1	-	-	
29	Bể ngâm natri-hidroxit	1	-	-	
30	Máy mài thô	1	3M634	2.8	
	<b>Bộ phận hàn hơi</b>				
31	Máy nén cắt liên hợp	1	HB31	1.7	
32	Bàn để hàn	1	-	-	
33	Máy mài phá	1	3M634	2.8	
34	Quạt lò rèn	1	-	1.5	
35	Lò tròn	1	-	-	

36	Máy ép tay	1	ΓAPO-274	-	
37	Bàn	1	-	-	
38	Máy khoan đứng	1	2118	0.85	
39	Bàn nắn	1	-	-	
40	Bàn đánh dấu	1	-	-	
	<b>Bộ phận sửa chữa điện</b>				
41	Bể ngâm dung dịch kiềm	1	-	3.0	
42	Bể ngâm nước nóng	1	-	3.0	
43	Bàn	1	-	-	
44	Dao cắt vật liệu cách điện	1	-	-	
45	Máy ép tay	1	ΓAPO-274	-	
46	Máy cuộn dây	1	-	1.2	
47	Máy cuộn dây	1	-	1.0	
48	Bể ngâm tấm có tăng nhiệt	1	-	3.0	
49	Tủ sấy	1	-	3.0	
50	Máy khoan bàn	1	HC-12A	0.65	
51	Máy cân bằng tĩnh	1	-	-	
52	Máy mài thô	1	-	2.5	
53	Bàn thử thiết bị điện	1	-	7.0	
	<b>Bộ phận đúc đồng</b>				
54	Dao cắt có tay đòn	1	BMC-101	-	
55	Bể khử dầu mỡ	1	-	3.0	
56	Lò điện để luyện khuôn	1	-	5.0	
57	Lò điện để nấu chảy babít	1	-	10.0	
58	Lò điện để mạ thiếc	1	-	3.5	
59	Đá lát để đồ babít	1	-	-	
60	Quạt lò đúc đồng	1	-	1.5	
61	Bàn	1	-	-	
62	Máy khoan bàn	1	HC-12A	0.65	
63	Bàn nắn	1	-	-	
64	Máy uốn các tấm mỏng	1	C-237	1.7	(kVA)
65	Máy mài phá	1	3M634	2.8	
66	Máy hàn điểm	1	MTT-25M	25.0	
	<b>Buồng nạp điện</b>				
67	Tủ để nạp ắc quy	1	ΠΥ-022	-	
68	Giá đỡ thiết bị	1	ΠΥ-001	-	
69	Chỉnh lưu sê-lê-nium	1	BCA-BM	0.6	

## LỜI NÓI ĐẦU.

CHƯƠNG I.	GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NHÀ MÁY .....	8
1.1	Loại ngành nghề, quy mô và năng lực của nhà máy. ....	8
1.1.1	Loại ngành nghề. ....	8
1.1.2	Quy mô, năng lực của nhà máy. ....	8
1.2	Giới thiệu phụ tải điện của toàn nhà máy. ....	8
1.3	Những yêu cầu khi thiết kế cung cấp điện của nhà máy. ....	9
1.3.1	Độ tin cậy cung cấp điện. ....	9
1.3.2	Chất lượng điện áp. ....	9
1.3.3	An toàn cung cấp điện. ....	9
1.3.4	Kinh tế. ....	9
1.4	Phạm vi đề tài. ....	9
CHƯƠNG II.	XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN. ....	10
2.1	Đặt vấn đề. ....	10
2.2	Các phương pháp xác định phụ tải tính toán. ....	10
2.2.1	Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu. ....	10
2.2.2	Xác định phụ tải tính toán theo hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải và công suất trung bình. ....	10
2.2.3	Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và độ lệch của đồ thị phụ tải khỏi giá trị trung bình. ....	11
2.2.4	Xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại $k_{\max}$ và công suất bình $P_{tb}$ (còn gọi là phương pháp số thiết bị hiệu quả $n_{hq}$ ). ....	11
2.2.5	Xác định phụ tải tính toán theo suất chi phí điện năng cho một đơn vị sản phẩm. ....	11
2.2.6	Xác định phụ tải tính toán theo suất trang bị điện cho một đơn vị sản phẩm. ....	11
2.3	Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng sửa chữa cơ khí. ....	11
2.3.1	Giới thiệu phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình $P_{tb}$ và hệ số cực đại $k_{\max}$ (còn gọi là phương pháp số thiết bị dùng điện hiệu quả). ....	12
2.3.2	Trình tự xác định phụ tải tính toán theo phương pháp $P_{tb}$ và $k_{\max}$ . ....	13
	Tên nhóm và thiết bị. ....	18
2.4	Xác định phụ tải tính toán cho các phân xưởng còn lại. ....	20
2.4.1	Phân xưởng tiện cơ khí. ....	20
2.4.2	Tương tự với các phân xưởng còn lại ta có bảng tổng kết. ....	21
2.5	Phụ tải tính toán của nhà máy. ....	23
2.6	Xác định tâm phụ tải và biểu đồ phụ tải. ....	23
2.6.1	Tâm phụ tải điện. ....	23
2.6.2	Biểu đồ phụ tải điện. ....	23
CHƯƠNG III.	THIẾT KẾ MẠNG CAO ÁP CỦA NHÀ MÁY .....	26
3.1	Đặt vấn đề. ....	26
3.2	Vạch các phương án cung cấp điện. ....	26

3.2.1 Phương án về các trạm biến áp phân xưởng. ....	26
3.2.2 Xác định vị trí các trạm biến áp phân xưởng. ....	29
3.2.3 Phương án cung cấp điện cho các trạm biến áp phân xưởng. ....	30
3.3 Tính toán kinh tế kỹ thuật, lựa chọn phương án hợp lý. ....	33
3.3.1 Phương án 1. ....	34
3.3.2 Phương án 2. ....	38
3.3.3 Phương án 3. ....	43
3.3.4 Phương án 4. ....	47
3.3.5 Tổng hợp chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các phương án. ....	50
3.4 Thiết kế chi tiết cho phương án được chọn. ....	51
3.4.1 Chọn dây dẫn từ TBATG về TPPTT. ....	51
3.4.2 Tính toán ngắn mạch và lựa chọn các thiết bị điện. ....	52
3.4.3 Lựa chọn và kiểm tra các thiết bị điện. ....	54
<b>CHƯƠNG IV. THIẾT KẾ MẠNG ĐIỆN HẠ ÁP CHO PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ. 64</b>	
4.1 Lựa chọn các thiết bị cho tủ phân phối. ....	64
4.1.1 Lựa chọn aptômat cho tủ phân phối. ....	64
4.1.2 Chọn cáp từ TBA B2 về tủ phân phối của phân xưởng. ....	65
4.1.3 Chọn cáp từ tủ phân phối đến các tủ động lực. ....	65
Bảng 4.2 - Kết quả chọn cáp từ TPP đến các TĐL. ....	66
4.2 Tính toán ngắn mạch phía hạ áp của phân xưởng sửa chữa cơ khí để kiểm tra cáp và aptômat. ....	66
4.2.1 Các thông số của sơ đồ thay thế. ....	67
4.3 Lựa chọn thiết bị trong các tủ động lực và dây dẫn đến các thiết bị của phân xưởng. ....	70

## ***LỜI NÓI ĐẦU.***

Trong công cuộc xây dựng đất nước hiện nay thì ngành công nghiệp điện luôn giữ một vai trò hết sức quan trọng, trở thành ngành không thể thiếu trong nền kinh tế quốc dân và thiết kế cung cấp điện là việc đầu tiên phải làm.

Khi các nhà máy và xí nghiệp không ngừng được xây dựng thì các hệ thống cung cấp điện cũng cần phải được thiết kế và xây dựng. Từ yêu cầu thực tế đó, cùng những kiến thức đã được học, em đã nhận được bài tập lớn : ***Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho nhà máy cơ khí công nghiệp địa phương.***

Cùng với sự nỗ lực của bản thân và sự giúp đỡ tận tình của thầy ***Bạch Quốc Khánh***, em đã hoàn thành xong bài tập yêu cầu.

Trong quá trình thiết kế không tránh khỏi những sai sót mặc dầu đã rất cố gắng nhưng không thể tránh được những khiếm khuyết, mong các thầy cô giáo góp ý thêm.

Em xin gửi đến thầy ***Bạch Quốc Khánh*** cùng các thầy cô giáo trong bộ môn Hệ Thống Điện lời cảm ơn chân thành nhất

Hà Nội , ngày    tháng    năm 20

Sinh viên

## CHƯƠNG I. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NHÀ MÁY

### 1.1 Loại ngành nghề, quy mô và năng lực của nhà máy.

#### 1.1.1 Loại ngành nghề.

Sản phẩm của nhà máy là sản phẩm yêu cầu độ chính xác gần như tuyệt đối. Nó mang một ý nghĩa rất quan trọng đối với tất cả mọi người. Tuy đây không phải là một ngành công nghiệp mũi nhọn của nước ta nhưng nó đáp ứng nhu cầu thiết yếu của nhân dân, đồng thời góp phần không nhỏ trong nền kinh tế quốc dân.

Trong thời kỳ công nghiệp hoá, hiện đại hoá, các dây truyền sản xuất của ngành sản xuất đồng hồ được trang bị chủ yếu là máy móc hiện đại và được tự động hoá cao. Để đảm bảo cho chất lượng cũng như số lượng sản phẩm của nhà máy, đòi hỏi phải có nguồn cung cấp điện tin cậy cho chúng.

#### 1.1.2 Quy mô, năng lực của nhà máy.

Nhà máy trong đề tài nghiên cứu có quy mô khá lớn, gồm có 9 phân xưởng với các phụ tải điện như sau:

Số trên mặt bằng	Tên phân xưởng	Công suất đặt (kW)	Diện tích (m <sup>2</sup> )
1	Phân xưởng cơ khí	1800	3375
2	Phân xưởng dập	1500	3375
3	Phân xưởng lắp ráp số 1	1000	5456
4	Phân xưởng lắp ráp số 2	1200	5850
5	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	Theo tính toán	2250
6	Phòng thí nghiệm trung tâm	200	3375
7	Phòng thực nghiệm	500	3940
8	Trạm bơm	150	1688
9	Phòng thiết kế	100	4387

Dự kiến trong tương lai nhà máy còn được mở rộng và được thay thế, lắp đặt thêm các thiết bị máy móc hiện đại hơn. Do đó, việc thiết kế cấp điện phải đảm bảo sự gia tăng phụ tải trong tương lai về mặt kinh tế và kỹ thuật, phải đề ra phương pháp cấp điện sao cho không gây quá tải sau vài năm sản xuất cũng như không để quá dư thừa dung lượng mà sau nhiều năm nhà máy vẫn không khai thác hết công suất dự trữ dẫn đến lãng phí.

### 1.2 Giới thiệu phụ tải điện của toàn nhà máy.

Phụ tải điện của toàn nhà máy có thể phân ra làm hai loại phụ tải:

- Phụ tải động lực
- Phụ tải chiếu sáng

Phụ tải động lực và phụ tải chiếu sáng thường làm việc ở chế độ dài hạn, điện áp yêu cầu trực tiếp tới thiết bị là 380/220 (V) ở tần số công nghiệp  $f=50(\text{Hz})$ .



### **1.3 Những yêu cầu khi thiết kế cung cấp điện của nhà máy.**

#### **1.3.1 Độ tin cậy cung cấp điện.**

Độ tin cậy cung cấp điện tùy thuộc vào hệ tiêu thụ loại nào (loại 1, 2, hay 3). Trong điều kiện cho phép, người ta cố gắng chọn phương án cung cấp điện có độ tin cậy càng cao càng tốt.

#### **1.3.2 Chất lượng điện áp.**

Chất lượng điện được đánh giá bằng hai chỉ tiêu là tần số và điện áp. Chỉ tiêu tần số do cơ quan điều khiển hệ thống điều chỉnh. Chỉ có những hệ tiêu thụ lớn (hàng chục MW trở lên) mới phải quan tâm đến chế độ vận hành của mình sao cho hợp lý để góp phần ổn định tần số của hệ thống điện.

Nói chung, điện áp ở lưới trung áp và hạ áp cho phép dao động quanh giá trị  $\pm 5\%$  điện áp định mức. Đối với những phụ tải có yêu cầu cao về chất lượng điện áp như nhà máy hoá chất điện tử, cơ khí chính xác... điện áp chỉ cho phép dao động trong khoảng  $\pm 2,5\%$ .

#### **1.3.3 An toàn cung cấp điện.**

Hệ thống cung cấp điện phải được vận hành an toàn đối với người và thiết bị. Do đó, sơ đồ cung cấp điện phải hợp lý, rõ ràng, mạch lạc để tránh nhầm lẫn trong vận hành và các thiết bị điện phải được chọn đúng chủng loại và đúng công suất.

Công tác xây dựng, lắp đặt và việc vận hành quản lý hệ thống cung cấp điện ảnh hưởng lớn đến độ an toàn cung cấp điện.

Do đó, người sử dụng phải tuyệt đối chấp hành nhưng quy định về an toàn sử dụng điện.

#### **1.3.4 Kinh tế**

Khi đánh giá so sánh các phương án cung cấp điện, chỉ tiêu kinh tế chỉ được xét đến khi các chỉ tiêu kỹ thuật nêu trên được đảm bảo. Chỉ tiêu kinh tế được đánh giá thông qua tổng vốn đầu tư, chi phí vận hành và thời gian thu hồi vốn đầu tư.

Việc đánh giá chỉ tiêu kinh tế phải thông qua tính toán và so sánh tỷ mỉ giữa các phương án, từ đó mới có thể đưa ra được phương án thích hợp nhất.

### **1.4 Phạm vi đề tài.**

Đây là một đề tài thiết kế môn học, do thời gian có hạn, mà việc tính toán chính xác tỷ mỉ cho công trình là một khối lượng lớn, đòi hỏi phải có thời gian dài, do đó, em chỉ tính toán tập trung vào những hạng mục cơ bản của công trình.

## CHƯƠNG II. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

### 2.1 Đặt vấn đề.

Phụ tải tính toán là phụ tải giả thiết lâu dài không đổi, tương đương với phụ tải thực tế (biến đổi) về mặt hiệu ứng nhiệt lớn nhất. Nói cách khác, phụ tải tính toán cũng làm nóng dây dẫn lên tới nhiệt độ bằng nhiệt độ lớn nhất do phụ tải thực tế gây ra.

Phụ tải tính toán là số liệu đầu vào quan trọng nhất của bài toán quy hoạch, thiết kế, vận hành hệ thống cung cấp điện. Việc xác định sai phụ tải tính toán có thể làm cho kết quả của bài toán vô nghĩa. Ví dụ: Nếu phụ tải tính toán xác định được quá lớn so với thực tế thì hệ thống cung cấp điện được thiết kế sẽ dư thừa công suất dẫn tới lãng phí và ứ đọng vốn đầu tư, thậm chí còn làm gia tăng tổn thất trong hệ thống. Ngược lại, nếu phụ tải tính toán xác định được quá nhỏ so với thực tế thì hệ thống cung cấp điện sẽ không đáp ứng được yêu cầu điện năng của phụ tải dẫn tới sự cố trong hệ thống và làm giảm tuổi thọ. Chính vì vậy hiện nay có rất nhiều nghiên cứu nhằm lựa chọn phương pháp tính phụ tải tính toán thích hợp nhưng chưa có phương pháp nào hoàn thiện. Những phương pháp đơn giản cho kết quả kém tin cậy. Ngược lại, các phương pháp cho kết quả chính xác thường đòi hỏi nhiều thông tin về phụ tải, khối lượng tính toán lớn, phức tạp và không áp dụng được trong thực tế. Vì vậy nhiệm vụ của người thiết kế là phải lựa chọn phương pháp xác định phụ tải thích hợp với điều kiện tính toán có được cũng như độ tin cậy của kết quả cuối cùng.

### 2.2 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán.

Hiện nay có nhiều phương pháp để tính phụ tải tính toán. Những phương pháp đơn giản, tính toán thuận tiện thì kết quả không thật chính xác. Ngược lại, nếu độ chính xác được nâng cao thì phương pháp tính phức tạp. Vì vậy, tùy theo giai đoạn thiết kế, tùy theo yêu cầu cụ thể mà chọn phương pháp tính cho thích hợp.

Sau đây là một số phương pháp xác định phụ tải tính toán thường dùng nhất.

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

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

Trong đó:

$k_{nc}$ : Hệ số nhu cầu của thiết bị, tra trong sổ tay kỹ thuật.

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

#### 2.2.2 Xác định phụ tải tính toán theo hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải và công suất trung bình.

$$P_{tt} = k_{hd} \cdot P_{tb}$$

Trong đó:

$k_{hd}$ : Hệ số hình dáng của phụ tải (tra sổ tay)

$P_{tb}$ : Công suất trung bình của một thiết bị hoặc nhóm thiết bị:

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

### 2.2.3 Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và độ lệch của đồ thị phụ tải khỏi giá trị trung bình.

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

Trong đó:

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

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

$\beta$ : Hệ số tán xạ của  $\sigma$

### 2.2.4 Xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại $k_{max}$ và công suất bình $P_{tb}$ (còn gọi là phương pháp số thiết bị hiệu quả $n_{hq}$ )

$$P_{tt} = k_{max} \cdot P_{tb} = k_{max} \cdot k_{sd} \cdot P_{dd}$$

Trong đó:

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

$P_{dd}$ : Công suất danh định của một hoặc nhóm thiết bị (kW)

$k_{sd}$ : Hệ số sử dụng của một hoặc một nhóm thiết bị

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

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

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

### 2.2.5 Xác định phụ tải tính toán theo suất chi phí điện năng cho một đơn vị sản phẩm.

$$P_{tt} = \frac{a_0 \cdot M}{T_{max}}$$

Trong đó:

$a_0$ : Suất chi phí điện năng cho một đơn vị sản phẩm (kWh/đvsp).

$M$ : Số sản phẩm sản xuất ra trong năm

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

### 2.2.6 Xác định phụ tải tính toán theo suất trang bị điện cho một đơn vị sản phẩm.

$$P_{tt} = p_0 \cdot S$$

Trong đó:

$p_0$ : Suất trang bị điện cho một đơn vị diện tích [ $W/m^2$ ]

$S$ : Diện tích đặt thiết bị ( $m^2$ )

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

Phân xưởng sửa chữa cơ khí là phân xưởng số 5 trong sơ đồ mặt bằng nhà máy, có diện tích bố trí thiết bị là  $2250m^2$ . Trong đó có 69 thiết bị, công suất của các thiết bị rất khác nhau: công suất lớn nhất là 25 kW, công suất nhỏ nhất là 0,6 kW. Phần lớn các thiết bị có chế độ làm việc dài hạn, chỉ có máy biến áp hàn có chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại. Những đặc điểm này cần được

quan tâm khi phân nhóm phụ tải, xác định phụ tải tính toán và lựa chọn phương án thiết kế cung cấp điện cho phân xưởng.

### 2.3.1 Giới thiệu phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình $P_{tb}$ và hệ số cực đại $k_{max}$ (còn gọi là phương pháp số thiết bị dùng điện hiệu quả).

- Công thức tính:

$$P_{tt} = k_{max} \cdot P_{tb} = k_{max} \cdot k_{sd} \cdot P_{dd}$$

Trong đó:

- $k_{sd}$ : Hệ số sử dụng của một hoặc một nhóm thiết bị.

Nếu  $k_{sd}$  của các nhóm sai khác nhiều thì ta sử dụng  $K_{tb}$ :

$$K_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{sdi} \cdot P_{dmi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

- $k_{max}$ : Hệ số cực đại của thiết bị hoặc nhóm thiết bị được tra trong sổ tay kỹ thuật theo quan hệ:  $k_{max} = f(n_{hq}, k_{sd})$

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

$$n_{hq} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}^2} \quad (\text{làm tròn số})$$

- Khi số thiết bị nhóm  $n > 4$  cho phép sử dụng các phương pháp gần đúng sau để xác định  $n_{hq}$  với sai số cho phép  $\pm 10\%$ :

+ Khi  $m = \frac{P_{ddmax}}{P_{ddmin}} \leq 3$  và  $k_{sd} \geq 0,4$  thì  $n_{hq} = n$ .

$P_{ddmax}$ : Công suất danh định của thiết bị có công suất lớn nhất

$P_{ddmin}$ : Công suất danh định của thiết bị có công suất nhỏ nhất.

Nếu trong  $n$  thiết bị có tồn tại  $n_1$  thiết bị mà  $\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi} = 5\% \sum_{i=1}^n P_{dmi}$  thì  $n_{hq} = n - n_1$ .

+ Khi  $m = \frac{P_{ddmax}}{P_{ddmin}} > 3$  và  $k_{sd} \geq 0,2$  thì:

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

+ Khi không áp dụng được 2 trường hợp trên ( $k_{sd} < 0,2$  hoặc  $m \leq 3$  và  $k_{sd} < 0,4$ ) thì việc xác định  $n_{hq}$  được tiến hành qua các bước sau:

- Bước 1: Tìm tổng số thiết bị trong nhóm  $n$  và số thiết bị có công suất không nhỏ hơn một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm  $n_2$ .

- Bước 2: Tính :  $P = \sum_{i=1}^n P_{dmi}$ ;  $P_2 = \sum_{i=1}^{n^2} P_{dmi}$
- Bước 3: Tính :  $n_* = n_2/n$ ;  $P_* = P_2/P$
- Bước 4: Tra sổ tay tìm  $n_{hq*} = f(n_*, P_*)$
- Bước 5 : Tìm  $n_{hq} = n_{hq*} \cdot n$

### 2.3.2 Trình tự xác định phụ tải tính toán theo phương pháp $P_{tb}$ và $k_{max}$ .

#### 1. Phân nhóm phụ tải.

- Trong mỗi phân xưởng thường có nhiều thiết bị có công suất và chế độ làm việc rất khác nhau. Muốn xác định phụ tải tính toán được chính xác cần phải phân nhóm thiết bị điện. Việc phân nhóm thiết bị điện cần tuân theo các nguyên tắc sau:

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

+ Chế độ làm việc của các thiết bị trong cùng một nhóm nên giống nhau để việc xác định PTTT được chính xác hơn và thuận lợi hơn cho việc lựa chọn phương thức cung cấp điện cho nhóm.

+ Tổng công suất của các thiết bị trong nhóm nên xấp xỉ nhau để giảm chủng loại tủ động lực cần dùng cho phân xưởng và toàn nhà máy. Số thiết bị trong một nhóm không nên quá nhiều bởi số đầu ra của các tủ động lực thường nhỏ hơn 12.

Tuy nhiên thường thì khó thỏa mãn cùng một lúc cả 3 nguyên tắc trên, do vậy người thiết kế cần phải lựa chọn cách phân nhóm sao cho hợp lý nhất.

Dựa theo nguyên tắc phân nhóm phụ tải điện đã nêu ở trên và căn cứ vào vị trí, công suất của 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: Tổng hợp kết quả phân nhóm phụ tải điện**

TT	Tên nhóm và Tên thiết bị	Ký hiệu trên mặt bằng	Số lượng	Công suất đặt (kW)	Ghi chú
	<u>Nhóm 1</u>				
1	Máy ca kiểu đai	1	1	1	
2	Khoan bàn	3	1	0,65	
3	Máy mài thô	5	1	2,8	
4	Máy khoan đứng	6	1	2,8	
5	Máy bào ngang	7	1	4,5	
6	Máy xọc	8	1	2,8	
7	Máy tiện ren	12	1	8,1	

8	Máy tiện ren	13	1	10	
9	Máy tiện ren	14	1	14	
	<b>Cộng theo nhóm 1</b>		<b>9</b>	<b>46,65</b>	
	<u>Nhóm 2</u>				
10	Máy khoan bàn	22	1	0,85	
11	Bể dầu có tăng nhiệt	26	1	2,5	
12	Máy cạo	27	1	1	
13	Máy mài thô	30	1	2,8	
14	Máy nén cắt liên hợp	31	1	1,7	
15	Máy mài phá	33	1	2,8	
16	Quạt lò rèn	34	1	1,5	
17	Máy khoan đứng	38	1	0,85	
	<b>Cộng theo nhóm 2</b>		<b>8</b>	<b>26,1</b>	
	<u>Nhóm 3</u>				
18	Bể khử dầu mỡ	55	1	3	
19	Lò điện để luyện khuôn	56	1	5	
20	Lò điện để nấu chảy babít	57	1	10	
21	Lò điện để mạ thiếc	58	1	3,5	
22	Quạt lò đúc đồng	60	1	1,5	
23	Máy khoan bàn	62	1	0,65	
24	Máy uốn các tấm mỏng	64	1	1,7	
25	Máy mài phá	65	1	2,8	
26	Máy hàn điểm	66	1	25(12,5)	Ngắn hạn lặp lại
	<b>Cộng theo nhóm 3</b>		<b>9</b>	<b>40,65</b>	
	<u>Nhóm 4</u>				
27	Cầu trục	19	1	24,2(12,1)	Ngắn hạn lặp lại
28	Máy khoan bàn	22	1	0,85	
29	Bể dầu có tăng nhiệt	26	1	2,5	
30	Máy cạo	27	1	1	
31	Máy mài thô	30	1	2,8	
32	Máy nén cắt liên hợp	31	1	1,7	
33	Máy mài phá	33	1	2,8	

34	Quạt lò rèn	34	1	1,5	
35	Máy khoan đứng	38	1	0,85	
	<b>Cộng theo nhóm 4</b>		<b>9</b>	<b>26,1</b>	
	<b>Nhóm 5</b>				
36	Bể ngâm dung dịch kiềm	41	1	3	
37	Bể ngâm nước nóng	42	1	3	
38	Máy cuộn dây	46	1	1,2	
39	Máy cuộn dây	47	1	1	
40	Bể ngâm tấm có tăng nhiệt	48	1	3	
41	Tủ sấy	49	1	3	
42	Máy khoan bàn	50	1	0,65	
43	Máy mài thô	52	1	2,5	
44	Bàn thử thiết bị điện	53	1	7	
45	Chỉnh lưu sê-lê-nium	69	1	0,6	
	<b>Cộng theo nhóm 5</b>		<b>10</b>	<b>24,95</b>	

## 2. Xác định phụ tải tính toán của các nhóm phụ tải:

Với phân xưởng sửa chữa cơ khí ta dùng phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại.

Các giá trị  $k_{sd}$ ,  $\cos\varphi$ ,  $n_{hq}$  và  $k_{max}$  tra ở phụ lục PL1.1, PL 1.5, PL 1.6.

Với phân xưởng sửa chữa cơ khí, tra được  $k_{sd}=0,16$  và  $\cos\varphi=0,6$

### a. Nhóm 1:

**Bảng 2.2: Danh sách các thiết bị thuộc nhóm 1.**

STT	Tên thiết bị	Kí hiệu trên mặt bằng	Số lượng	Công suất đặt (kW)
1	Máy ca kiểu đai	1	1	1
2	Khoan bàn	3	1	0,65
3	Máy mài thô	5	1	2,8
4	Máy khoan đứng	6	1	2,8
5	Máy bào ngang	7	1	4,5
6	Máy xọc	8	1	2,8
7	Máy tiện ren	12	1	8,1
8	Máy tiện ren	13	1	10

9	Máy tiện ren	14	1	14
<b>Tổng</b>			<b>9</b>	<b>46,65</b>

Số thiết bị trong nhóm :  $n = 9$

Tổng công suất  $P_d = 46,65 \text{ kW}$

Công suất của thiết bị có công suất lớn nhất :  $P_{dm\max} = 14 \text{ kW}$

- Tra bảng PLI-1 thiết kế cấp điện ta có :

$$k_{sd} = 0,16$$

$$\cos\varphi = 0,6 \Rightarrow \tan\varphi = 1,33$$

- Tính m:

$$m = P_{dm\max}/P_{dm\min} = 14/0,65 = 21,54$$

- Vì  $m = 21,54 > 3$  ;  $k_{sd} = 0,16 < 0,2$  nên ta phải xác định số thiết bị sử dụng điện hiệu quả theo trình tự như sau :

+ Tính  $n_1$  ( là số thiết bị có công suất lớn hơn hay bằng 1/2 công suất của thiết bị có công suất lớn nhất ):

Theo bảng phân nhóm ta được  $n_1 = 3$

+ Tính  $P_1$ :

$$P_1 = \sum_1^{n_1} P_{dmi}$$

Trong đó:  $P_1$ : tổng công suất định mức của  $n_1$  thiết bị .

$P_{dmi}$ : công suất định mức của  $n_1$  thiết bị.

Thay số vào công thức trên ta được:

$$P_1 = \sum_1^{n_1} P_{dmi} = 8,1 + 10 + 14 = 32,1 \text{ kW}$$

- Xác định  $n^*$  và  $P^*$

$$n^* = \frac{n_1}{n}; P^* = \frac{P_1}{P_\Sigma}$$

Thay số vào công thức trên ta được:

$$n^* = \frac{3}{9} = 0,33; p^* = \frac{32,1}{46,65} = 0,69$$



- Từ các giá trị  $n^* = 0,33$  ;  $P^* = 0,69$  tra bảng 3-3 trang 32 “ Giáo trình cung cấp điện I” được  $n_{hq}^* = 0,64$
- Tính số thiết bị sử dụng điện hiệu quả :

$$n_{hq} = n.n_{hq}^* = 9.0,64 = 5,76 \approx 6$$

\*Từ  $k_{sd} = 0,16$  và  $n_{hq} = 6$  tra bảng [ PL.1.5 Cung cấp điện ] ta được  $k_{max} = 2,64$

- Tính phụ tải tính toán của nhóm I:

$$P_{ttI} = k_{max}.k_{sd}.\sum_{i=1}^9 P_{dmi} = 2,64.0,16.46,65 = 19,705(kW)$$

$$Q_{ttI} = P_{ttI}.\tan\varphi = 19,705.1,33 = 26,21(kVAr)$$

$$S_{ttI} = \sqrt{P_{ttI}^2 + Q_{ttI}^2} = \sqrt{19,705^2 + 26,21^2} = 32,789(kVA)$$

$$I_{ttI} = \frac{S_{ttI}}{\sqrt{3}.U} = \frac{32,789}{\sqrt{3}.0,38} = 49,82(A)$$

**b. Tính phụ tải tính toán cho các nhóm còn lại (2-3-4-5):**

Bằng phương pháp và cách tính giống như với nhóm I ta được các kết quả ghi trong bảng 2.3

**Bảng 2.3:    Bảng phụ tải điện phân xưởng sửa chữa cơ khí.**

Tên nhóm và thiết bị	Số lượng	Kí hiệu	Công suất đặt $P_{dm}(kW)$	Hệ số sử dụng $K_{sd}$	$\cos\varphi$ $Tg\varphi$	Số TB hiệu quả $n_{hq}$	Hệ số cực đại $K_{max}$	$I_{dm}$ (A)	Phụ tải tính toán			
									$P_{tt}$ (kW)	$Q_{tt}$ (kVAr)	$S_{tt}$ (kVA)	$I_{tt}$ (A)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<u>Nhóm 1</u>												
Máy cưa kiểu đai	1	1	1	0,16	0,6/1,33			2,53				
Khoan bàn	1	3	0,65	0,16	0,6/1,33			1,65				
Máy mài thô	1	5	2,8	0,16	0,6/1,33			7,09				
Máy khoan đứng	1	6	2,8	0,16	0,6/1,33			7,09				
Máy bào ngang	1	7	4,5	0,16	0,6/1,33			11,40				
Máy xọc	1	8	2,8	0,16	0,6/1,33			7,09				
Máy tiện ren	1	12	8,1	0,16	0,6/1,33			20,51				
Máy tiện ren	1	13	10	0,16	0,6/1,33			25,32				
Máy tiện ren	1	14	14	0,16	0,6/1,33			35,45				
<b>Kết quả tính toán nhóm 1</b>	<b>9</b>		<b>46,65</b>			<b>6</b>	<b>2,64</b>	<b>118,13</b>	<b>19,705</b>	<b>26,21</b>	<b>32,789</b>	<b>49,82</b>
<u>Nhóm 2</u>												
Cầu trục	1	19	12,1	0,16	0,6/1,33			30,64				
Máy khoan bàn	1	22	0,85	0,16	0,6/1,33			2,15				
Bể dầu có tăng nhiệt	1	26	2,5	0,16	0,6/1,33			6,33				
Máy cạo	1	27	1	0,16	0,6/1,33			2,53				
Máy mài thô	1	30	2,8	0,16	0,6/1,33			7,09				
Máy nén cắt liên hợp	1	31	1,7	0,16	0,6/1,33			4,30				
Máy mài phá	1	33	2,8	0,16	0,6/1,33			7,09				
Quạt lò rèn	1	34	1,5	0,16	0,6/1,33			3,80				
Máy khoan đứng	1	38	0,85	0,16	0,6/1,33			2,15				
<b>Kết quả tính toán nhóm 2</b>	<b>9</b>		<b>26,1</b>			<b>4</b>	<b>3,11</b>	<b>66,09</b>	<b>12,987</b>	<b>17,27</b>	<b>21,611</b>	<b>32,83</b>
<u>Nhóm 3</u>												
Bể khử dầu mỡ	1	55	3	0,16	0,6/1,33			7,60				
Lò điện để luyện khuôn	1	56	5	0,16	0,6/1,33			12,66				

Lò điện để nấu chảy babít	1	57	10	0,16	0,6/1,33			25,32				
Lò điện để mạ thiếc	1	58	3,5	0,16	0,6/1,33			8,86				
Quạt lò đúc đồng	1	60	1,5	0,16	0,6/1,33			3,80				
Máy khoan bàn	1	62	0,65	0,16	0,6/1,33			1,65				
Máy uống các tấm mỏng	1	64	1,7	0,16	0,6/1,33			4,30				
Máy mài phá	1	65	2,8	0,16	0,6/1,33			7,09				
Máy hàn điểm	1	66	12,5	0,16	0,6/1,33			31,65				
<b>Kết quả tính toán nhóm 3</b>	<b>9</b>		<b>40,65</b>			<b>5</b>	<b>2,87</b>	<b>102,94</b>	<b>18,666</b>	<b>24,83</b>	<b>31,061</b>	<b>47,19</b>
<b>Nhóm 4</b>												
Máy mài tròn vạn năng	1	9	2,8	0,16	0,6/1,33			7,09				
Máy phay răng	1	10	4,5	0,16	0,6/1,33			11,40				
Máy phay vạn năng	1	11	7	0,16	0,6/1,33			17,73				
Máy tiện ren	1	15	4,5	0,16	0,6/1,33			11,40				
Máy tiện ren	1	16	10	0,16	0,6/1,33			25,32				
Máy tiện ren	1	17	20	0,16	0,6/1,33			50,64				
Máy khoan đứng	1	18	0,85	0,16	0,6/1,33			2,15				
<b>Kết quả tính toán nhóm 4</b>	<b>7</b>		<b>49,65</b>			<b>5</b>	<b>2,87</b>	<b>125,73</b>	<b>22,799</b>	<b>30,32</b>	<b>37,938</b>	<b>57,64</b>
<b>Nhóm 5</b>												
Bể ngâm dung dịch kiềm	1	41	3	0,16	0,6/1,33			7,60				
Bể ngâm nớc nóng	1	42	3					7,60				
Máy cuộn dây	1	46	1,2	0,16	0,6/1,33			3,04				
Máy cuộn dây	1	47	1	0,16	0,6/1,33			2,53				
Bể ngâm tấm có tăng nhiệt	1	48	3	0,16	0,6/1,33			7,60				
Tủ sấy	1	49	3	0,16	0,6/1,33			7,60				
Máy khoan bàn	1	50	0,65	0,16	0,6/1,33			1,65				
Máy mài thô	1	52	2,5	0,16	0,6/1,33			6,33				
Bàn thử thiết bị điện	1	53	7	0,16	0,6/1,33			17,73				
Chỉnh lưu sê-lê-nium	1	69	0,6	0,16	0,6/1,33			1,52				
<b>Kết quả tính toán nhóm 5</b>	<b>10</b>		<b>24,95</b>			<b>7</b>	<b>2,48</b>	<b>63,18</b>	<b>9,900</b>	<b>13,17</b>	<b>16,474</b>	<b>25,03</b>

**3. Tính toán phụ tải chiếu sáng của phân xưởng sửa chữa cơ khí.**

- Phụ tải chiếu sáng của phân xưởng sửa chữa cơ khí xác định theo phương pháp suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích:

$$P_{cs} = p_0 \cdot F$$

- Nếu phân xưởng dùng đèn sợi đốt để chiếu sáng, tra PL1.2 tìm được  $p_0 = 13 (W/m^2)$ .

- Phụ tải chiếu sáng của phân xưởng:

$$P_{cs} = p_0 \cdot F = 13 \cdot 2250 = 29,25 (kW)$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \tan \varphi = 0 (\text{do } \cos \varphi_{cs} = 1)$$

**4. Phụ tải tính toán của toàn phân xưởng.**

- Phụ tải tác dụng của phân xưởng:

$$P_{px} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^5 P_{dmi} = 0,85 \cdot (19,705 + 22,799 + 12,987 + 9,9 + 18,666) \\ = 72,91 (kW)$$

- Phụ tải phản kháng của phân xưởng:

$$Q_{px} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^5 Q_{dmi} = 0,85 \cdot (26,208 + 30,323 + 17,273 + 13,167 + 24,826) \\ = 96,98 (kVAr)$$

- Phụ tải toàn phần của phân xưởng:

$$S_{tt} = \sqrt{(P_{px} + P_{cs})^2 + Q_{px}^2} = \sqrt{(72,91 + 29,25)^2 + 96,98^2} = 140,86 (kVA)$$

- $I_{ttx} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{140,86}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 214,02 (A)$

- $\cos \varphi_{px} = \frac{P_{ttx}}{S_{ttx}} = \frac{72,91 + 29,25}{142,50} = 0,72$

**2.4 Xác định phụ tải tính toán cho các phân xưởng còn lại.****2.4.1 Phân xưởng tiện cơ khí.**

- Công suất đặt:  $P_d = 1800 (kW)$

- Diện tích phân xưởng:  $S = 3375 (m^2)$

- Tra PL 1.3 được  $k_{nc} = 0,3$ ;  $\cos \varphi = 0,6$

- Tra PL 1.7 được  $p_0 = 15 (W/m^2)$ , ở đây sử dụng đèn sợi đốt có  $\cos \varphi_{cs} = 1$ ;  $\tan \varphi_{cs} = 0$ .

- Công suất tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_d = 0,3 \cdot 1800 = 540 (kW)$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \tan \varphi = 540 \cdot 1,33 = 718,20 (kVAr)$$

- Công suất tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_0 \cdot S = 15 \cdot 3375 = 50,62 (kW)$$

$$Q_{cs} = 0$$

- Công suất tính toán của phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 540 + 50,62 = 590,62 (kW)$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 718,20 (kVAr)$$

- Công suất toàn phần của phân xưởng:

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{590,62^2 + 718,20^2} = 929,86(\text{kVA})$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{929,86}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1412,78(\text{A})$$

**2.4.2 Tương tự với các phân xưởng còn lại ta có bảng tổng kết.**

**Bảng 2.4: Phụ tải tính toán của các phân xưởng**

TT	Tên phân xưởng	$P_d$ (kW)	$k_{nc}$	$\cos\varphi$	$p_0$ (W/m <sup>2</sup> )	$P_{dl}$ (kW)	$P_{cs}$ (kW)	$P_{tt}$ (kW)	$Q_{tt}$ (kVAr)	$S_{tt}$ (kVA)
1	Phân xưởng tiện cơ khí	1800	0.3	0.6	15	540	50.62	590.62	718.20	929.86
2	Phân xưởng dập	1500	0.5	0.7	15	750	50.62	800.62	765.00	1107.34
3	Phân xưởng lắp ráp số 1	1000	0.3	0.6	13	270	70.93	340.93	359.10	495.16
4	Phân xưởng lắp ráp số 2	1200	0.3	0.6	13	300	76.05	376.05	399.00	548.28
5	Phân xưởng sửa chữa cơ khí				13	72.91	29.25	102.16	96.98	140.86
6	Phòng thí nghiệm trung tâm	200	0.7	0.8	20	112	67.50	179.50	125.85	219.22
7	Phòng thực nghiệm	500	0.7	0.7	15	350	59.10	409.10	357	542.96
8	Trạm bơm	150	0.6	0.7	10	72	16.88	88.88	73.44	115.29
9	Phòng thiết kế	100	0.7	0.8	20	70	65.80	135.80	93.29	164.75
	<b>Tổng</b>							<b>3023.66</b>	<b>2987.86</b>	

## 2.5 Phụ tải tính toán của nhà máy.

- Chọn hệ số đồng thời  $k_{dt} = 0,8$ .
- Phụ tải tác dụng của nhà máy:

$$P_{ttnm} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n P_{tti} = 0,8 \cdot 3023,66 = 2418,93 \text{ (kW)}$$

- Phụ tải phản kháng của nhà máy:

$$Q_{ttnm} = k_{dt} \sum_{i=1}^n Q_{tti} = 0,8 \cdot 2987,86 = 2390,29 \text{ (kVAr)}$$

- Phụ tải toàn phần của nhà máy:

$$S_{ttnm} = \sqrt{P_{ttnm}^2 + Q_{ttnm}^2} = \sqrt{2418,93^2 + 2390,29^2} = 3400,69 \text{ (kVA)}$$

- Hệ số công suất toàn nhà máy:

$$\cos\varphi_{nm} = \frac{P_{ttnm}}{Q_{ttnm}} = \frac{2418,93}{3400,69} = 0,71$$

## 2.6 Xác định tâm phụ tải và biểu đồ phụ tải.

### 2.6.1 Tâm phụ tải điện.

- Tâm phụ tải điện là điểm quy ước nào đó sao cho mô men phụ tải  $\sum P_i \cdot l_i$  đạt giá trị cực tiểu.

Trong đó:

$P_i$  : Công suất của phụ tải thứ  $i$ .

$L_i$  : Khoảng cách của phụ tải thứ  $i$  đến tâm phụ tải.

- Tọa độ tâm phụ tải  $M(x_0, y_0, z_0)$  được xác định như sau:

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

Trong đó:

$S_i$  : Công suất toàn phần của phụ tải thứ  $i$ .

$(x_i, y_i, z_i)$  : Tọa độ của phụ tải thứ  $i$  tính theo một hệ trục tọa độ tùy ý chọn.

- Trong thực tế thường ta ít quan tâm đến tọa độ  $z$  nên ta chỉ xác định tọa độ  $x$  và  $y$  của tâm phụ tải.
- Tâm phụ tải là điểm tốt nhất để đặt các trạm biến áp, tủ phân phối và tủ động lực nhằm giảm vốn đầu tư và tổn thất trên đường dây.

### 2.6.2 Biểu đồ phụ tải điện.

- Biểu đồ phụ tải điện là một vòng tròn vẽ trên mặt phẳng, có tâm trùng với tâm phụ tải điện, có diện tích tương ứng với công suất của phụ tải tính theo tỉ lệ xích nào đó.
- Biểu đồ phụ tải điện cho phép người thiết kế hình dung được sự phân bố phụ tải trong phạm vi khu vực cần thiết kế, từ đó có cơ sở để lập các phương án cung cấp điện.

- Biểu đồ phụ tải điện gồm hai phần: Phần phụ tải động lực (phần hình quạt gạch chéo) và phần phụ tải chiếu sáng (phần hình quạt để trắng).
- Để vẽ được biểu đồ phụ tải cho các phân xưởng, ta coi phụ tải của các phân xưởng phân bố đều theo diện tích phân xưởng nên tâm phụ tải có thể lấy trùng với tâm hình học của phân xưởng trên mặt bằng.
- Bán kính vòng tròn phụ tải của phụ tải thứ i được xác định qua biểu thức:

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

Trong đó:

m là tỉ lệ xích, ở đây chọn  $m = 6 \text{ (kVA/mm}^2\text{)}$

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

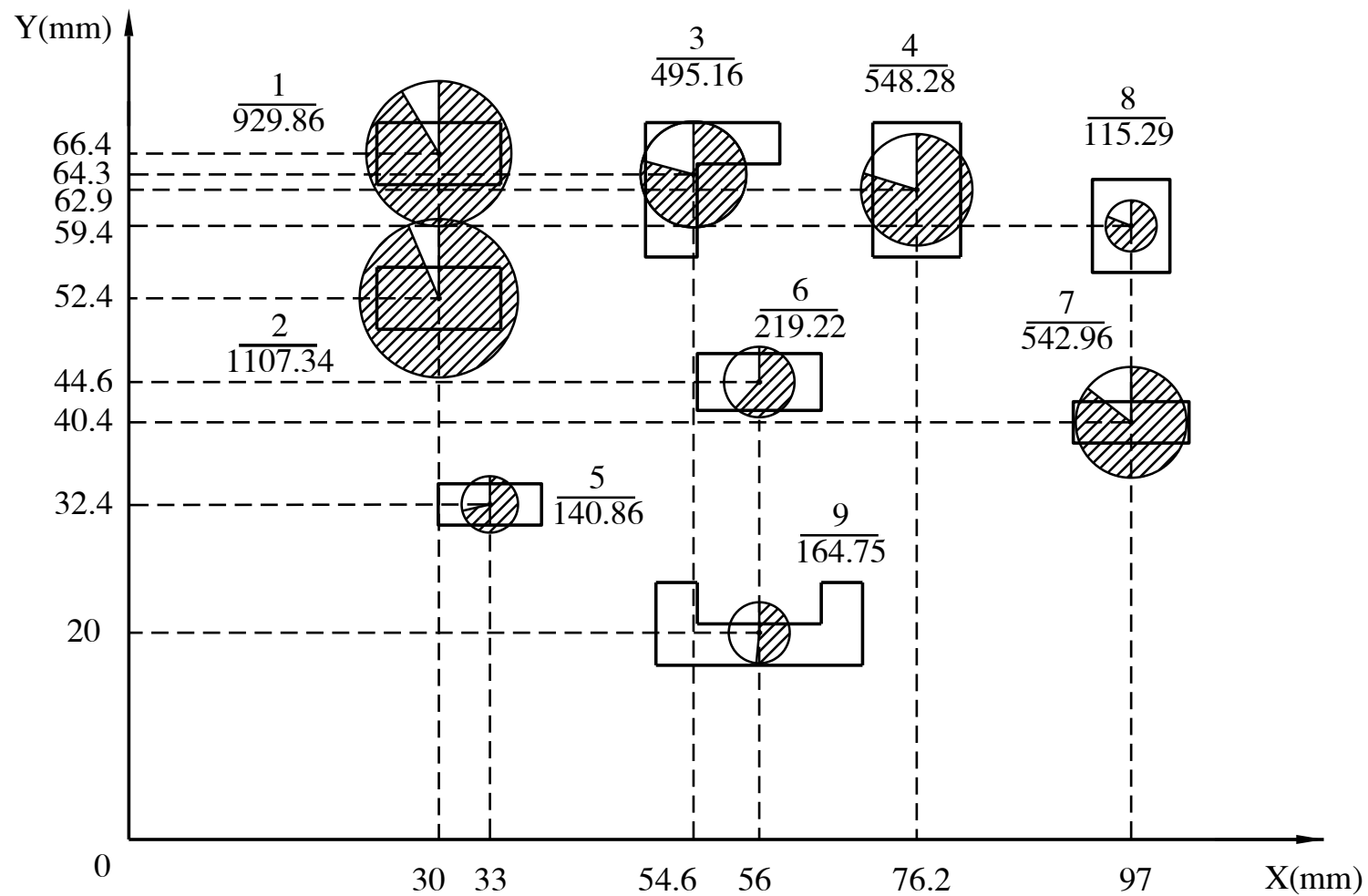
$$\alpha_{cs} = \frac{360 \cdot P_{cs}}{P_{tt}}$$

- Kết quả tính toán  $R_i$  và  $\alpha_{csi}$  của biểu đồ phụ tải các phân xưởng được ghi trong bảng 2.5.

**Bảng 2.5: Kết quả xác định  $R_i$  và  $\alpha_{csi}$  của các phân xưởng:**

TT	Tên phân xưởng	$P_{cs}$ (kW)	$P_{tt}$ (kW)	$S_{tt}$ (kW)	Tâm phụ tải		R (mm)	$\alpha_{cs}^0$
					X(mm)	Y(mm)		
1	Phân xưởng tiện cơ khí.	50,62	590,62	929,86	30	66,4	7,02	30,85
2	Phân xưởng dập	50,62	800,62	1107,34	30	52,4	7,66	22,76
3	Phân xưởng lắp ráp số 1.	70,93	340,93	495,16	54,6	64,3	5,12	74,89
4	Phân xưởng lắp ráp số 2.	76,05	376,05	548,28	76,2	62,9	5,39	72,80
5	Phân xưởng sửa chữa cơ khí.	29,25	102,16	140,86	33	32,4	2,73	103,07
6	Phòng thí nghiệm trung tâm.	67,50	179,50	219,22	56	44,6	3,41	137,67
7	Phòng thực nghiệm	59,10	409,10	542,96	97	40,4	5,36	52,01
8	Trạm bơm	16,88	88,88	115,29	97	59,4	2,47	68,37
9	Phòng thiết kế	65,80	135,80	164,75	56	20	2,95	174,43





Hình: Biểu đồ phụ tải của nhà máy cơ khí công nghiệp địa phương.

## CHƯƠNG III. THIẾT KẾ MẠNG CAO ÁP CỦA NHÀ MÁY

### 3.1 Đặt vấn đề.

- Việc lựa chọn sơ đồ cung cấp điện ảnh hưởng rất lớn đến các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật của hệ thống. Một sơ đồ cung cấp điện được coi là hợp lý phải thỏa mãn những yêu cầu cơ bản sau:

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

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

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

### 3.2 Vạch các phương án cung cấp điện.

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

$$U = 4,34 \cdot \sqrt{1 + 0,016 \cdot P} \quad (\text{kV})$$

Trong đó:

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

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

Vì vậy, cấp điện áp hợp lý để truyền tải điện năng về nhà máy:

$$U = 4,34 \cdot \sqrt{1 + 0,016 \cdot 2784,29} = 32,64 (\text{kV})$$

Từ kết quả tính toán, ta chọn cấp điện áp trung áp 35kV từ hệ thống cấp cho nhà máy. Căn cứ vào vị trí, công suất và yêu cầu cung cấp điện của các phân xưởng ta có thể đưa ra các phương án cung cấp điện như sau:

#### 3.2.1 Phương án về các trạm biến áp phân xưởng.

Các trạm biến áp (TBA) được lựa chọn trên các nguyên tắc sau:

- Vị trí đặt TBA phải thỏa mãn:
  - + Gần tâm phụ tải: Giảm vấn đề đầu tư và tổn thất trên đường ray
  - + Thuận tiện cho vận chuyển, lắp đặt, quản lý và vận hành sau này.
  - + An toàn và kinh tế.
- Số lượng máy biến áp (MBA) có trong TBA được lựa chọn căn cứ vào:
  - + Yêu cầu cung cấp điện của phụ tải (loại 1, loại 2 hay loại 3)
  - + Yêu cầu vận chuyển và lắp đặt

- + Chế độ làm việc của phụ tải.
  - Dung lượng TBA:
    - + Điều kiện chọn:
 
$$n.K_{hc}.S_{ddB} \geq S_{tt}$$
    - + Điều kiện kiểm tra:
 
$$(n-1).K_{hc}.K_{qtsc}.S_{ddB} \geq S_{ttsc}$$
- Trong đó:
- n: Số máy biến áp có trong một TBA.
  - $K_{hc}$ : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ. Chọn loại MBA do Công ty thiết bị điện Đông Anh sản xuất tại Việt Nam nên không cần phải hiệu chỉnh nhiệt độ,  $K_{hc}=1$ .
- a. Phương án 1: Đặt 4 TBA.**
- Trạm biến áp B<sub>1</sub>: Cấp điện cho phân xưởng tiện cơ khí, đặt 2 máy biến áp làm việc song song.
    - + Chọn dung lượng MBA.
 
$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 929,86$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 464,93$$
 Chọn dùng 2 máy biến áp 630 - 10/0,4 có  $S_{dm} = 630$  (kVA)
    - + Kiểm tra dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố:
 
$$\frac{S_{ttsc}}{1,4} = \frac{0,7S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.929,86}{1,4} = 464,93 < 630$$
 Vậy TBA B<sub>1</sub> đặt 2 máy biến áp có  $S_{dm} = 630$  (kVA) là hợp lý.
  - Trạm biến áp B<sub>2</sub>: Cấp điện cho phân xưởng dập và phân xưởng sửa chữa cơ khí, đặt 2 máy biến áp làm việc song song.
    - + Chọn dung lượng MBA.
 
$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 1107,34 + 140,86 = 1248,20 \text{ (kVA)}$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 624,10$$
 Chọn dùng 2 máy biến áp 630 - 10/0,4 có  $S_{dm} = 630$  (kVA)
    - + Kiểm tra dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố:
 
$$\frac{S_{ttsc}}{1,4} = \frac{0,7S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.1248,20}{1,4} = 624,10 < 630$$
 Vậy TBA B<sub>1</sub> đặt 2 máy biến áp có  $S_{dm} = 630$  (kVA) là hợp lý.
  - Trạm biến áp B<sub>3</sub>: Cấp điện cho phòng thí nghiệm trung tâm, phòng thực nghiệm và phòng thiết kế, đặt 1 máy biến áp làm việc song song.
    - + Chọn dung lượng MBA.
 
$$S_{dmB} \geq S_{tt} = 219,22 + 542,96 + 164,75 = 926,93$$
    - + Chọn dùng 1 máy biến áp 1000 - 10/0,4 có  $S_{dm} = 1000$  (kVA)
  - Trạm biến áp B<sub>4</sub>: Cấp điện cho phân xưởng lắp ráp số 1, số 2 và trạm bơm, đặt 2 máy biến áp làm việc song song.
    - + Chọn dung lượng MBA.
 
$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 495,16 + 548,28 + 115,29 = 1158,73 \text{ (kVA)}$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 579,36$$

Chọn dùng 2 máy biến áp 630 - 10/0,4 có  $S_{dm} = 630(kVA)$

+ Kiểm tra dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố:

$$\frac{S_{ttsc}}{1,4} = \frac{0,7S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.1158,73}{1,4} = 579,36 < 630$$

Vậy TBA B<sub>4</sub> đặt 2 máy biến áp có  $S_{dm} = 630(kVA)$  là hợp lý.

### b. Phương án 2: Đặt 5 TBA.

- Trạm biến áp B<sub>1</sub>: Cấp điện cho phân xưởng tiện cơ khí, đặt 2 máy biến áp làm việc song song.

+ Chọn dung lượng MBA.

$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 929,86$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 464,93 (kVA)$$

Chọn dùng 2 máy biến áp 560-10/0,4 có  $S_{dm} = 560(kVA)$

+ Kiểm tra dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố:

$$\frac{S_{ttsc}}{1,4} = \frac{0,7S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.936,33}{1,4} = 468,165 < 560$$

Vậy TBA B<sub>1</sub> đặt 2 máy biến áp có  $S_{dm} = 560(kVA)$  là hợp lý.

- Trạm biến áp B<sub>2</sub>: Cấp điện cho phân xưởng dập, đặt 2 máy biến áp làm việc song song.

+ Chọn dung lượng MBA.

$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 1107,34$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 553,67 (kVA)$$

Chọn dùng 2 máy biến áp 630-10/0,4 có  $S_{dm} = 630(kVA)$

+ Kiểm tra dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố:

$$\frac{S_{ttsc}}{1,4} = \frac{0,7S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.1107,34}{1,4} = 553,67 < 630$$

Vậy TBA B<sub>2</sub> đặt 2 máy biến áp có  $S_{dm} = 630(kVA)$ .

- Trạm biến áp B<sub>3</sub>: Cấp điện cho phân xưởng lắp ráp số 1, đặt 2 máy biến áp làm việc song song.

+ Chọn dung lượng MBA.

$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 495,16 (kVA)$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 247,58 (kVA)$$

Chọn dùng 2 máy biến áp 400 - 10/0,4 có  $S_{dm} = 400 (kVA)$

+ Kiểm tra dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố:

$$\frac{S_{ttsc}}{1,4} = \frac{0,7S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.495,16}{1,4} = 247,58 < 400$$

Vậy TBA B<sub>3</sub> đặt 2 máy biến áp có  $S_{dm} = 400(kVA)$  là hợp lý.

- Trạm biến áp B<sub>4</sub>: Cấp điện cho phân xưởng sửa chữa cơ khí, phòng thí nghiệm trung tâm và phòng thiết kế, đặt 1 máy biến áp làm việc.

+ Chọn dung lượng MBA.

$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 140,86 + 219,22 + 164,75 = 524,83 (kVA)$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 524,83 \text{ (kVA)}$$

- + Chọn dùng 1 máy biến áp 630 - 10/0,4 có  $S_{dm} = 630 \text{ (kVA)}$
- Trạm biến áp  $B_5$ : Cấp điện cho phân xưởng lắp ráp số 2, phòng thực nghiệm và trạm bơm, đặt 2 máy biến áp làm việc song song.
- + Chọn dung lượng MBA.

$$2.S_{dmB} \geq S_{tt} = 548,28 + 542,96 + 115,29 = 1206,53 \text{ (kVA)}$$

$$\Rightarrow S_{dmB} \geq 603,27 \text{ (kVA)}$$

Chọn dùng 2 máy biến áp 630 - 10/0,4 có  $S_{dm} = 630 \text{ (kVA)}$

- + Kiểm tra dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố:

$$\frac{S_{ttsc}}{1,4} = \frac{0,7S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.1206,53}{1,4} = 603,27 < 630$$

Vậy TBA  $B_5$  đặt 2 máy biến áp có  $S_{dm} = 630 \text{ (kVA)}$  là hợp lý.

### 3.2.2 Xác định vị trí các trạm biến áp phân xưởng.

- Các trạm biến áp (TBA) cung cấp điện cho một phân xưởng có thể dùng loại liền kề, có một tường chung với tường của phân xưởng để tiết kiệm được vốn đầu tư và ít ảnh hưởng đến các công trình khác.
- Các TBA dùng chung cho nhiều phân xưởng nên đặt gần tâm phụ tải, nhờ vậy có thể đưa điện áp cao tới gần hộ tiêu thụ và rút ngắn khá nhiều chiều dài mạng phân phối cao áp của xí nghiệp cũng như mạng hạ áp phân xưởng, giảm chi phí kim loại làm dây dẫn và giảm tổn thất. Cũng vì vậy nên dùng trạm độc lập, tuy nhiên, vốn đầu tư xây dựng trạm sẽ gia tăng.
- Để lựa chọn được vị trí đặt TBA phân xưởng, cần xác định tâm phụ tải của các phân xưởng hoặc nhóm phân xưởng được cung cấp điện từ các TBA đó.

Ví dụ như TBA  $B_3$  (phương án 1) cung cấp điện cho phân xưởng lắp ráp số 1 và phòng thí nghiệm trung tâm có vị trí được xác định như sau:

$$X_{03} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{542,96.97 + 219,22.56 + 164,75.56}{219,22 + 542,96 + 164,75} = 77$$

$$Y_{03} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{542,96.40,4 + 219,22.44,6 + 164,75.20}{219,22 + 542,96 + 164,75} = 38$$

Căn cứ vào vị trí của nhà xưởng ta đặt trạm biến áp  $B_3$  tại vị trí  $M_3 (77, 38)$ .

Đối với các trạm biến áp phân xưởng khác, tính toán tương tự ta xác định được vị trí đặt phù hợp cho các trạm biến áp phân xưởng trong phạm vi nhà máy.

**Bảng 3.1: Kết quả xác định vị trí đặt các TBA phân xưởng.**

Phương án	Tên trạm	Vị trí đặt	
		$X_{0i}$	$Y_{0i}(\text{mm})$
Phương án 1	$B_1$	30	69
	$B_2$	36	50
	$B_3$	77	38
	$B_4$	73	54
Phương án 2	$B_1$	30	69
	$B_2$	36	55
	$B_3$	55	63
	$B_4$	63	41
	$B_5$	80	54

**3.2.3 Phương án cung cấp điện cho các trạm biến áp phân xưởng.****a. Các phương án cung cấp điện cho các TBA phân xưởng.**

- Phương án sử dụng sơ đồ dẫn sâu:
- + Đưa đường dây trung áp 35KV vào sâu trong nhà máy đến tận các TBA phân xưởng. Nhờ đưa trực tiếp điện cao áp vào TBA phân xưởng nên giảm được vốn đầu tư TBA trung gian hoặc trạm phân phối trung tâm, giảm được tổn thất và nâng cao năng lực truyền tải của mạng.
- + Tuy nhiên, nhược điểm của sơ đồ này là độ tin cậy cung cấp điện không cao, các thiết bị sử dụng trong sơ đồ giá thành đắt và yêu cầu trình độ vận hành phải rất cao, nó chỉ phù hợp với các nhà máy có phụ tải rất lớn và các phân xưởng sản xuất nằm tập trung gần nhau nên ở đây ta không xét phương án này.
- Phương án sử dụng TBA trung gian (TBATG):
- + Nguồn 35kV từ hệ thống về qua TBATG được hạ xuống điện áp 10kV để cung cấp cho các TBA phân xưởng. Nhờ vậy sẽ giảm được vốn đầu tư cho mạng điện cao áp của nhà máy cũng như các TBA phân xưởng, vận hành thuận lợi hơn và độ tin cậy cung cấp điện cao hơn. Song phải đầu tư xây dựng các TBATG làm gia tăng tổn thất trong mạng cao áp. Nếu sử dụng phương án này, vì nhà máy là hộ loại 2 nên TBATG phải đặt 2 MBA với công suất được chọn theo điều kiện:

$$2.S_{\text{đmB}} \geq S_{\text{ttnm}} = 3400,69 \Rightarrow S_{\text{đmB}} \geq 1700,34(\text{kVA})$$

Chọn dùng MBA tiêu chuẩn có  $S_{\text{đm}} = 2500(\text{kVA})$

Kiểm tra lại dung lượng MBA theo điều kiện quá tải sự cố với giả thiết các hộ loại 2 trong nhà máy đều có 30% là phụ tải loại 3 có thể tạm ngừng cấp điện khi cần thiết.

**b.Xác định vị trí đặt TBATG (của nhà máy) và trạm phân phối trung tâm.**

Dựa trên hệ trục toạ độ x0y đã chọn có thể xác định được tâm phụ tải điện của nhà máy:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

Trong đó:

$S_i$ : Công suất tính toán của phân xưởng thứ i

$(x_i, y_i)$ : Toạ độ tâm phụ tải thứ i

$$x_0 = 49,98$$

$$y_0 = 54,32$$

Vậy vị trí tốt nhất để đặt TBATG hoặc TPPTT có toạ độ M(50,55) theo vị trí nhà xưởng.

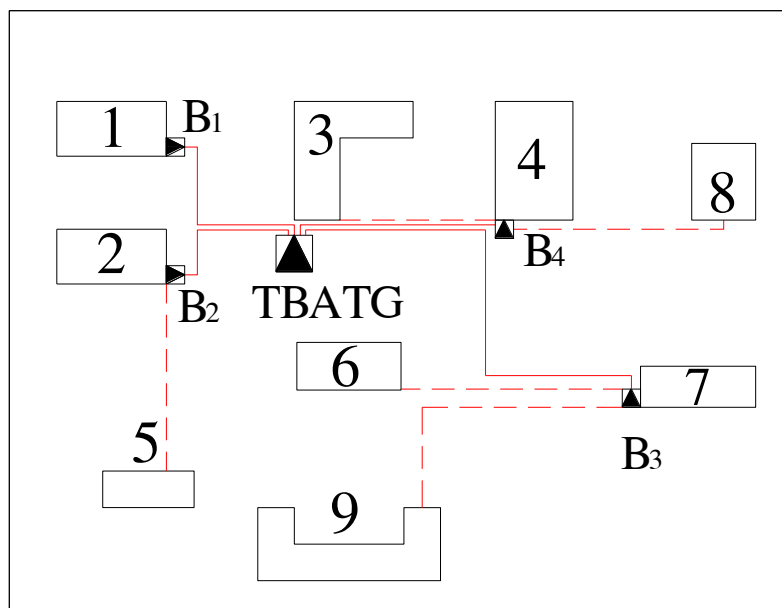
**c.Lựa chọn các phương án nối dây của mạng cao áp.**

- Nhà máy thuộc hộ loại II nên đường dây từ TBATG về trung tâm cung cấp (TBATG hoặc trạm phân phối trung tâm) của nhà máy sẽ dùng lộ kép.

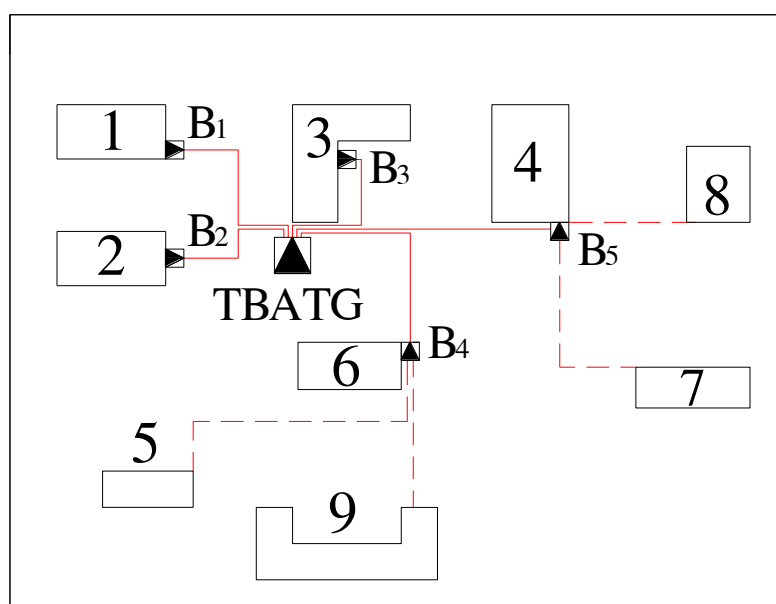
- Do tính chất quan trọng của các phân xưởng trong nhà máy nên mạng cao áp trong nhà máy ta sử dụng sơ đồ hình tia, lộ kép. Sơ đồ này có ưu điểm là nối dây rõ ràng, các trạm biến áp phân xưởng đều được cung cấp điện từ một đường dây riêng nên ít ảnh hưởng lẫn nhau, độ tin cậy cung cấp điện tương đối cao, dễ thực hiện biện pháp bảo vệ, tự động hoá và dễ vận hành. Để đảm bảo mỹ quan và an toàn, các đường cao áp trong nhà máy đều được đặt trong hào cáp xây dọc theo các tuyến giao thông nội bộ.

Từ những phân tích trên có thể đưa ra 4 phương án thiết kế mạng cao áp như sau:

Phương án 1:

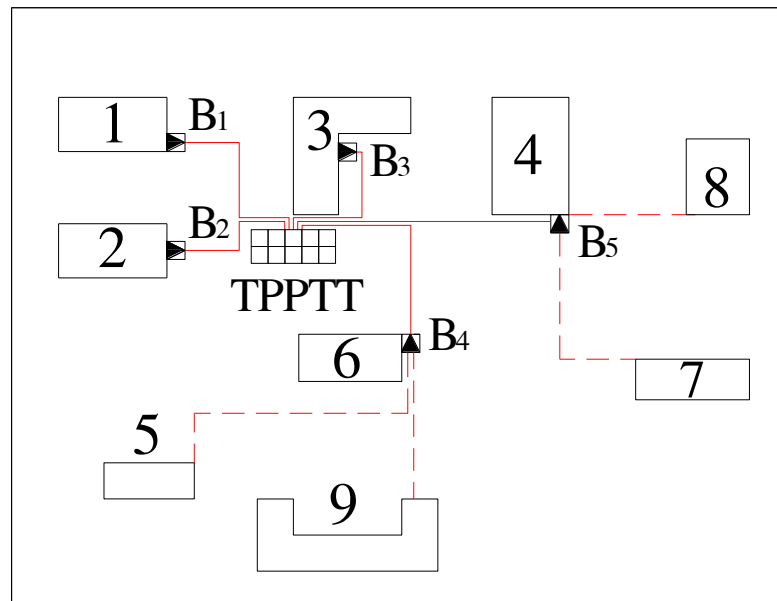


Phương án 2:

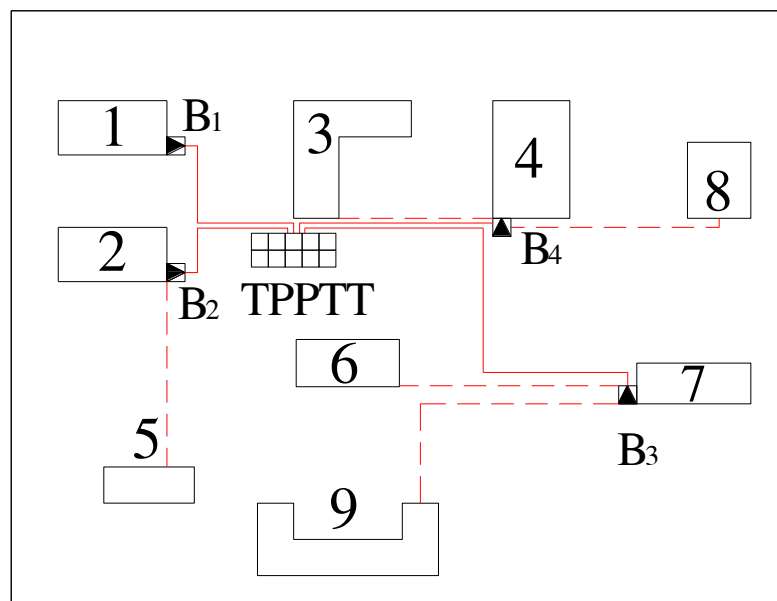




Phương án 3:



Phương án 4:



### 3.3 Tính toán kinh tế kỹ thuật, lựa chọn phương án hợp lý.

Để so sánh và lựa chọn phương án hợp lý, ta sử dụng hàm chi phí tính toán  $Z$  và chỉ xét đến những phần khác nhau trong các phương án để giảm khối lượng tính toán.

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

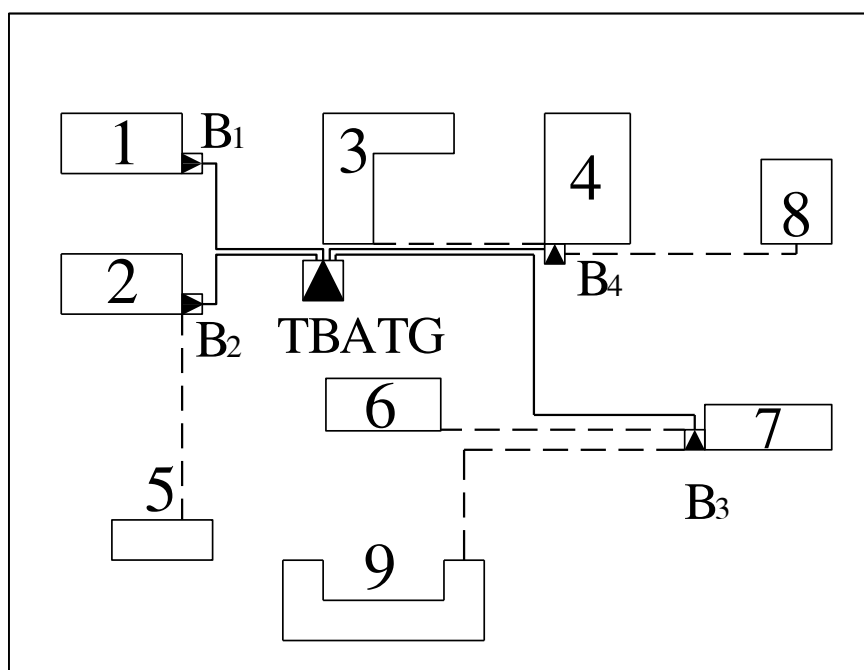
$$\text{Hay } Z = (a_{vh} + a_{tc})K + \Delta A \cdot C \rightarrow \min$$

$Z$ : Hàm chi phí tính toán  
 $a_{vh}$ : Hệ số vận hành,  $a_{vh}=0,1$   
 $a_{tc}$ : Hệ số tiêu chuẩn,  $a_{tc} = 0,2$   
 $K$ : Vốn đầu tư cho TBA và đường dây  
 $I_{max}$ : Dòng điện lớn nhất chạy qua thiết bị  
 $R$ : Điện trở của thiết bị  
 $\tau$ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất.  
 $C$ : Giá tiền 1kWh tổn thất điện năng,  $C=1000\text{đ/kWh}$ .

$\Delta A$ : Tổng tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây.

### 3.3.1 Phương án 1.

Phương án 1 sử dụng TBATG nhận điện từ hệ thống về, hạ xuống điện áp 10kV cung cấp cho các TBAPX. Các trạm biến áp phân xưởng hạ điện áp từ 10kV xuống 0,4kV cung cấp cho các phân xưởng.



Sơ đồ phương án 1

#### a. Chọn MBAPX và xác định tổn thất điện năng $\Delta A$ trong các TBA:

-Chọn MBA trong các TBA:

Trên cơ sở đã chọn được công suất các MBA ở phần trên, ta có bảng kết quả chọn MBA do công ty thiết bị điện Đông Anh sản xuất.

**Kết quả lựa chọn MBA cho các TBA của phương án 1.**

Tên TBA	S <sub>dm</sub> (kVA)	U <sub>ca</sub> /U <sub>ha</sub> (kV)	ΔP <sub>0</sub> (kW)	ΔP <sub>N</sub> (kW)	U <sub>N</sub> (%)	I <sub>0</sub> (%)	Số máy	Đơn giá (10 <sup>6</sup> đ)	Thành tiền(10 <sup>6</sup> đ)
TBATG	2500	35/10	8,30	24,0	6,0	0,8	2	175	350
B <sub>1</sub>	630	10/0,4	1,10	6,01	4,5	1,4	2	76,20	152,40
B <sub>2</sub>	630	10/0,4	1,10	6,01	4,5	1,4	1	76,20	152,40
B <sub>3</sub>	1000	10/0,4	1,55	9,00	50	1,3	1	120,80	120,80
B <sub>4</sub>	630	10/0,4	1,10	6,01	4,5	1,4	2	76,20	152,40
Tổng số vốn đầu tư cho trạm biến áp: <b>K<sub>B</sub> = 928.10<sup>6</sup>(Đ)</b>									

**\* Tổn thất điện năng ΔA trong các TBA**

- tổn thất điện năng ΔA trong các trạm biến áp được xác định theo công thức:

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

Ta có:

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

ứng với  $T_{\max} = 6300(\text{h})$  ta có  $\tau = 4980(\text{h})$

- Kết quả tính toán cho trong bảng :

**Kết quả tính toán tổn thất điện năng trong các TBA của PA2.**

TBA	Số máy	S <sub>tt</sub> (kVA)	S <sub>dm</sub> (kVA)	ΔP <sub>0</sub> (kW)	ΔP <sub>N</sub> (kW)	ΔA(kWh)
TBATG	2	3400,69	2500	8,30	24,00	255993
B <sub>1</sub>	2	929,86	630	1,10	6,01	51873
B <sub>2</sub>	2	1248,20	630	1,10	6,01	78016
B <sub>3</sub>	1	926,93	1000	1,55	9,00	52087
B <sub>4</sub>	2	1158,73	630	1,10	6,01	69896
Tổng tổn thất điện năng trong các TBA: <b>ΔA<sub>B</sub> = 507865(kWh)</b>						

**b. Chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trên đường dây trong mạng điện.**

- Chọn cáp từ TBATG về các TBA phân xưởng  
 + Từ TBATG về đến các TBAPX, các cao áp được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế  $J_{kt}$ . Sử dụng cáp lõi đồng với  $T_{\max} = 6300(\text{h})$ , ta có  $J_{kt} = 2,7 (\text{A/mm}^2)$ .  
 + Tiết diện kinh tế của cáp:

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

+ Nếu cáp từ TBATG về các TBAPX là cáp lộ kép thì:

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

+ Nếu cáp từ TBATG về các TBAPX là cáp lộ đơn thì:

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

+ Chọn cáp đồng 3 lõi 10kV, cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo.

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

với  $k_{\text{hc}} = 0,93$  và  $I_{\text{sc}} = 2I_{\max}$  nếu 2 cáp đặt chung trong 1 rãnh và  $k_{\text{hc}} = 1$ ,  $I_{\text{sc}} = I_{\max}$  nếu 1 cáp đặt trong 1 rãnh (cáp lộ đơn).

+ Vì chiều dài cáp từ TBATG đến TBAPX ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ, có thể bỏ qua không cần kiểm tra lại theo điều kiện  $\Delta U_{\text{cp}}$ .

### Kết quả chọn cáp của phương án 1.

Đường cáp	F (mm <sup>2</sup> )	L (m)	R <sub>0</sub> (Ω/km)	R (Ω)	Đơn giá (10 <sup>3</sup> Đ/m)	Thành tiền (10 <sup>3</sup> Đ)
TBATG-B <sub>1</sub>	2(3*16)	162,50	1,47	0,119	48	15600
TBATG-B <sub>2</sub>	2(3*16)	126,50	1,47	0,093	48	12144
TBATG-B <sub>3</sub>	3*25	312,50	0,927	0,289	75	23437,50
TBATG-B <sub>4</sub>	2(3*16)	168,50	1,47	0,124	48	16,176
Tổng số vốn đầu tư cho đường dây: <b>K<sub>D</sub> = 67357,5.10<sup>3</sup>(đ)</b>						

\* **Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây.**

- Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:

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

$$\text{Trong đó: } R = \frac{1}{n} r_0 \cdot L \text{ (}\Omega\text{)}$$

n: Số đường dây đi song song.

- Kết quả tính toán ghi trong bảng :

### Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây của PA1:

Đường cáp	F(mm <sup>2</sup> )	L(m)	r <sub>0</sub> (Ω/km)	R(Ω)	S <sub>tt</sub> (kVA)	ΔP(kW)
TBATG-B <sub>1</sub>	2(3*16)	162,50	1,47	0,119	929,86	1,03
TBATG-B <sub>2</sub>	2(3*16)	126,50	1,47	0,093	1248,20	1,45
TBATG-B <sub>3</sub>	3*25	312,50	0,927	0,289	926,93	2,48
TBATG-B <sub>4</sub>	2(3*16)	168,50	1,47	0,124	1158,73	1,66
Tổng tổn thất công suất tác dụng trên dây dẫn: <b>ΔP<sub>D</sub> = 6,62(kW)</b>						

\* **Tổn thất điện năng trên đường dây.**

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

Trong đó:

$\tau$  là thời gian tổn thất công suất lớn nhất.

Ứng với  $T_{\max} = 6300(\text{h})$  thì  $\tau = 4980(\text{h})$

$$\Delta A_D = \Delta A_P \cdot \tau = 6,62.4980$$

$$\Rightarrow \Delta A_D = 32968(\text{kWh})$$

c. **Vốn đầu tư mua máy cắt điện trong mạng cao áp của phương án 1.**

- Mạng cao áp trong phương án có điện áp 10kV từ trạm BATG đến 4 trạm BAPX. Trạm BATG có 2 phân đoạn thanh góp nhận điện từ 2 MBATG.

- Với 4 TBA, 3 trạm mỗi trạm có 2 máy và 1 trạm 1 máy nhận điện trực tiếp từ 2 thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp. Vậy trong mạng cao áp của phân xưởng, ta sử dụng 7 máy cắt điện cấp 10kV cộng thêm 1 máy cắt phân đoạn thanh góp cấp 10kV ở trạm BATG và 2 máy cắt ở giá hạ áp 2 MBATG là 10 máy cắt điện.

- Vốn đầu tư mua máy cắt trong phương án 1:

$$K_{MC} = n \cdot M$$

Trong đó:

$n$ : Số lượng máy cắt trong mạng cần xét đến.

$M$ : Giá máy cắt,  $M=12000\text{USD}$  (10kV)

Tỷ giá quy đổi tạm thời:  $1\text{USD} = 15,80.10^3 \text{ VNĐ}$

$$\Rightarrow K_{MC} = 10.12000.15,8.10^3$$

$$\Rightarrow K_{MC} = 1896.10^6 (\text{Đ})$$

d. **Chi phí tính toán của phương án 1.**

- Khi tính toán vốn đầu tư xây dựng mạng điện tử chỉ tính đến giá thành cáp, máy biến áp và máy cắt điện khác nhau giữa các phương án, các phần giống nhau đã được bỏ qua không xét đến:

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

- Tổn thất điện năng trong các phương án bao gồm tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D.$$

- Chi phí tính toán  $Z_1$  của phương án 1:

+ Vốn đầu tư:

$$K_1 = K_B + K_D + K_{MC} = (928 + 67,36 + 1896).10^6$$

$$\Rightarrow K_1 = 2891,36.10^6 (\text{Đ})$$

+ Tổng tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:

$$\Delta A_1 = \Delta A_B + \Delta A_D = 507865 + 32968$$

$$\Rightarrow \Delta A_1 = 540832(\text{kWh})$$

+ Chi phí tính toán:

$$Z_1 = (a_{vh} + a_{tc}).K_1 + C \cdot \Delta A_1$$

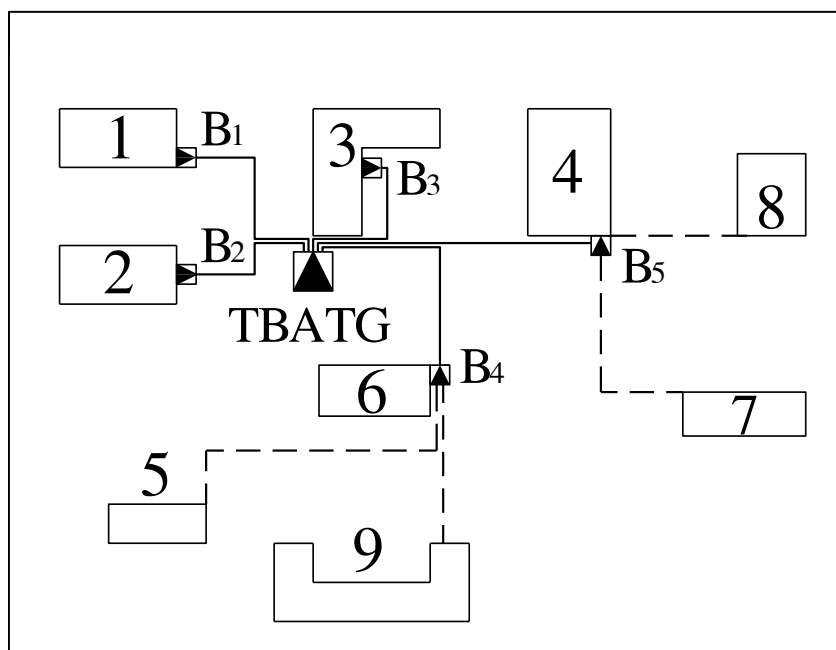
$$\Rightarrow Z_1 = (0,1 + 0,2).2891,36.10^6 + 1000.540832$$

$$\Rightarrow Z_1 = 1408,24.10^6 (\text{VNĐ})$$

### 3.3.2 Phương án 2.

Phương án sử dụng các TBATG nhận điện 35kV từ hệ thống về, hạ xuống điện áp 10kV sau đó cung cấp cho các trạm biến áp phân xưởng. Các trạm biến áp phân xưởng hạ điện áp 10kV xuống 0,4kV cung cấp cho các thiết bị trong nhà máy.

**a. Chọn MBA phân xưởng và xác định tổn thất điện năng  $\Delta A$  trong các TBA.**



Sơ đồ phương án 2.

- Chọn MBA phân xưởng:

Trên cơ sở chọn được công suất MBA ở phần 3.2.1 ta có bảng kết quả chọn MBA cho các trạm biến áp phân xưởng.

**Kết quả lựa chọn MBA trong các TBA của phương án 2.**

Tên TBA	$S_{dm}$ (kVA)	$U_{ca}/U_{ha}$ (kV)	$\Delta P_0$ (kW)	$\Delta P_N$ (kW)	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)	Số máy	Đơn giá ( $10^6$ đ)	Thành tiền( $10^6$ đ)
TBATG	2500	35/10	8,30	24,00	6,0	0,8	2	175	350
B <sub>1</sub>	560	10/0,4	0,94	5,21	4,0	1,5	2	65,5	131
B <sub>2</sub>	630	10/0,4	1,10	6,01	4,5	1,4	2	76,2	152,4
B <sub>3</sub>	400	10/0,4	0,84	4,46	4,0	1,5	2	50,4	100,8
B <sub>4</sub>	630	10/0,4	1,10	6,01	4,5	1,4	1	76,2	76,2
B <sub>5</sub>	630	10/0,4	1,10	6,01	4,0	1,4	2	76,2	152,4
Tổng số vốn đầu tư cho trạm biến áp: $K_B = 926,8 \cdot 10^6$ (đ)									

- Tổn thất điện năng  $\Delta A$  trong các TBA:

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

Trong đó:

n: Số máy biến áp ghép song song.

t: Thời gian MBA vận hành, với MBA vận hành suốt năm:  
 $t = 8760(\text{h})$

$\tau$ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất. Tra PL 1.4 với nhà máy chế tạo đồng hồ đo chính xác có  $T_{\max} = 6300(\text{h})$  nên:

$$\Rightarrow \tau = 4980(\text{h})$$

$\Delta P_0, \Delta P_N$ : Tổn thất công suất không tải và tổn thất công suất ngắn mạch của MBA.

$S_{tt}$ : Công suất tính toán của TBA.

$S_{dmB}$ : Công suất định mức của MBA

$\Rightarrow$  Tổn thất điện năng cho TBATG:

$$S_{ttm} = 3400,69(\text{kVA})$$

$$S_{dmB} = 2500(\text{kVA})$$

$$\Delta P_0 = 8,30(\text{kW})$$

$$\Delta P_N = 24,00(\text{kW})$$

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

$$\Rightarrow \Delta A = 2 \cdot 8,30 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 24 \cdot \left( \frac{3400,69}{2500} \right)^2 \cdot 4980$$

$$\Rightarrow \Delta A = 255993 (\text{kWh}).$$

- Các trạm biến áp khác tính tương tự. Kết quả ghi trong bảng :

### Kết quả tính toán tổn thất điện năng trong các TBA của PA2.

TBA	Số máy	$S_{tt}(\text{kVA})$	$S_{dm}(\text{kVA})$	$\Delta P_0(\text{kW})$	$\Delta P_N(\text{kW})$	$\Delta A(\text{kWh})$
TBATG	2	3400,69	2500	8,30	24,00	255993
B <sub>1</sub>	2	929,86	560	0,94	5,21	52237
B <sub>2</sub>	2	1107,34	630	1,10	6,01	65505
B <sub>3</sub>	2	495,16	400	0,84	4,46	31735
B <sub>4</sub>	1	524,83	630	1,10	6,01	30407
B <sub>5</sub>	2	1206,53	630	1,10	6,01	74159
Tổng tổn thất điện năng trong các TBA: $\Delta A_B = 510036(\text{kWh})$						

**b. Chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trên đường dây trong mạng điện.**

- Chọn cáp từ TBATG về các TBA phân xưởng

+ Cáp cao áp được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế  $J_{kt}$ . Với nhà máy cơ khí công nghiệp địa phương làm việc 3 ca, thời gian sử dụng công suất lớn nhất  $T_{max} = 3600(h)$ , sử dụng cáp lõi đồng, tra bảng 2.10 trang 31 TL2 tìm được  $J_{kt} = 2,7 (A/mm^2)$ .

+ Tiết diện kinh tế của cáp:

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

+ Nếu cáp từ TBATG về các TBAPX là cáp lộ kép thì:

$$I_{max} = \frac{S_{ttx}}{2 \cdot \sqrt{3} U_{dm}} (A)$$

+ Nếu cáp từ TBATG về các TBAPX là cáp lộ đơn thì:

$$I_{max} = \frac{S_{ttx}}{\sqrt{3} U_{dm}} (A)$$

+ Dựa vào trị số  $F_{kt}$  tính được, tra bảng lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất sau đó kiểm tra tiết diện cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng:

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

Trong đó:

$$k_{hc} = k_1 \cdot k_2$$

$k_1$ : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ, lấy  $k_1 = 1$

$k_2$ : Hệ số hiệu chỉnh về số dây cáp cùng đặt trong một rãnh.

$I_{sc}$ : Dòng điện xảy ra sự cố khi đứt một cáp.

$k_{hc} = 0,93$ ;  $I_{sc} = 2I_{max}$  nếu 2 cáp đặt trong một rãnh (cáp lộ kép), khoảng cách giữa các sợi cáp là 300mm và  $k_{hc} = 1$ ;

$I_{sc} = I_{max}$  nếu một cáp đặt trong một rãnh (cáp lộ đơn)

+ Vì chiều dài cáp từ TBATG đến các TBAPX ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ, có thể bỏ qua không cần kiểm tra lại theo điều kiện  $\Delta U_{cp}$ .

### Kết quả chọn cáp của phương án 2.

Đường cáp	F (mm <sup>2</sup> )	L (m)	R <sub>0</sub> (Ω/km)	R (Ω)	Đơn giá (10 <sup>3</sup> Đ/m)	Thành tiền(10 <sup>3</sup> Đ)
TBATG-B <sub>1</sub>	2(3*16)	160	1,47	0,118	48	15360
TBATG-B <sub>2</sub>	2(3*16)	115	1,47	0,085	48	10040
TBATG-B <sub>3</sub>	2(3*16)	125	1,47	0,092	48	12000
TBATG-B <sub>4</sub>	(3*16)	185	1,47	0,272	48	8880
TBATG-B <sub>5</sub>	2(3*16)	217	1,47	0,160	48	20832
Tổng số vốn đầu tư cho đường dây: <b>K<sub>D</sub> = 87944.10<sup>3</sup>(đ)</b>						

\* **Xác định tổn thất công suất tác dụng trên đường dây.**

- Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:



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

Trong đó:

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

n: Số đường dây đi song song.

- Tổn thất  $\Delta P$  trên đoạn TBATG – B<sub>1</sub>:

$$\Delta P = \frac{S_{\text{tppx}}^2}{U_{\text{đm}}^2} \cdot R \cdot 10^{-3} = \frac{929,86^2}{10^2} 0,118 \cdot 10^{-3} = 1,02 \text{ (kW)}$$

- Tổn thất trên các đoạn cáp khác tính tương tự, kết quả ở cho bảng :

**Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây của PA2:**

Đường cáp	F(mm <sup>2</sup> )	L(m)	R <sub>0</sub> (Ω/km)	R(Ω)	S <sub>tt</sub> (kVA)	ΔP(kW)
TBATG-B <sub>1</sub>	2(3*16)	160	1,47	0,118	929,86	1,02
TBATG-B <sub>2</sub>	2(3*16)	115	1,47	0,085	1107,34	1,04
TBATG-B <sub>3</sub>	2(3*16)	125	1,47	0,092	714,38	0,23
TBATG-B <sub>4</sub>	(3*16)	185	1,47	0,272	1206,53	0,75
TBATG-B <sub>5</sub>	2(3*16)	217	1,47	0,160	305,61	2,33
Tổng tổn thất công suất tác dụng trên dây dẫn: ΔP <sub>D</sub> = <b>5,37(kW)</b> .						

**\* Tổn thất điện năng trên đường dây.**

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

Trong đó:

τ là thời gian tổn thất công suất lớn nhất.

$$\text{Ứng với } T_{\max} = 6300(\text{h}) \text{ thì } \tau = 4980(\text{h})$$

$$\Delta A_D = \Delta A_P \cdot \tau = 5,37 \cdot 4980$$

$$\rightarrow \Delta A_D = \mathbf{26743(kWh)}$$

**c. Vốn đầu tư mua máy cắt điện trong mạng cao áp của phương án 2.**

- Mạng cao áp trong phương án có điện áp 10kV từ trạm BATG đến 5 trạm BAPX. Trạm BATG có 2 phân đoạn thanh góp nhận điện từ 2 MBATG.

- Với 5 TBA, thì B<sub>1</sub> → B<sub>4</sub> mỗi trạm có hai máy và trạm B<sub>5</sub> có 1 máy nhận điện trực tiếp từ 2 thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp. Vậy trong mạng cao áp của phân xưởng, ta sử dụng 9 máy cắt điện cấp 10kV cộng thêm 1 máy cắt phân đoạn thanh góp cấp 10kV ở trạm BATG và 2 máy cắt ở giá hạ áp 2 MBATG là 12 máy cắt điện.

- Vốn đầu tư mua máy cắt trong phương án 2:

$$K_{MC} = n \cdot M$$

Trong đó:

n: Số lượng máy cắt trong mạng cần xét đến.

M: Giá máy cắt, M=12000USD (10kV)

Tỷ giá quy đổi tạm thời: 1USD = 15,80.10<sup>3</sup> (VNĐ)

$$\Rightarrow K_{MC} = 12 \cdot 12000 \cdot 15,8 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow K_{MC} = \mathbf{2275,2 \cdot 10^6 (\text{Đ})}$$

**d. Chi phí tính toán của phương án 2.**

- Khi tính toán vốn đầu tư xây dựng mạng điện tử chỉ tính đến giá thành cáp, máy biến áp và máy cắt điện khác nhau giữa các phương án, các phần giống nhau đã được bỏ qua không xét đến:

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

- Tổn thất điện năng trong các phương án bao gồm tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D.$$

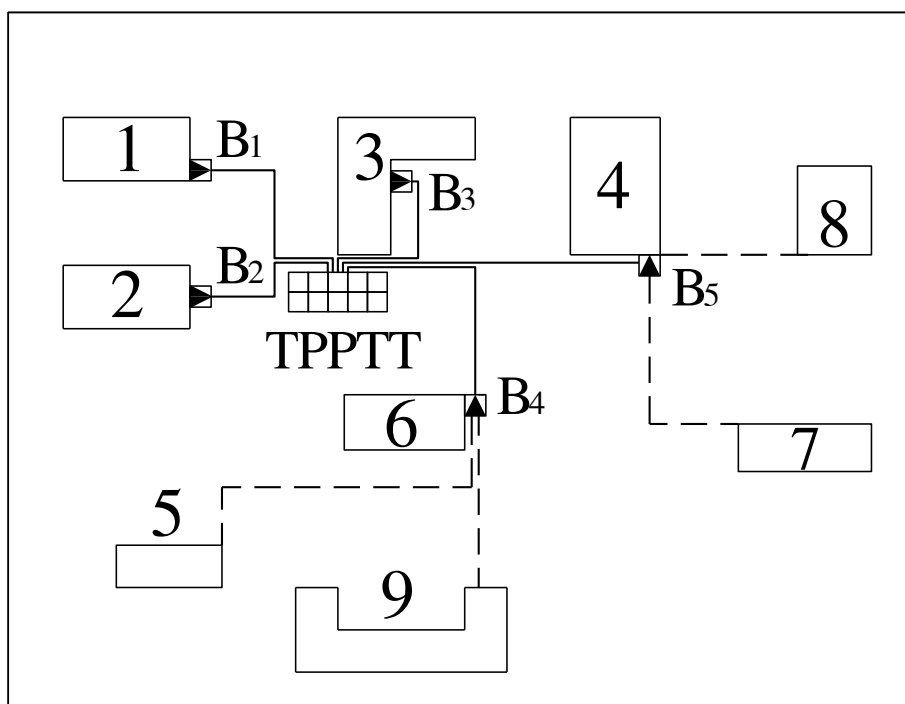
- Chi phí tính toán Z<sub>2</sub> của phương án 2:

+ Vốn đầu tư:

$$\begin{aligned}
 K_2 &= K_B + K_D + K_{MC} \\
 \Rightarrow K_2 &= (962,80 + 87,94 + 2275,20) \cdot 10^6 \\
 \Rightarrow K_2 &= 3325,94 \cdot 10^6 (\text{Đ}) \\
 &+ \text{ Tổng tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:} \\
 \Delta A_2 &= \Delta A_B + \Delta A_D = 510036 + 26743 \\
 \Rightarrow \Delta A_2 &= 536778 (\text{kWh}) \\
 &+ \text{ Chi phí tính toán:} \\
 Z_2 &= (a_{vh} + a_{tc}) \cdot K_2 + C \cdot \Delta A_2 \\
 \Rightarrow Z_2 &= (0,1 + 0,2) \cdot 3325,944 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 536778 \\
 \Rightarrow Z_2 &= 1342,68 \cdot 10^6 (\text{VNĐ})
 \end{aligned}$$

### 3.3.3 Phương án 3.

Phương án này sử dụng trạm phân phối trung tâm (TPPTT) nhận điện từ hệ thống về cấp cho các TBAPX. Các TBAPX B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> hạ điện áp từ 35kV xuống 0,4kV cung cấp cho các phân xưởng.



Sơ đồ phương án 3.

#### a. Chọn MBAPX và xác định tổn thất điện năng $\Delta A$ trong các TBA:

- Chọn MBA phân xưởng:

Trên cơ sở đã chọn được công suất các MBA ở phần trên, ta có bảng kết quả chọn MBA cho các TBAPX do công ty thiết bị điện Đông Anh sản xuất.

#### Kết quả lựa chọn MBA cho các TBA của phương án 3.

Tên TBA	$S_{dm}$ (kVA)	$U_{ca}/U_{ha}$ (kV)	$\Delta P_0$	$\Delta P_N$	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)	Số máy	Đơn giá ( $10^6$ đ)	Thành tiền ( $10^6$ đ)
---------	----------------	----------------------	--------------	--------------	-----------	-----------	--------	---------------------	------------------------

			(kW)	(kW)					
B <sub>1</sub>	560	35/0,4	1,06	5,47	5,0	1,5	2	79,10	158,2
B <sub>2</sub>	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	2	95,5	191
B <sub>3</sub>	400	35/0,4	0,92	4,6	5,0	1,5	2	60,70	121,4
B <sub>4</sub>	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	1	95,5	95,5
B <sub>5</sub>	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	2	95,5	191
Tổng số vốn đầu tư cho trạm biến áp: <b>K<sub>B</sub> = 757,10.10<sup>6</sup>(Đ)</b>									

**\* Tổng thất điện năng ΔA trong các TBAPX**

- Tương tự như phương án 1, tổng thất điện năng ΔA trong các TBAPX được xác định theo công thức:

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

Với  $\tau = 4980(\text{h})$  ứng với  $T_{\max} = 6300(\text{h})$ .

- Kết quả tính toán cho trong bảng :

**Kết quả tính toán tổng thất điện năng trong các TBAPX của phương án 3.**

TBA	Số máy	S <sub>tt</sub> (kVA)	S <sub>dm</sub> (kVA)	ΔP <sub>0</sub> (kW)	ΔP <sub>N</sub> (kW)	ΔA(kWh)
B <sub>1</sub>	2	923,86	560	1,06	5,47	55641
B <sub>2</sub>	2	1107,34	630	1,25	6,21	69672
B <sub>3</sub>	2	495,16	400	0,92	4,60	33670
B <sub>4</sub>	1	524,83	630	1,25	6,21	32412
B <sub>5</sub>	2	1206,53	630	1,25	6,21	78613
Tổng tổng thất điện năng trong các TBA: <b>ΔA<sub>B</sub> = 344168(kWh)</b>						

**b. Chọn dây dẫn và xác định tổng thất công suất, tổng thất điện năng trên đường dây trong mạng điện.**

- Chọn cáp từ TPPTT về các TBA phân xưởng

+ Tương tự như phương án 1, từ TPPTT về đến các TBAPX, các cao áp được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế J<sub>kt</sub>. Sử dụng cáp lõi đồng với T<sub>max</sub> = 6300(h), ta có J<sub>kt</sub> = 2,7 (A/mm<sup>2</sup>).

+ Tiết diện kinh tế của cáp:

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

+ Nếu cáp từ TPPTT về các TBAPX là cáp lộ kép thì:

$$I_{\max} = \frac{S_{ttx}}{2 \cdot \sqrt{3} U_{dm}} \quad (\text{A})$$

+ Nếu cáp từ TPPTT về các TBAPX là cáp lộ đơn thì:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{ttpx}}}{\sqrt{3}U_{\text{đm}}} \text{ (A)}$$

+ Chọn cáp đồng 3 lõi 10kV, cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo.

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

với  $k_{\text{hc}} = 0,93$  và  $I_{\text{sc}} = 2I_{\max}$  nếu 2 cáp đặt chung trong 1 rãnh và  $k_{\text{hc}} = 1$ ,  $I_{\text{sc}} = I_{\max}$  nếu 1 cáp đặt trong 1 rãnh (cáp lộ đơn).

+ Vì chiều dài cáp từ TPPTT đến TBAPX ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ, có thể bỏ qua không cần kiểm tra lại theo điều kiện  $\Delta U_{\text{cp}}$ .

+ Kết quả chọn cáp ghi ở bảng :

**Bảng 3.16 Kết quả chọn cáp của phương án 3.**

Đường cáp	F (mm <sup>2</sup> )	L (m)	R <sub>0</sub> (Ω/km)	R (Ω)	Đơn giá (10 <sup>3</sup> Đ/m)	Thành tiền(10 <sup>3</sup> Đ)
TPPTT-B <sub>1</sub>	2(3*50)	160	0,494	0,039	130	41600
TPPTT-B <sub>2</sub>	2(3*50)	115	0,494	0,028	130	29900
TPPTT-B <sub>3</sub>	2(3*50)	125	0,494	0,031	130	32500
TPPTT-B <sub>4</sub>	3*50	185	0,494	0,091	130	24050
TPPTT-B <sub>5</sub>	2(3*50)	217	0,494	0,054	130	56420
Tổng số vốn đầu tư cho đường dây: <b>K<sub>D</sub> = 184470.10<sup>3</sup>(đ)</b>						

\* **Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây.**

- Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:

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

Trong đó:

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

n: Số đường dây đi song song.

- Kết quả tính toán ghi trong bảng :

**Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây  
của phương án 3:**

Đường cáp	F(mm <sup>2</sup> )	L(m)	r <sub>0</sub> (Ω/km)	R(Ω)	S <sub>tt</sub> (kVA)	ΔP(kW)
TPPTT-B <sub>1</sub>	2(3*50)	160	0,494	0,039	929,86	0,028
TPPTT-B <sub>2</sub>	2(3*50)	115	0,494	0,028	1107,34	0,028
TPPTT-B <sub>3</sub>	2(3*50)	125	0,494	0,031	495,16	0,006
TPPTT-B <sub>4</sub>	3*50	185	0,494	0,091	524,83	0,021
TPPTT-B <sub>5</sub>	2(3*50)	217	0,494	0,054	1206,53	0,064
Tổng tổn thất công suất tác dụng trên dây dẫn <b>ΔP<sub>D</sub> = 0,147(kW)</b>						

**\* Tổn thất điện năng trên đường dây.**

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

Trong đó:  $\tau$  là thời gian tổn thất công suất lớn nhất.

Ứng với  $T_{\max} = 6300(h)$  thì  $\tau = 4980(h)$

$$\Rightarrow \Delta A_D = \Delta A_P \cdot \tau = 0,147.4980$$

$$\Rightarrow \Delta A_D = \mathbf{732,06 \text{ (kWh)}}$$

**c. Vốn đầu tư mua máy cắt điện trong mạng cao áp của phương án 3.**

- Mạng cao áp trong phương án có điện áp 35kV từ TPPTT đến 5 TBAPX. Trạm PPTT có 2 phân đoạn thanh góp nhận điện từ 2 lộ dây kép của đường dây trên không đưa điện từ hệ thống về.

- Trong 5 TBA, có 4 trạm mỗi trạm có 2 MBA và 1 TBA có 1 MBA nhận điện trực tiếp từ 2 phân đoạn thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp. Vậy trong mạng cao áp của phân xưởng, ta sử dụng 9 máy cắt điện cấp 35kV cộng thêm 1 máy cắt phân đoạn thanh góp cấp 35kV ở TPPTT, tổng cộng là 10 máy cắt điện

- Vốn đầu tư mua máy cắt trong phương án 3:

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

Trong đó:

$n$ : Số lượng máy cắt trong mạng cần xét đến.

$M$ : Giá máy cắt,  $M=12000\text{USD}$  (10kV)

Tỷ giá quy đổi tạm thời:  $1\text{USD} = 15,80.10^3 \text{ VNĐ}$

$$\Rightarrow K_{MC} = 10.30000,8.10^3$$

$$\Rightarrow \mathbf{K_{MC} = 4740.10^6 (\text{Đ})}$$

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

- Khi tính toán vốn đầu tư xây dựng mạng điện tử chỉ tính đến giá thành cáp, máy biến áp và máy cắt điện khác nhau giữa các phương án, các phần giống nhau đã được bỏ qua không xét đến:

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

- Tổn thất điện năng trong các phương án bao gồm tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D.$$

- Chi phí tính toán  $Z_3$  của phương án :

+ Vốn đầu tư:

$$K_3 = K_B + K_D + K_{MC} = (757,1 + 184,47 + 4740).10^6$$

$$\Rightarrow \mathbf{K_3 = 5681,57.10^6 (\text{Đ})}$$

+ Tổng tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:

$$\Delta A_3 = \Delta A_B + \Delta A_D = \mathbf{344168 + 732,06}$$

$$\Rightarrow \mathbf{\Delta A_3 = 344900(kWh)}$$

+ Chi phí tính toán:

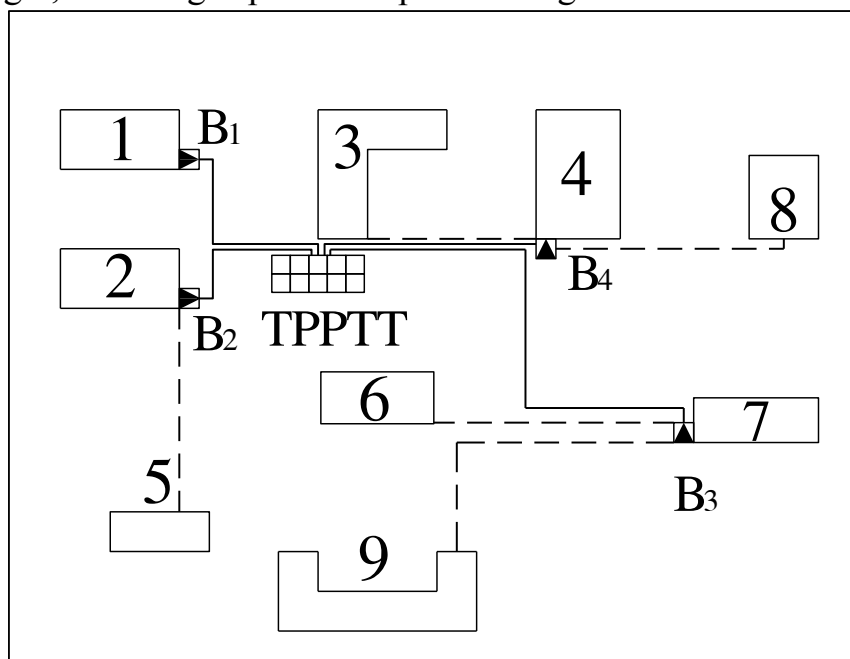
$$Z_3 = (a_{vh} + a_{tc}).K_3 + C.\Delta A_3$$

$$\Rightarrow \mathbf{Z_3 = (0,1 + 0,2).5681,57.10^6 + 1000.344900}$$

$$\Rightarrow Z_3 = 2049,37 \cdot 10^6 \text{ (VNĐ)}$$

### 3.3.4 Phương án 4.

Phương án này sử dụng trạm phân phối trung tâm (TPPTT) nhận điện từ hệ thống về cấp cho các TBAPX. Các TBAPX B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub> hạ điện áp từ 35kV xuống 0,4kV cung cấp cho các phân xưởng.



Sơ đồ phương án 4.

#### a. Chọn MBAPX và xác định tổn thất điện năng $\Delta A$ trong các TBA:

- Chọn MBA phân xưởng:

Trên cơ sở đã chọn được công suất các MBA ở phần trên, ta có bảng kết quả chọn MBA cho các TBAPX do công ty thiết bị điện Đông Anh sản xuất.

#### Kết quả lựa chọn MBA cho các TBA của phương án 4.

Tên TBA	$S_{dm}$ (kVA)	$U_{ca}/U_{ha}$ (kV)	$\Delta P_0$ (kW)	$\Delta P_N$ (kW)	$U_N$ (%)	$I_0$ (%)	Số máy	Đơn giá (10 <sup>6</sup> đ)	Thành tiền(10 <sup>6</sup> đ)
B <sub>1</sub>	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	2	95,5	191
B <sub>2</sub>	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	2	95,5	191
B <sub>3</sub>	1000	35/0,4	1,68	10,0	6,0	1,3	1	147,50	295
B <sub>4</sub>	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	2	95,5	191
Tổng số vốn đầu tư cho trạm biến áp: $K_B = 868 \cdot 10^6 \text{ (Đ)}$									

#### \* Tổn thất điện năng $\Delta A$ trong các TBAPX

- Tương tự như phương án 1, tổn thất điện năng  $\Delta A$  trong các TBAPX được xác định theo công thức:

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

- Kết quả tính toán cho trong bảng :

**Kết quả tính toán tổn thất điện năng trong các TBAPX của PA4**

TBA	Số máy	$S_{tt}(\text{kVA})$	$S_{dm}(\text{kVA})$	$\Delta P_0(\text{kW})$	$\Delta P_N(\text{kW})$	$\Delta A(\text{kWh})$
B <sub>1</sub>	2	923,86	630	1,25	6,21	55152
B <sub>2</sub>	2	1248,20	630	1,25	6,21	82599
B <sub>3</sub>	1	926,93	1000	1,68	10,00	57505
B <sub>4</sub>	2	1158,73	630	1,25	6,21	74209
Tổng tổn thất điện năng trong các TBA: $\Delta A_B = 343623 \text{ (kWh)}$						

**b. Chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trên đường dây trong mạng điện.**

- Chọn cáp từ TPPTT về các TBA phân xưởng  
 + Tương tự như phương án 1, từ TPPTT về đến các TBAPX, các cao áp được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế  $J_{kt}$ . Sử dụng cáp lõi đồng với  $T_{max} = 6300(\text{h})$ , ta có  $J_{kt} = 2,7 \text{ (A/mm}^2\text{)}$ .

+ Tiết diện kinh tế của cáp:

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

+ Nếu cáp từ TPPTT về các TBAPX là cáp lộ kép thì:

$$I_{max} = \frac{S_{ttx}}{2 \cdot \sqrt{3} U_{dm}} \text{ (A)}$$

+ Nếu cáp từ TPPTT về các TBAPX là cáp lộ đơn thì:

$$I_{max} = \frac{S_{ttx}}{\sqrt{3} U_{dm}} \text{ (A)}$$

+ Chọn cáp đồng 3 lõi 10kV, cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật) chế tạo.

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

với  $k_{hc} = 0,93$  và  $I_{sc} = 2I_{max}$  nếu 2 cáp đặt chung trong 1 rãnh và  $k_{hc} = 1$ ,  $I_{sc} = I_{max}$  nếu 1 cáp đặt trong 1 rãnh (cáp lộ đơn).

+ Vì chiều dài cáp từ TPPTT đến TBAPX ngắn nên tổn thất điện áp nhỏ, có thể bỏ qua không cần kiểm tra lại theo điều kiện  $\Delta U_{cp}$ .

+ Kết quả chọn cáp ghi ở bảng



**Kết quả chọn cáp của phương án 4.**

Đường cáp	F (mm <sup>2</sup> )	L (m)	R <sub>0</sub> (Ω/km)	R (Ω)	Đơn giá (10 <sup>3</sup> Đ/m)	Thành tiền(10 <sup>3</sup> Đ)
TPPTT-B <sub>1</sub>	2(3*50)	162,50	1,47	0,119	130	42250
TPPTT-B <sub>2</sub>	2(3*50)	126,50	1,47	0,093	130	32890
TPPTT-B <sub>3</sub>	3*50	312,50	0,927	0,289	130	40,625
TPPTT-B <sub>4</sub>	2(3*50)	168,50	1,47	0,124	130	43810
Tổng số vốn đầu tư cho đường dây: <b>K<sub>D</sub> = 159575.10<sup>3</sup>(đ)</b>						

**\* Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây.**

- Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:

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

Trong đó:

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

n: Số đường dây đi song song.

- Kết quả tính toán ghi trong bảng :

**Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây  
của phương án 4:**

Đường cáp	F(mm <sup>2</sup> )	L(m)	r <sub>0</sub> (Ω/km)	R(Ω)	S <sub>tt</sub> (kVA)	ΔP (kW)
TPPTT-B <sub>1</sub>	2(3*50)	162,50	0,494	0,04	929,86	0,028
TPPTT-B <sub>2</sub>	2(3*50)	126,50	0,494	0,03	1248,20	0,038
TPPTT-B <sub>3</sub>	3*50	312,50	0,494	0,15	926,93	0,105
TPPTT-B <sub>4</sub>	2(3*50)	168,50	0,494	0,04	1158,73	0,044
Tổng tổn thất công suất tác dụng trên dây dẫn: <b>ΔP<sub>D</sub> = 0,215(kW)</b>						

**\* Tổn thất điện năng trên đường dây.**

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

Trong đó: T là thời gian tổn thất công suất lớn nhất.

Ứng với T<sub>max</sub> = 6300(h) thì τ = 4980(h)

$$\Delta A_D = \Delta A_P \cdot \tau = 0,215 \cdot 4980$$

$$\Rightarrow \Delta A_D = 1070,7(\text{kWh})$$

**c. Vốn đầu tư mua máy cắt điện trong mạng cao áp của phương án 4.**

- Mạng cao áp trong phương án có điện áp 35kV từ TPPTT đến 4 TBAPX. Trạm PPTT có 2 phân đoạn thanh góp nhận điện từ 2 lộ dây kép của đường dây trên không đưa điện từ hệ thống về.

- Trong 4 TBA, có 3 trạm mỗi trạm có 2 MBA và 1 TBA có 1 MBA nhận điện trực tiếp từ 2 phân đoạn thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp. Vậy trong mạng cao áp của phân xưởng, ta sử dụng 7 máy cắt điện cấp 35kV

cộng thêm 1 máy cắt phân đoạn thanh góp cấp 35kV ở TPPTT, tổng cộng là 8 máy cắt điện

- Vốn đầu tư mua máy cắt trong phương án 4:

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

Trong đó:

n: Số lượng máy cắt trong mạng cần xét đến.

M: Giá máy cắt,  $M=12000\text{USD}$  (10kV)

Tỷ giá quy đổi tạm thời:  $1\text{USD} = 15,80.10^3 \text{ VNĐ}$

$$\Rightarrow K_{MC} = 8.30000,8.10^3$$

$$\Rightarrow K_{MC} = 3792.10^6 (\text{Đ})$$

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

- Khi tính toán vốn đầu tư xây dựng mạng điện tử chỉ tính đến giá thành cáp, máy biến áp và máy cắt điện khác nhau giữa các phương án, các phần giống nhau đã được bỏ qua không xét đến:

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

- Tổn thất điện năng trong các phương án bao gồm tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D$$

- Chi phí tính toán  $Z_4$  của phương án :

+ Vốn đầu tư:

$$K_4 = K_B + K_D + K_{MC} = (868 + 159,575 + 3792).10^6$$

$$\Rightarrow K_4 = 4819,575.10^6 (\text{Đ})$$

+ Tổng tổn thất điện năng trong các TBA và đường dây:

$$\Delta A_4 = \Delta A_B + \Delta A_D = 343623 + 1070,7$$

$$\Rightarrow \Delta A_4 = 344694(\text{kWh})$$

+ Chi phí tính toán:

$$Z_4 = (a_{vh} + a_{tc}).K_4 + C. \Delta A_4$$

$$\Rightarrow Z_4 = (0,1 + 0,2).4819,575.10^6 + 1000.210933,265$$

$$\Rightarrow Z_4 = 1790,56.10^6 (\text{VNĐ})$$

### 3.3.5 Tổng hợp chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các phương án.

- Từ những kết quả tính được, ta có kết quả cho ở bảng

**Tổng hợp chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các phương án.**

Phương án	Vốn đầu tư (10 <sup>6</sup> Đ)	Tổn thất điện năng (kWh)	Chi phí tính toán (10 <sup>6</sup> Đ)
Phương án 1	<b>2891,36</b>	<b>540832</b>	<b>1408,24</b>
Phương án 2	<b>3325,94</b>	<b>536778</b>	<b>1342,68</b>
Phương án 3	<b>5681,57</b>	<b>344900</b>	<b>2049,37</b>
Phương án 4	<b>4819,57</b>	344694	<b>1790,56</b>

**- Nhận xét:**

Kết quả tính toán cho thấy phương án 1 và phương án 2 có tổn thất điện năng lớn hơn phương án 3 và 4 nhiều lần loại bỏ không lựa chọn. Trong hai phương án 3 và 4 thì phương án 4 có vốn đầu tư, tổn thất điện năng và chi phí tính toán nhỏ hơn phương án 3. Mặt khác, phương án 3 có nhiều chủng loại MBA hơn nên không tiện cho việc thay thế sửa chữa. Hơn nữa, phương án 3 có tổn thất điện năng lớn hơn phương án 4 nên về lâu dài trong quá trình vận hành sẽ không kinh tế bằng phương án 4.

**Vậy, chọn phương án 4 làm phương án thiết kế.**

**3.4 Thiết kế chi tiết cho phương án được chọn.****3.4.1 Chọn dây dẫn từ TBATG về TPPTT.**

- Đường dây cung cấp từ TBATG của hệ thống về TPPTT của nhà máy dài 10(km). Sử dụng đường dây trên không, dây nhôm lõi thép, lộ kép.

- Với mạng cao áp có  $T_{\max}$  lớn, dây dẫn được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế  $J_{kt}$ . Tra bảng 4.1 (trang 143 TL2) với dây dẫn AC có thời gian sử dụng công suất lớn nhất  $T_{\max} = 6300(h)$  ta có  $J_{kt} = 2,7(A/mm^2)$ .

- Dòng điện tính toán chạy trên dây dẫn:

$$+ \quad I_{ttnm} = \frac{S_{ttnm}}{2 \cdot \sqrt{3} U_{dm}} = \frac{3400,69}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 28,05(A)$$

+ Tiết diện kinh tế của cáp:

$$F_{kt} = \frac{I_{ttnm}}{J_{kt}} = \frac{28,05}{2,7} = 10,389(mm^2)$$

+ Chọn dây nhôm lõi thép tiết diện 35(mm<sup>2</sup>). Tra phụ lục bảng 2 TL5 với dây dẫn AC – 35 có  $I_{cp} = 175(A)$ .

- Kiểm tra dây dẫn theo sự cố đứt một dây:

$$I_{sc} = 2 \cdot I_{ttnm} = 2 \cdot 28,05 = 56,1(A) < I_{cp} = 175(A).$$

Vậy dây dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện sự cố.

- Kiểm tra dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép:

+ Với dây dẫn AC – 35 có khoảng cách trung bình hình học giữa các dây  $D_{tb} = 2(m)$ , tra bảng 6 TL5 được  $r_0 = 0,91(\Omega/km)$  và  $x_0 = 0,445 (\Omega/km)$ .

$$+ \Delta U = \frac{P_{\text{ttm}} \cdot R + Q_{\text{ttm}} \cdot X}{U_{\text{dm}}} = \frac{2418,93 \cdot 0,91 \cdot 10 + 2390,29 \cdot 0,445 \cdot 10}{2,35}$$

$$\Rightarrow \Delta U = 466,40 \text{ (V)}.$$

Vì đường dây là lộ kép nên:

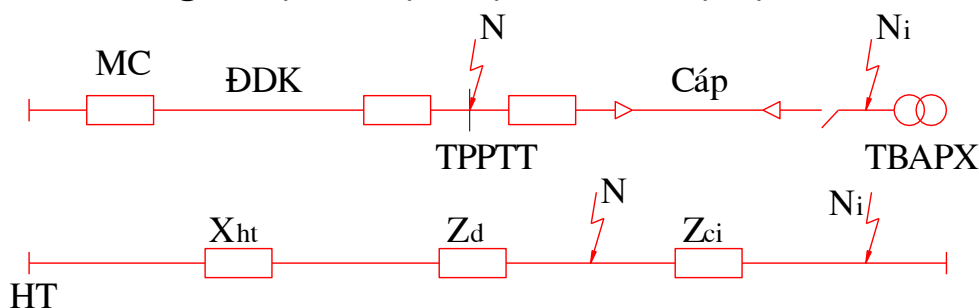
$$R = \frac{r_0 \cdot l}{2}; X = \frac{x_0 \cdot l}{2}$$

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

$\Rightarrow$  Dây dẫn được chọn thoả mãn điều kiện tổn thất điện áp cho phép.

Vậy chọn dây AC – 35.

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



Hình 3.6: Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch.

#### a. Sơ đồ nguyên lý.

TBATG: Trạm biến áp trung gian

TPPTT: Trạm phân phối trung tâm

TBAPX: Trạm biến áp phân xưởng

MC<sub>1</sub>, MC<sub>2</sub>: Máy cắt đầu nguồn và cuối nguồn của đường dây cung cấp điện.

ĐDK: Đường dây trên không.

#### b. Sơ đồ thay thế.

HT: Hệ thống điện quốc gia

Z<sub>d</sub>: Tổng trở của đường dây trên không.

Z<sub>c</sub>: Tổng trở của cáp.

- Để lựa chọn, kiểm tra dây dẫn và các khí cụ điện cần phải tính toán 5 điểm ngắn mạch sau:

+ N: Điểm ngắn mạch trên thanh cái trạm PPTT để kiểm tra máy cắt và thanh góp.

+ N<sub>i</sub> (i = 1 → 4): Điểm ngắn mạch trên thanh cái TPPTT để kiểm tra cáp và thiết bị cao áp của mạng.

- Điện kháng của hệ thống điện được tính theo công thức:

$$X_{\text{ht}} = \frac{U_{\text{tb}}^2}{S_N} (\Omega)$$

Trong đó:

$S_N$ : Công suất của máy cắt  $MC_1$  (ngắn mạch về phía hạ áp của máy biến áp trung áp hệ thống).  $S_N = 250(MVA)$ .

$U_{tb}$ : Điện áp trung bình của đường dây,  $U_{tb} = 1,05 \cdot U_{dm} = 1,05 \cdot 35 = 36,75(kV)$

- Điện trở và điện kháng của đường dây:

$$R = \frac{r_0 \cdot l}{2} (\Omega); X = \frac{x_0 \cdot l}{2} (\Omega)$$

Trong đó:

$r_0, x_0$ : Điện trở và điện kháng trên 1km dây dẫn ( $\Omega/km$ ).

$l$ : Chiều dài đường dây ( $l=10km$ ).

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

$$I_N = I'' = I_\infty = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_N}$$

Trong đó:

$Z_N$ : Tổng trở từ hệ thống điện đến điểm ngắn mạch cần tính ( $\Omega$ ).

$U_{tb}$ : Điện áp trung bình của đường dây.

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

$$I_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N (kA).$$

**Bảng 3.19: Thông số của đường dây trên không và cáp.**

Đường cáp	F (mm <sup>2</sup> )	L (m)	$r_0$ ( $\Omega/km$ )	$x_0$ ( $\Omega/km$ )	R ( $\Omega$ )	X ( $\Omega$ )
TBATG– TPPTT	AC–35	10000	0,91	0,445	4,55	2,33
TPPTT-B <sub>1</sub>	3*50	162,5	0,494	0,14	0,040	0,011
TPPTT-B <sub>2</sub>	3*50	162,5	0,494	0,14	0,031	0,009
TPPTT-B <sub>3</sub>	3*50	162,5	0,494	0,14	0,154	0,044
TPPTT-B <sub>4</sub>	3*50	162,5	0,494	0,14	0,041	0,012

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

$$X_{ht} = \frac{U_{tb}^2}{S_N} = \frac{36,75^2}{250} = 5,4(\Omega)$$

$$R = R_{dd} = 4,55(\Omega)$$

$$X = X_{ht} + X_{dd} = 5,4 + 2,23 = 7,63 (\Omega)$$

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_N} = \frac{36,75}{\sqrt{3} \cdot Z_N} = \frac{36,75}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{4,55^2 + 7,63^2}} = 2,39(kA)$$

$$I_{xk} = 1,8 \sqrt{2} \cdot I_N = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,39 = 6,08(kA)$$

- Tính điểm ngắn mạch N<sub>1</sub> tại thanh cái trạm biến áp phân xưởng B<sub>1</sub>:

$$X_{ht} = \frac{U_{tb}^2}{S_N} = \frac{36,75^2}{250} = 5,4(\Omega)$$

$$R = R_{dd} + R_C = 4,55 + 0,04 = 4,59(\Omega)$$

$$X = X_{ht} + X_{dd} + X_C = 5,4 + 2,23 + 0,011 = 7,641(\Omega)$$

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_N} = \frac{36,75}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{4,59^2 + 7,641^2}} = 2,38 \text{ (kA)}$$

$$I_{xk} = 1,8 \sqrt{2} \cdot I_N = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,38 = 6,06 \text{ (kA)}$$

**Bảng 3.20: Kết quả tính toán ngắn mạch.**

Điểm ngắn mạch	$I_N$ (kA)	$I_{xk}$ (kA)
N	2,39	6,08
N <sub>1</sub>	2,38	6,06
N <sub>2</sub>	2,38	6,06
N <sub>3</sub>	2,36	6,00
N <sub>4</sub>	2,38	6,06

### 3.4.3 Lựa chọn và kiểm tra các thiết bị điện.

#### 1. Trạm phân phối trung tâm.

- Trạm phân phối trung tâm là nơi trực tiếp nhận điện từ hệ thống về để cung cấp điện cho nhà máy nên việc lựa chọn sơ đồ nối dây của trạm có ảnh hưởng trực tiếp đến vấn đề an toàn cung cấp điện cho nhà máy. Do đó sơ đồ cần phải thoả mãn các điều kiện cơ bản như: đảm bảo cung cấp điện liên tục theo yêu cầu của phụ tải, rõ ràng và thuận tiện cho việc vận hành và xử lý sự cố, an toàn khi sửa chữa và hợp lý về mặt kinh tế trên cơ sở đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật.

- Nhà máy đồng hồ đo chính xác được xếp vào hộ tiêu thụ loại II nên trạm phân phối của nhà máy được cung cấp bởi 2 đường dây nối với hệ thống 1 thanh góp có phân đoạn, liên lạc giữa 2 phân đoạn thanh góp bằng máy cắt hợp bộ. Trên mỗi phân đoạn thanh góp đặt 1 máy biến áp 3 pha năm trụ có cuộn tam giác hở bảo chạm đất 1 pha trên cấp 35kV. Để chống sét truyền từ đường dây vào trạm đặt chống sét van trên các phân đoạn thanh góp. Máy biến dòng được đặt trên tất cả các lộ vào của trạm có tác dụng biến đổi dòng điện lớn (sơ cấp) thành dòng điện 5(A) để cung cấp cho các dụng cụ đo lường và bảo vệ.

#### a. Lựa chọn và kiểm tra máy cắt, thanh dẫn của trạm PPTT.

- Các máy cắt đặt tại TPPTT gồm có 2 máy cắt nối đường dây trên không cấp điện cho trạm và 2 phân đoạn thanh góp. Trên mỗi phân đoạn thanh góp có 4 máy cắt nối thanh góp với các tuyến cấp cấp điện cho 4 trạm biến áp phân xưởng. Một máy cắt nối giữ 2 phân đoạn thanh góp. Các máy cắt có nhiệm vụ đóng cắt mạch điện cao áp đồng thời cắt dòng điện phụ tải phục vụ cho công tác vận hành. Ngoài ra, máy cắt còn có chức năng cắt dòng ngắn mạch để bảo vệ các phần tử của hệ thống điện. Căn cứ vào các số liệu kỹ thuật đã tính được của nhà máy, chọn các tủ máy cắt hợp bộ của SIEMENS loại 8DC11 cách điện

SF6, không cần bảo trì. Hệ thống thanh góp đặt sẵn trong tủ có dòng điện định mức 1250(A).

- Các điều kiện chọn máy cắt 8DC11:
  - + Điện áp định mức:  $U_{dmMC} = 36 \geq U_{dmnm} = 35$  (kV).
  - + Dòng điện định mức:  $I_{dmMC} = 1250(A) \geq I_{lvmax} = 2 \cdot I_{tnm} = 2 \cdot 28,05 = 56,1$  (A)
  - + Dòng điện cắt định mức:  $I_{dmcát} = 25(kA) \geq I_N = 1,94(kA)$
  - + Dòng điện ổn định cho phép:  $i_{dmôđ} = 63(kA) \geq i_{xk} = 4,94(kA)$
- Vì thanh dẫn chọn vượt cấp nên không cần kiểm tra ổn định động.

**Bảng 3.21: Thông số máy cắt đặt tại TPPTT**

Loại MC	Cách điện	$I_{dm}(A)$	$U_{dm}(kV)$	$I_{cát}(kA)$	$I_{cát\ max}(kA)$
8DC11	SF6	1250	36	25	63

**b. Lựa chọn và kiểm tra BU.**

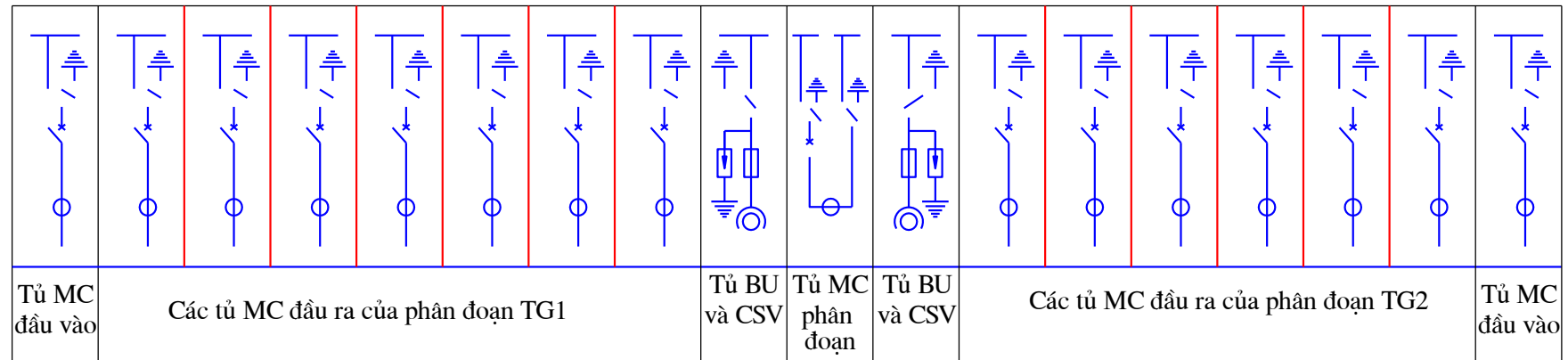
- BU là MBA đo lường (biến điện áp) có chức năng biến đổi điện áp sơ cấp bất kì xuống 100(V) hoặc  $100/\sqrt{3}$  cấp nguồn áp cho các mạch đo lường, điều khiển tín hiệu, bảo vệ.
- BU thường đấu theo sơ đồ Y/Y; V/V. Ngoài ra còn có loại BU3 pha 5 trụ  $Y_0/Y_0/\Delta$  (đấu sao không, sao không, tam giác hở). Trong đó cuộn tam giác hở ngoài chức năng thông thường còn có nhiệm vụ bảo chạm đất 1 pha. BU này thường dùng cho mạng trung tính cách điện (10kV, 35kV).
- BU được chọn theo điều kiện điện áp định mức:

$$U_{dmBU} \geq U_{dm.m} = 35(kV).$$

Chọn loại BU 3 pha 5 trụ 4MS36, kiểu hình trụ do hãng Siemens chế tạo có các thông số như sau:

**Bảng 3.22: Thông số kĩ thuật của BU loại 4MS36**

Thông số kĩ thuật	4MS36
$U_{dm}(kV)$	36
U chịu đựng tần số công nghiệp 1 (kV)	70
U chịu đựng xung 1,2/50 $\mu s$ (kV)	170
$U_{1dm}(kV)$	$35/\sqrt{3}$
$U_{2dm}(kV)$	$100/\sqrt{3}$
Tải định mức (VA)	400



**Hình3.7: Sơ đồ ghép nối trạm phân phối trung tâm**  
**Tất cả các tủ hợp bộ đều của hãng Siemens, cách điện bằng SF6, loại DC11, không cần bảo trì.**  
**Dao cách ly có 3 vị trí: hở mạch, nối mạch và tiếp đất.**



**c. Lựa chọn và kiểm tra máy biến dòng điện BI:**

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

- BI được chọn theo điều kiện:

+ Điện áp định mức:

$$U_{dmBI} \geq U_{dm.m} = 35(kV)$$

+ Dòng điện sơ cấp định mức: Khi sự cố, MBA có thể quá tải 30% nên BI chọn theo dòng cường bức qua máy biến áp có công suất lớn nhất trong mạng là 1000 (kVA).

$$I_{dmBI} \geq \frac{I_{max}}{1,2} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{1,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = \frac{1,3 \cdot 1000}{1,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 17,87(A)$$

Vậy, chọn BI loại 4ME16 kiểu hình trụ do hãng Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật như sau:

**Bảng 3.23: Thông số kỹ thuật của BI loại 4ME16**

Thông số kỹ thuật	4ME16
$U_{dm}$ (kV)	36
U chịu đựng tần số công nghiệp 1(kV)	70
U chịu đựng xung 1,2/50 $\mu s$ (kV)	170
$I_{1dm}$ (kA)	5-1200
$I_{2dm}$ (A)	1 hoặc 5
$I_{\text{ôđ nhiệt}}$ (kA)	80
$I_{\text{ôđ động}}$ (kA)	120

**d. Lựa chọn chống sét van.**

- Chống sét van là một thiết bị có nhiệm vụ chống sét đánh từ đường dây trên không truyền vào TBA và TPP. Chống sét van được làm bằng một điện trở phi tuyến: Với điện áp định mức của lưới điện, điện trở chống sét có trị số vô cùng không cho dòng điện đi qua, còn khi có điện áp sét thì điện trở giảm sét đến không, chống sét van tháo dòng điện xuống đất.

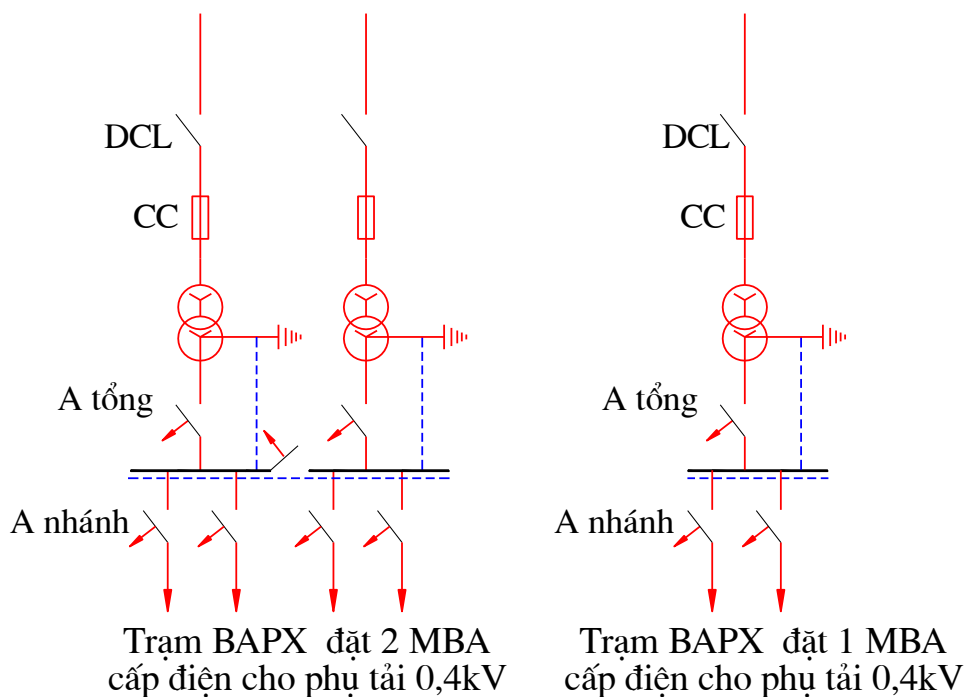
- Chống sét van được chế tạo ở nhiều cấp điện áp. Với nhà máy thiết kế, ta chọn chống sét van theo cấp điện áp  $U_{dm.m} = 35(kV)$ .

Chọn loại chống sét van do hãng COOPER chế tạo có  $U_{dm} = 36(kV)$ , loại giá đỡ ngang AZLP 501 B36.

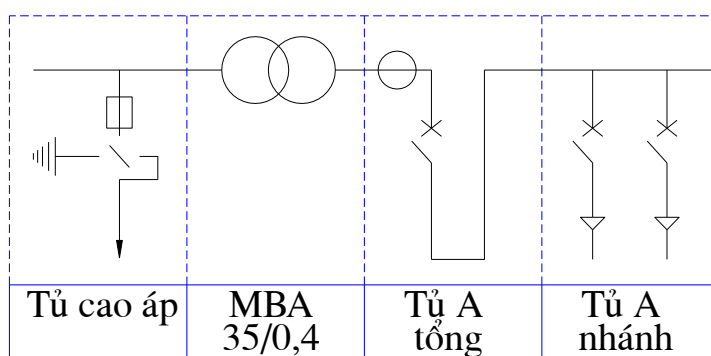
**2. Trạm biến áp phân xưởng.**

3 trạm biến áp phân xưởng  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_4$  mỗi trạm đặt 2 máy biến áp còn trạm  $B_3$  đặt 1 MBA. Vì các trạm biến áp phân xưởng đặt không xa trạm PPTT nên ở phía cao áp chỉ cần đặt cầu dao và cầu chì. Dao cách ly dùng để cách ly MBA khi sửa chữa còn cầu chì dùng để bảo vệ ngắn mạch và quá tải cho MBA. Phía hạ áp đặt Aptomat tổng và Aptomat nhánh, thanh cái hạ áp được phân

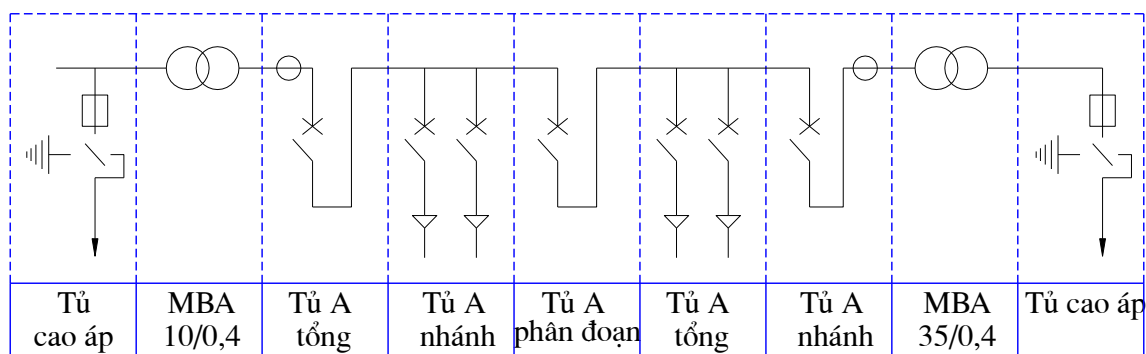
đoạn bằng Aptomat phân đoạn. Để hạn chế dòng ngắn mạch về phía hạ áp của trạm và đơn giản cho việc bảo vệ, chọn phương thức cho 2 MBA làm việc độc lập (aptomat phân đoạn của thanh cái hạ áp ở trạng thái cắt). Chỉ khi nào 1 MBA bị sự cố mới sử dụng Aptomat phân đoạn để cấp điện cho phụ tải của phân đoạn đi với MBA sự cố.



Hình 3.8: Sơ đồ trạm biến áp phân x-ở



Hình 3.9: Sơ đồ đấu nối trạm biến áp B3, đặt 1 MBA



Hình 3.10: Sơ đồ đấu nối các TBA đặt 2MBA: B1, B2, B4

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

- Cầu dao hay còn gọi là dao cách ly có nhiệm vụ chủ yếu là cách ly phần mạng điện và không mạng điện, tạo khoảng cách an toàn trông thấy, phục vụ cho công tác sửa chữa, kiểm tra, bảo dưỡng lưới điện. Dao cách ly cũng có thể đóng cắt dòng không tải của MBA nếu công suất máy không lớn lắm.
  - Cầu dao được chế tạo ở mọi cấp điện áp nhưng ta sẽ dùng chung một loại dao cách ly cho tất cả các TBA để dễ dàng cho việc mua sắm lắp đặt và thay thế.
  - Dao cách ly được chọn theo các điều kiện:
    - + Điện áp định mức:  $U_{dmMC} \geq U_{dm.m} = 35(kV)$
    - + Dòng điện định mức:  $I_{dmCL} \geq I_{lvmax} = 2.I_{ttm} = 2.28,05 = 56,10$
    - + Dòng điện ổn định động cho phép:  $I_{dmd} \geq I_{xk} = 6,08 (kA)$
- Chọn loại 3DC do hãng Siemens chế tạo với các thông số kỹ thuật sau:

**Bảng 3.24: Thông số kỹ thuật của dao cách ly 3DC**

$U_{dm}(kV)$	$I_{dm}(A)$	$I_{nt}(A)$	$I_{nmax}(kA)$
36	630	35	50

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

- Cầu chì là thiết bị bảo vệ, có nhiệm vụ cắt đứt mạch điện khi có dòng điện lớn quá trị số cho phép đi qua. Nói cách khác, chức năng của cầu chì là bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Trong lưới điện cao áp ( $U > 1000 V$ ), cầu chì thường được dùng ở các vị trí:
  - + Bảo vệ MBA đo lường ở các cấp điện áp.
- + Kết hợp với cầu dao phụ tải thành máy cắt phụ tải để bảo vệ các đường dây trung áp.
- + Đặt phía cao áp của TBA phân phối để bảo vệ ngắn mạch cho MBA.
- Cầu chì được chế tạo theo nhiều kiểu và ở nhiều cấp điện áp khác nhau. Ở cấp điện áp trung áp và cao áp thường sử dụng loại cầu chì ống.
- Với các TBA B<sub>3</sub> có công suất không lớn lắm nên ta dùng chung 1 loại cầu chì để dễ dàng thay thế, lắp ráp và sửa chữa.
- Các điều kiện chọn cầu chì:

- + Điện áp định mức:  $U_{dmcc} \geq U_{dmm} = 35 \text{ (kV)}$
- + Dòng điện định mức: Khi sự cố 1MBA thì máy còn lại có thể quá tải 30%:

$$I_{dmCC} \geq I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot 35} = \frac{1,3 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 35} = 21,4 \text{ (A)}$$

- + Dòng điện cắt định mức (chọn theo dòng ngắn mạch lớn nhất của MBA trên thanh cái) :

$$I_{dmccat} \geq I_{N3} = 2,36 \text{ (kA)}$$

→ Chọn loại cầu chì ống cao do hãng Siemens chế tạo loại 3GD 1605 – 5B.

**Bảng 3.25: Thông số kỹ thuật của cầu chì loại 3GD 1605 – 5B**

$U_{dm} \text{ (kV)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	$I_{cắtNmin} \text{ (A)}$	$I_{cắtN} \text{ (kA)}$
36	25	120	31,50

- Tính chọn cầu chì cho các TBA  $B_1, B_2, B_4$  có công suất định mức  $S_{dmB} = 630 \text{ (kVA)}$ :

- + Điện áp định mức:  $U_{dmCC} \geq U_{dmm} = 35 \text{ (kV)}$
- + Dòng điện định mức khi sự cố một MBA, máy còn lại có thể quá tải 30%.

$$I_{dmCC} \geq I_{lvmax} = \frac{k_{qbt} \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot 35} = \frac{1,3 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 35} = 13,51 \text{ (A)}$$

- + Dòng điện cắt định mức:  $I_{dmccat} \geq I_{N1} = 3,29 \text{ (kA)}$ .

Chọn cầu chì ống cao áp do hãng Siemens chế tạo loại 3GD1 603 – 5B có các thông số kỹ thuật sau:

**Bảng 3.26: Thông số kỹ thuật của cầu chì loại 3GD1 603 – 5B**

$U_{dm} \text{ (kV)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	$I_{cắtNmin} \text{ (A)}$	$I_{cắtN} \text{ (kA)}$
36	16	62	31,50

### c. Lựa chọn và kiểm tra aptômat:

- Aptômat là thiết bị đóng cắt hạ áp, có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Tuy nhiên so với cầu chì, aptômat có ưu điểm hơn hẳn cầu chì là khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn, đóng cắt đồng thời 3 pha và khả năng tự động hoá cao nên aptomat dù đắt tiền vẫn ngày càng được sử dụng rộng rãi trong lưới điện hạ áp công nghiệp cũng như lưới điện ánh sáng sinh hoạt.
- Aptômat tổng, aptômat phân đoạn và aptômat nhánh đều chọn dùng các aptômat không khí do hãng Merlin Gerlin chế tạo.
- Với trạm 1 MBA đặt 1 aptômat tổng và 1 aptômat nhánh.
- Với trạm 2 MBA đặt 2 tủ aptômat tổng và một tủ aptômat phân đoạn là 2 tủ aptômat nhánh.
- Aptômat tổng và các aptômat phân đoạn được chọn theo các điều kiện:
  - + Điện áp định mức:  $U_{dmA} \geq U_{dmm} = 0,8 \text{ (kV)}$

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

\* Với TBA B<sub>3</sub> có S<sub>dmB</sub> = 1000(kVA)

$$I_{dmA} \geq I_{lvmax} = \frac{1,3 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1975,14(A)$$

\* Với TBA B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> có S<sub>dmB</sub> = 630(kVA)

$$I_{dmA} \geq I_{lvmax} = \frac{1,3 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1244,34(A)$$

**Bảng 3.27: Kết quả chọn aptomat tổng và aptomat phân đoạn:**

Tên trạm	Loại	Số lượng	U <sub>dm</sub> (V)	I <sub>dm</sub> (A)	I <sub>cắtN</sub> (A)	Số cực
B <sub>3</sub>	M20	1	390	2000	55	3
B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub>	M12	3	690	1250	40	3

- Aptomat nhánh được chọn theo các điều kiện:

+ Điện áp định mức: U<sub>dmA</sub> ≥ U<sub>dmm</sub> = 0,38(kV)

+ Dòng điện định mức:

$$I_{dmA} \geq I_{tt} = \frac{S_{ttx}}{n \sqrt{3} \cdot U_{dmm}}$$

Trong đó:

n: Số aptomat nhánh đưa điện về phân xưởng.

+ Kết quả lựa chọn Aptomat nhánh ghi trong bảng 3.28

**Bảng 3.28: Kết quả lựa chọn aptomat nhánh loại 4 cực của Merlin Gerlin.**

Tên phân xưởng	S <sub>tt</sub> (kVA)	I <sub>tt</sub> (A)	Loại	Số lượng	U <sub>dm</sub> (V)	I <sub>dm</sub> (A)	I <sub>cắtN</sub> (kA)
Phân xưởng tiện cơ khí	929,86	706,39	C801N	2	690	800	25
Phân xưởng dập	1107,34	841,21	C1001N	2	690	1000	25
Phân xưởng lắp ráp số 1	495,16	376,16	NS400N	2	690	400	10
Phân xưởng lắp ráp số 2	548,28	416,51	NS630N	2	690	630	10
Phân xưởng sửa chữa cơ khí	140,86	214,01	NS250N	1	690	250	8
Phòng TN trung tâm	219,22	333,07	NS400N	1	690	400	10
Phòng thực nghiệm	542,96	824,94	C1001N	1	690	1000	25
Trạm bơm	115,29	87,58	C100E	2	500	100	7,5
Phòng thiết kế	164,75	250,31	NS400N	1	690	400	10

#### d. Lựa chọn thanh góp.

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

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

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

Dòng điện cường bức tính với TBA B<sub>2</sub> có S<sub>tt</sub> = 1248,20(kVA)

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{cb} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmm}} = \frac{1248,20}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1896,44 \text{ (A)}$$

Trong đó:

+ k<sub>1</sub>=1: Với thanh góp đặt đứng

+ k<sub>2</sub>=1: Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt môi trường

→ I<sub>cp</sub> ≥ I<sub>cb</sub> = (A)

Chọn thanh dẫn đồng tiết diện hình chữ nhật có kích thước 80x6 (mm\*mm), mỗi pha ghép 2 thanh với I<sub>cp</sub> = 2110(A).

#### e. Kiểm tra cáp đã chọn.

Để đơn giản, ở đây ta chỉ cần kiểm tra với tuyến cáp có dòng ngắn mạch lớn nhất: I<sub>N1</sub> = 2,38(kA).

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

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

Trong đó:

α = 6: Hệ số nhiệt độ của cáp lõi đồng.

I<sub>∞</sub>: Dòng ngắn mạch ổn định

t<sub>qd</sub>: Thời gian quy đổi, xác định như tổng thời gian tác động của bảo vệ chính đặt tại nhà máy cắt điện gần điểm sự cố với thời gian tác động toàn phần của máy cắt điện.

$$t_{qd} = f(\beta'', t)$$

t: Thời gian tồn tại ngắn mạch, lấy t = 0,5(s).

$$\beta'' = \frac{I''}{I_{\infty}}$$

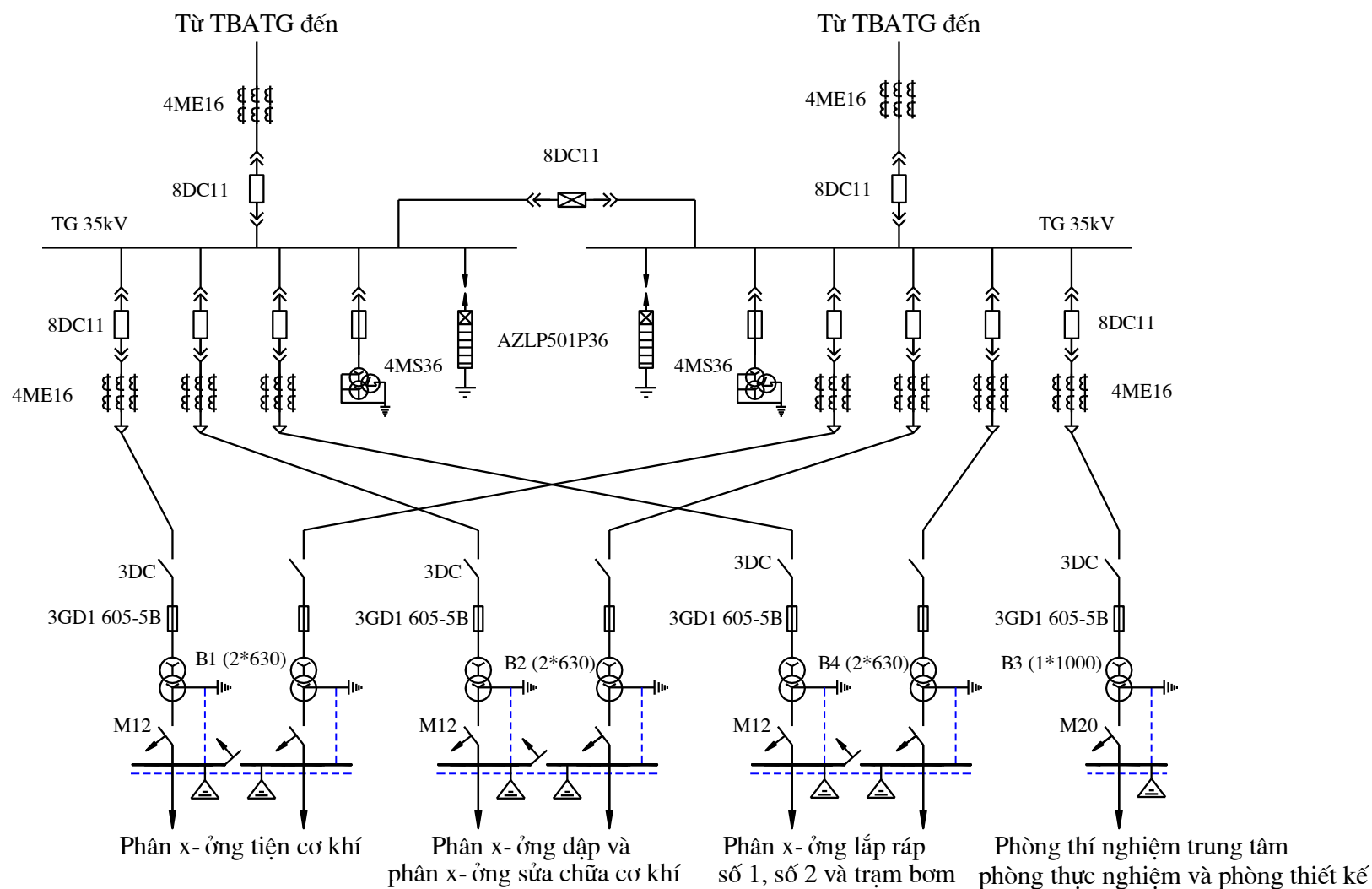
Vì ngắn mạch là xa nguồn nên I<sub>N</sub> = I''<sub>∞</sub> = I<sub>∞</sub> ⇒ β'' = 1.

Tra đồ thị trang 109 TL VI tìm được t<sub>qd</sub> = 0,4.

⇒ Tiết diện ổn định nhiệt của cáp:

$$F \geq \alpha \cdot I_{\infty} \sqrt{t_{qd}} = 6 \cdot 2,38 \cdot \sqrt{0,4} = 9,03 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Vậy chọn cáp 50mm<sup>2</sup> là hợp lý.



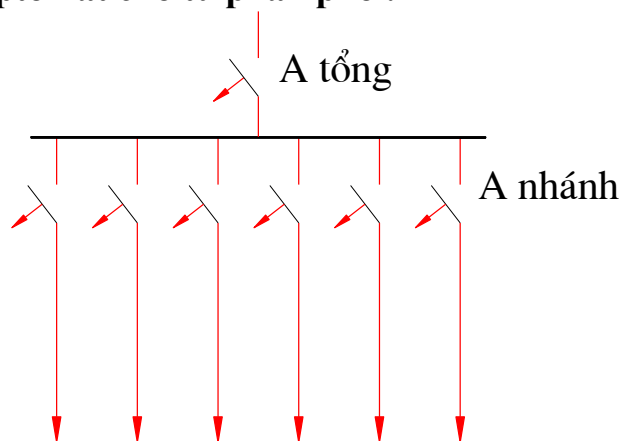
**Hình 3.11: Sơ đồ nguyên lý mạng cao áp toàn nhà máy**

## CHƯƠNG IV. THIẾT KẾ MẠNG ĐIỆN HẠ ÁP CHO PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ.

Phân xưởng sửa chữa cơ khí có diện tích  $2250(m^2)$ , gồm 69 thiết bị được chia thành 5 nhóm. Công suất tính toán của phân xưởng là  $140,86(kVA)$ , trong đó có  $29,25(kW)$  sử dụng cho hệ thống chiếu sáng. Để cấp điện cho phân xưởng sửa chữa cơ khí ta sử dụng sơ đồ hỗn hợp. Điện năng từ TBA B<sub>2</sub> được đưa về tủ phân phối của phân xưởng. Trong tủ phân phối đặt 1 Áptômat tổng và 6 Áptômat nhánh cấp điện cho 5 tủ động lực và một tủ chiếu sáng. Từ tủ phân phối đến các tủ động lực và tủ chiếu sáng sử dụng sơ đồ hình tia để thuận tiện cho việc quản lý và vận hành. Mỗi tủ động lực cấp điện cho một 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, các phụ tải có công suất bé và ít quan trọng hơn được ghép thành các nhóm nhỏ để nhận điện từ tủ theo sơ đồ liên thông (xích). Để dễ dàng thao tác và tăng thêm độ tin cậy khi cung cấp điện, tại các đầu vào và ra của tủ đều đặt các aptômat làm nhiệm vụ đóng cắt, bảo vệ quá tải và ngắn mạch cho các thiết bị trong phân xưởng. Tuy nhiên giá thành của tủ sẽ đắt hơn khi dùng cầu dao và cầu chì, song đây cũng là xu hướng thiết kế cung cấp điện cho các xí nghiệp công nghiệp hiện đại.

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

#### 4.1.1 Lựa chọn aptômat cho tủ phân phối.



**Hình 4.1: Sơ đồ tủ phân phối**

Các aptômat được chọn theo điều kiện tương tự như đã trình bày ở mục 3.4.3 phần 2.c chương III. Nhận thấy các nhóm có công suất tương đối bằng nhau. Nhóm máy 2 có dòng điện tính toán và dòng điện đỉnh nhọn là lớn nhất trong 5 nhóm nên ta sẽ chọn aptômat nhánh của tủ theo các điều kiện yêu cầu của nhóm 2. Kết quả lựa chọn aptômat của Merin Gerin cho tủ phân phối ghi ở bảng 4.1.



**Bảng 4.1: Kết quả lựa chọn aptômat của Merin Gerin cho tủ phân phối**

Tuyến cáp	$I_{tt}$ (A)	Loại	$I_{dm}$ (A)	$U_{dm}$ (A)	$I_{cắt}$ (kA)	Số cực
Aptômat tổng	208,33	NS250N	250	690	10	4
TPP – TĐL1	49,818	C60N	63	440	6	4
TPP – TĐL2	32,834	C60N	63	440	6	4
TPP – TĐL3	47,192	C60N	63	440	6	4
TPP – TĐL4	57,64	C60N	63	440	6	4
TPP – TĐL5	25,03	C60N	63	440	6	4

**4.1.2 Chọn cáp từ TBA B2 về tủ phân phối của phân xưởng.**

- Phân xưởng sửa chữa cơ khí là hộ tiêu thụ loại 3 có:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}}} = \frac{140,86}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 214(\text{A})$$

- Vì chỉ có một cáp đi trong rãnh nên điều kiện chọn cáp là:

$$I_{\text{cp}} \geq I_{\max} = 214 (\text{A})$$

Tra phụ lục V.12 TL2 chọn cáp đồng hạ áp 4 ruột, cách điện PVC do hãng LENS chế tạo loại 3\*70+50 có  $I_{\text{cp}} = 254 (\text{A})$  đặt trong hào cáp.

- Trong tủ hạ áp của TBA B<sub>2</sub>, ở đầu đường dây đến tủ phân phối đã đặt 1 aptômat loại NS250N do hãng Merin Gerin chế tạo có  $I_{\text{dmA}} = 250 (\text{A})$ .
- Kiểm tra cáp theo điều kiện phối hợp với thiết bị bảo vệ khi bảo vệ bằng aptômat:

$$I_{\text{cp}} \geq \frac{I_{\text{kđđt}}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot I_{\text{dmA}}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 250}{1,5} = 208,33(\text{A})$$

Vậy tiết diện cáp đã chọn là hợp lý.

**4.1.3 Chọn cáp từ tủ phân phối đến các tủ động lực.**

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

- Điều kiện chọn cáp:

$$k_{\text{hc}} \cdot I_{\text{cp}} \geq I_{\text{tt}}$$

Trong đó:

$I_{\text{tt}}$ : Dòng điện tính toán của nhóm phụ tải (A)

$I_{\text{cp}}$ : Dòng điện phát nóng cho phép.

$k_{\text{hc}}$ : Hệ số hiệu chỉnh, lấy  $k_{\text{hc}} = 1$ .

- Điều kiện kiểm tra cáp phối hợp với thiết bị bảo vệ khi bảo vệ bằng aptômat:

$$I_{\text{cp}} \geq \frac{I_{\text{kđđt}}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot I_{\text{dmA}}}{1,5}$$

### Chọn cáp từ tủ phân phối đến tủ động lực I (cho nhóm 2)

Cáp được bảo vệ bằng aptômat C60N có  $I_{dm} = 63A$  (kết quả tính phân trên)

$$I_{ttNhom1} = 49,818 A$$

Theo điều kiện ta có :

$$\frac{I_{KDnhiet}}{I_{cp}} \leq \alpha_1 \Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{KDnhiet}}{\alpha_1} = \frac{1,25.I_{dmA}}{\alpha_1} = \frac{1,25.63}{1,5} = 52,5A$$

Vậy ta chọn cáp đồng 4 lõi cách điện PVC do hãng LENS chế tạo có mã hiệu 4G10 có  $I_{cp} = 87 A$

Kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng cho phép

Cáp được đặt trong hào cáp và đi riêng từng tuyến nên  $k_{hc} = 1$

$$k_1.k_2.I_{cp} = 87 A \geq I_{lvmax} = I_{ttNhom1} = 49,818 A$$

→ Chọn cáp 4G10 cách điện PVC.

Các tuyến cáp khác được chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng sau :

Nhận thấy rằng tổng công suất phụ tải tính toán của các nhóm khá đồng đều nên ta có thể chọn cùng một loại cáp cho tất cả các nhóm, như vậy sẽ thuận tiện cho việc mua bán và thay thế, sửa chữa khi cần thiết.

**Bảng 4.2 - Kết quả chọn cáp từ TPP đến các TDL**

Tuyến Cáp	$I_{tt}$ [A]	$I_{KDnhiet}/1,5$ [A]	Loại cáp [mm <sup>2</sup> ]	$I_{cp}$ [A]
<b>TPP - TDL1</b>	49,818	52,5	4G10	87
<b>TPP - TDL2</b>	57,641	52,5	4G10	87
<b>TPP - TDL3</b>	32,834	52,5	4G10	87
<b>TPP - TDL4</b>	25,029	52,5	4G10	87
<b>TPP - TDL5</b>	47,192	52,5	4G10	87

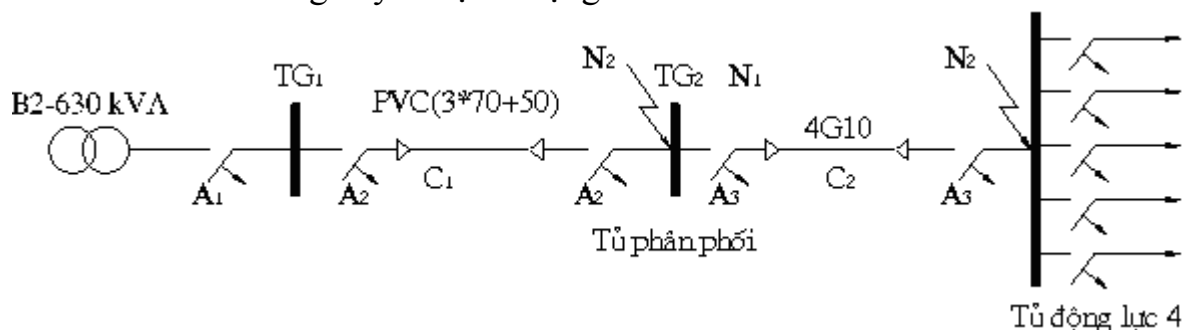
### 4.2 Tính toán ngắn mạch phía hạ áp của phân xưởng sửa chữa cơ khí để kiểm tra cáp và aptômat.

- Khi tính toán ngắn mạch phía hạ áp, ta xem MBA B<sub>2</sub> là nguồn (được nối với hệ thống vô cùng lớn) nên điện áp trên thanh cái cao áp của trạm được coi là không đổi khi ngắn mạch:  $I_N = I'' = I_\infty$ . Giả thiết này sẽ làm cho dòng ngắn mạch tính toán được lớn hơn thực tế nhiều bởi rất khó có thể giữ được điện áp trên thanh cái của TBAPX không thay đổi khi xảy ra ngắn mạch sau MBA. Tuy nhiên, nếu với dòng ngắn mạch này mà các thiết bị được chọn thoả mãn điều

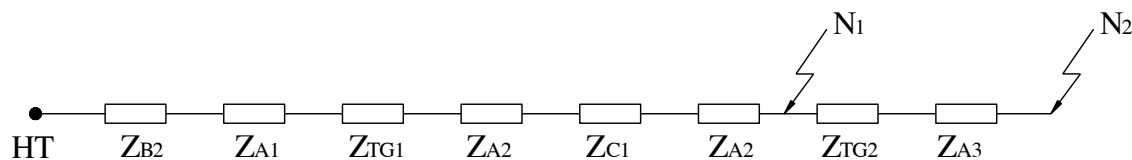
kiện ổn định động và ổn định nhiệt thì chúng hoàn toàn có thể làm việc tốt trong điều kiện thực tế. Để giảm nhẹ khối lượng tính toán, ở đây ta chỉ kiểm tra với tuyến cáp có khả năng xảy ra sự cố nặng nề nhất. Khi cần thiết có thể kiểm tra thêm các tuyến cáp còn nghi vấn, việc tính toán cũng tiến hành tương tự.

- Sơ đồ nguyên lý thay thế cho sơ đồ đi dây từ TBA B<sub>2</sub> cấp điện cho phân xưởng sửa chữa cơ khí, phân xưởng dập như hình 4.2. Trong đó:

- + Phân xưởng SCCK nhận điện từ thanh góp 1 (TG<sub>1</sub>) của trạm B<sub>2</sub>.
- + A<sub>1</sub> nối giữa MBA B<sub>2</sub> và TG<sub>1</sub>.
- + A<sub>2</sub> đặt ở đầu và cuối đường cáp C<sub>1</sub> nối với 2 thanh góp TG<sub>1</sub> và TG<sub>2</sub>.
- + TG<sub>2</sub> đặt trong tủ phân phối của phân xưởng SCCK.
- + A<sub>3</sub> là aptômat đặt ở đầu và cuối đường cáp C<sub>2</sub> nhận điện từ tủ phân phối cáp điện cho tủ động lực 4 (TĐL<sub>4</sub>). Tủ động lực 4 có dòng điện tính toán lớn nhất nên có khả năng xảy ra sự cố nặng nề nhất.



**Hình 4.2: Sơ đồ nguyên lý**



**Hình 4.3: Sơ đồ thay thế**

#### 4.2.1 Các thông số của sơ đồ thay thế.

Các thông số kỹ thuật của cáp được tra từ PL V.12 và V.13 TL2. Các thông số của aptômat tra từ PL3.5, 3.6, 3.54 TL3/

- Điện trở và điện kháng của MBA B<sub>2</sub>:

$$S_{dm} = 630 \text{ (kVA)}$$

$$\Delta P_n = 6,21 \text{ (kW)}$$

$$U_n \% = 5,5\%$$

$$R_B = \frac{\Delta P_n \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}^2} = \frac{6,21 \cdot 0,4^2}{630^2} \cdot 10^6 = 2,5 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_B = \frac{U_n \% \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}} = \frac{5,5 \cdot 0,4^2}{630} \cdot 10^4 = 13,97 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Thanh góp TBA phân xưởng (TG1):

Thanh dẫn bằng đồng hình chữ nhật, có sơn kích thước (60×10) mm<sup>2</sup>,

Mỗi pha đặt 3 thanh

Chiều dài :  $l = 1 \text{ m}$

Khoảng cách trung bình hình học  $D = 100 \text{ m}$

Tra PL4.11 (TL1), tìm được :

$$r_0 = 0,031 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{\text{TG1}} = \frac{1}{3} \cdot r_0 \cdot l = \frac{1}{3} \cdot 0,031 \cdot 1 = 0,010 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,102 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{\text{TG1}} = \frac{1}{3} \cdot x_0 \cdot l = \frac{1}{3} \cdot 0,102 \cdot 1 = 0,034 \text{ m}\Omega$$

Thanh góp tủ phân phối - TG2 :

Thanh dẫn bằng đồng hình chữ nhật, có sơn kích thước  $(25 \times 3) \text{ mm}^2$ ,

Chiều dài :  $l = 1 \text{ m}$

Khoảng cách trung bình hình học  $D = 100 \text{ m}$

Tra PL4.11 (TL1), tìm được :

$$r_0 = 0,268 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{\text{TG1}} = r_0 \cdot l = 0,268 \cdot 1 = 0,268 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,179 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{\text{TG1}} = x_0 \cdot l = 0,179 \cdot 1 = 0,179 \text{ m}\Omega$$

- Điện trở và điện kháng của aptomat:

Điện trở và điện kháng của aptomat :

Tra PL 3.12 và PL 3.13 (TL1), tìm được

Aptomat loại NS250N:  $R_{A2} = 0,36 \text{ m}\Omega$  ;  $X_{A2} = 0,28 \text{ m}\Omega$  ;  $R_{T2} = 0,6 \text{ m}\Omega$

Aptomat loại C60N(A<sub>3</sub>), C60a(A<sub>4</sub>):  $R_{A3} = R_{A4} = 2,35 \text{ m}\Omega$

$$X_{A3} = X_{A4} = 1,30 \text{ m}\Omega$$

$$R_{T3} = R_{T4} = 1,0 \text{ m}\Omega$$

Cáp tiết diện  $3 \times 70 + 35 \text{ mm}^2$  - C<sub>1</sub> :

Chiều dài :  $l = 123 \text{ m}$

$$\text{Có : } r_0 = 0,268 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{C1} = r_0 \cdot l = 0,268 \cdot 123 = 32,964 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,15 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{C1} = x_0 \cdot l = 0,15 \cdot 123 = 18,45 \text{ m}\Omega$$

Cáp tiết diện  $4 \text{ G}10 \text{ mm}^2$  - C<sub>2</sub> :

Chiều dài :  $l = 47 \text{ m}$  (khoảng cách từ TPP đến TĐL xa nhất)

$$\text{Có : } r_0 = 1,83 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{C2} = r_0 \cdot l = 1,83 \cdot 47 = 86,01 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,10 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{C2} = x_0 \cdot l = 0,10 \cdot 47 = 4,7 \text{ m}\Omega$$

**Tính ngắn mạch tại N<sub>1</sub> :**

$$R_1 = R_B + R_{\text{TG1}} + 2 \cdot R_{A2} + 2 \cdot R_{T2} + R_{C1} =$$

$$= 2,5 + 0,01 + 2 \cdot 0,36 + 2 \cdot 0,6 + 32,964$$

$$= 36,317 \text{ m}\Omega$$

$$X_1 = X_B + X_{TG1} + 2.X_{A2} + X_{C1} =$$

$$= 13,97 + 0,034 + 2.0,28 + 18,45 = 26,084 \text{ m}\Omega$$

$$\Rightarrow Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} = \sqrt{36,317^2 + 26,084^2} = 44,713 \text{ m}\Omega$$

$$I_{N1} = \frac{U}{\sqrt{3}.Z_1} = \frac{400}{\sqrt{3}.44,713} = 5,164 \text{ kA}$$

$$i_{xkN1} = \sqrt{2}.1,3.I_N = \sqrt{2}.1,3.5,164 = 9,494 \text{ kA}$$

→ Kiểm tra aptômát loại NS250N có  $I_{cắtN} = 8 \text{ kA} > 6,164 \text{ kA}$

Vậy các aptômát đã chọn đều thỏa mãn điều kiện ổn định động .

→ Kiểm tra cáp tiết diện  $3 \times 70 + 35 \text{ mm}^2$  :

Tiết diện ổn định nhiệt của cáp

$$F \geq \alpha.I_{\infty}.\sqrt{t_{qd}} = 6.5,164.\sqrt{0,2} = 13,856 \text{ mm}^2$$

Vậy chọn cáp  $3 \times 70 + 35 \text{ mm}^2$  là hợp lý

**Tính ngắn mạch tại N<sub>2</sub> :**

$$R_2 = R_1 + 2.R_{A3} + 2.R_{T3} + R_{C2} =$$

$$= 36,317 + 2.2,35 + 2.1,0 + 86,01$$

$$= 129,027 \text{ m}\Omega$$

$$X_2 = X_B + X_{TG1} + 2.X_{A2} + 2.X_{A3} + X_{C1} + X_{C2} =$$

$$= 26,084 + 2.1,30 + 4,7$$

$$= 33,384 \text{ m}\Omega$$

$$\Rightarrow Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2} = \sqrt{129,027^2 + 33,384^2} = 133,276 \text{ m}\Omega$$

$$I_{N2} = \frac{U}{\sqrt{3}.Z_2} = \frac{400}{\sqrt{3}.133,276} = 1,733 \text{ kA}$$

$$i_{xkN1} = \sqrt{2}.1,3.I_N = \sqrt{2}.1,3.1,733 = 3,186 \text{ kA}$$

→ Kiểm tra aptômát loại C60a có  $I_{cắtN} = 3 \text{ kA}$ .

Vậy các aptômát đã chọn đều thỏa mãn điều kiện ổn định động .

→ Kiểm tra cáp tiết diện  $4G10 \text{ mm}^2$  :

Tiết diện ổn định nhiệt của cáp

$$F \geq \alpha.I_{\infty}.\sqrt{t_{qd}} = 6.1,733.\sqrt{0,2} = 4,65 \text{ mm}^2$$

Vậy chọn cáp  $4G10 \text{ mm}^2$  là hợp lý.

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

Tất cả dây dẫn trong xưởng chọn cáp đồng hạ áp 4 lõi cách điện PVC do hãng LENS chế tạo và được đặt trong ống thép có đường kính 3/4”.

#### Chọn cáp cho nhóm phụ tải 1

- Cáp từ tủ ĐL1 đến Máy tiện ren (ký hiệu trên mặt bằng :13).

Có :  $P_{dm} = 10,00 \text{ kW}$  và  $I_{dm} = 25,32 \text{ A}$ .

$$I_{dn} = 6 \cdot I_{dm}$$

Theo điều kiện kiểm tra ta có (theo các CT 6.2 và 6.3):

$$\frac{I_{KDnhiet}}{I_{cp}} \leq \alpha_1 \Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{KDnhiet}}{\alpha_1} = \frac{1,25 \cdot I_{dmA}}{\alpha_1} = \frac{1,25 \cdot 30}{1,5} = 25 \text{ A}$$

$$\frac{I_{KDdientu}}{I_{cp}} \leq \alpha_2 \Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{KDdientu}}{\alpha_2} = \frac{1,25 \cdot I_{dn}}{\alpha_2} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot 25,32}{4,5} = 35,17 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp loại 4G2,5 có  $I_{cp} = 41 \text{ A}$

Kiểm tra điều kiện phát nóng:  $k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} = 41 \text{ A} \geq I_{lvmax} = I_{dm} = 25,32 \text{ A}$

→ Chọn cáp 4G2,5 cách điện PVC.

Tính toán hoàn toàn tương tự ta sẽ chọn được cáp dẫn tới các thiết bị như trong bảng

**Bảng 4.4: Kết quả lựa chọn aptômat trong các tủ động lực và cáp đến các thiết bị.**

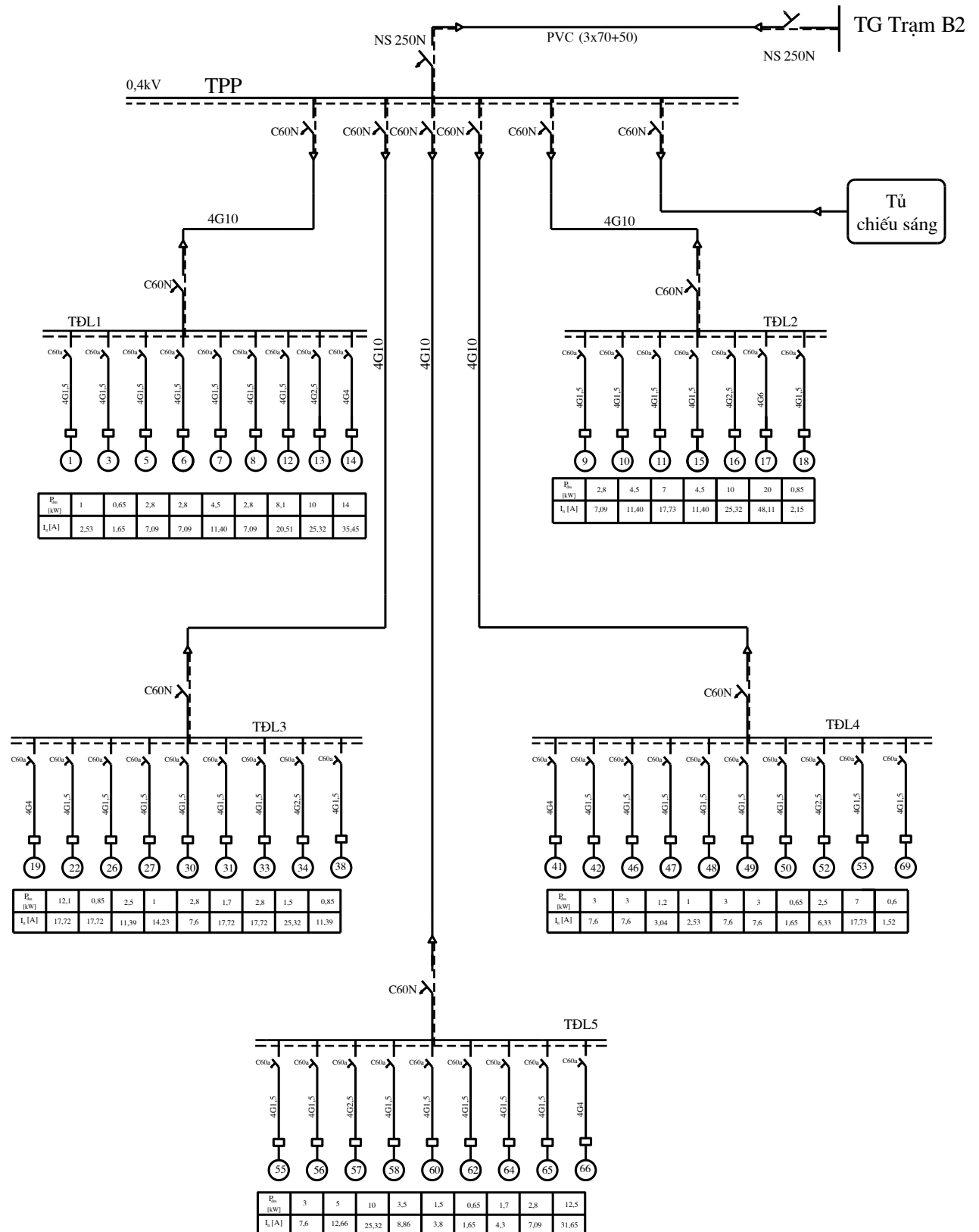
TT	Tên nhóm	Kí	Phụ tải		Dây Dẫn			Áptômat		
	và thiết bị	hiệu	$P_{dm}$	$I_{dm}$	F	$I_{cp}$	Mã Hiệu	$I_{dm}$	$I_{KDnh}/1,5$	$I_{KDdt}/4,5$
			(kW)	(A)	(mm <sup>2</sup> )	(A)		(A)	(A)	(A)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Nhóm 1</b>										
1	Máy cưa kiểu đai	1	1	2,53	4G1,5	31	C60a	15	12,50	3,52
2	Khoan bàn	3	0,65	1,65	4G1,5	31	C60a	15	12,50	2,29

3	Máy mài thô	5	2,8	7,09	4G1,5	31	C60a	15	12,50	9,85
4	Máy khoan đứng	6	2,8	7,09	4G1,5	31	C60a	15	12,50	9,85
5	Máy bào ngang	7	4,5	11,40	4G1,5	31	C60a	20	16,67	15,83
6	Máy xọc	8	2,8	7,09	4G1,5	31	C60a	15	12,50	9,85
7	Máy tiện ren	12	8,1	20,51	4G1,5	31	C60a	30	25,00	28,49
8	Máy tiện ren	13	10	25,32	4G2,5	41	C60a	35	29,17	35,17
9	Máy tiện ren	14	14	35,45	4G4	53	C60a	63	52,50	49,24
	<b>TDL1</b>		<b>46,65</b>	<b>118,13</b>	<b>4G10</b>		<b>C60N</b>			
	<u>Nhóm 2</u>									
1	Cầu trục	19	12,1	30,64	4G4	53	C60a	63	52,50	42,56
2	Máy khoan bàn	22	0,85	2,15	4G1,5	31	C60a	15	12,50	2,99
3	Bể dầu có tầng nhiệt	26	2,5	6,33	4G1,5	31	C60a	15	12,50	8,79
4	Máy cạo	27	1	2,53	4G1,5	31	C60a	15	12,50	3,52
5	Máy mài thô	30	2,8	7,09	4G1,5	31	C60a	15	12,50	9,85
6	Máy nén cắt liên hợp	31	1,7	4,30	4G1,5	31	C60a	15	12,50	5,98
7	Máy mài phá	33	2,8	7,09	4G1,5	31	C60a	15	12,50	9,85
8	Quạt lò rèn	34	1,5	3,80	4G1,5	31	C60a	15	12,50	5,28
9	Máy khoan đứng	38	0,85	2,15	4G1,5	31	C60a	15	12,50	2,99
	<b>TDL2</b>		<b>26,1</b>	<b>66,09</b>	<b>4G10</b>		<b>C60N</b>			
	<u>Nhóm 3</u>									

1	Bể khử dầu mỡ	55	3	7,60	4G1,5	31	C60a	15	12,50	10,55
2	Lò điện để luyện khuôn	56	5	12,66	4G1,5	31	C60a	30	25,00	17,58
3	Lò điện để nấu chảy babít	57	10	25,32	4G2,5	41	C60a	35	29,17	35,17
4	Lò điện để mạ thiếc	58	3,5	8,86	4G1,5	31	C60a	15	12,50	12,31
5	Quạt lò đúc đồng	60	1,5	3,80	4G1,5	31	C60a	15	12,50	5,28
6	Máy khoan bàn	62	0,65	1,65	4G1,5	31	C60a	15	12,50	2,29
7	Máy uống các tấm mỏng	64	1,7	4,30	4G1,5	31	C60a	15	12,50	5,98
8	Máy mài phá	65	2,8	7,09	4G1,5	31	C60a	15	12,50	9,85
9	Máy hàn điểm	66	12,5	31,65	4G4	53	C60a	63	52,50	43,96
	<b>TĐL3</b>		<b>40,65</b>	<b>102,94</b>	<b>4G10</b>		<b>C60N</b>			
	<u>Nhóm 4</u>									
1	Máy mài tròn vạn năng	9	2,8	7,09	4G1,5	31	C60a	15	12,50	9,85
2	Máy phay răng	10	4,5	11,40	4G1,5	31	C60a	20	16,67	15,83
3	Máy phay vạn năng	11	7	17,73	4G1,5	31	C60a	30	25,00	24,62
4	Máy tiện ren	15	4,5	11,40	4G1,5	31	C60a	20	16,67	15,83
5	Máy tiện ren	16	10	25,32	4G2,5	41	C60a	35	29,17	35,17
6	Máy tiện ren	17	20	48,11	4G6	67	C60a	63	52,5	66,82



7	Máy khoan đứng	18	0,85	2,15	4G1,5	31	C60a	15	12,50	2,99
	<b>TDL4</b>		<b>49,65</b>	<b>123,19</b>	<b>4G2,5</b>		<b>C60N</b>			
	<b>Nhóm 5</b>									
1	Bể ngâm dung dịch kiềm	41	3	7,60	4G1,5	31	C60a	15	12,50	10,55
2	Bể ngâm nước nóng	42	3	7,60	4G1,5	31	C60a	15	12,50	10,55
3	Máy cuộn dây	46	1,2	3,04	4G1,5	31	C60a	15	12,50	4,22
4	Máy cuộn dây	47	1	2,53	4G1,5	31	C60a	15	12,50	3,52
5	Bể ngâm tấm có tăng nhiệt	48	3	7,60	4G1,5	31	C60a	15	12,50	10,55
6	Tủ sấy	49	3	7,60	4G1,5	31	C60a	15	12,50	10,55
7	Máy khoan bàn	50	0,65	1,65	4G1,5	31	C60a	15	12,50	2,29
8	Máy mài thô	52	2,5	6,33	4G1,5	31	C60a	15	12,50	8,79
9	Bàn thử thiết bị điện	53	7	17,73	4G1,5	31	C60a	30	25,00	24,62
10	Chỉnh lưu sê-lê-nium	69	0,6	1,52	4G1,5	31	C60a	15	12,50	2,11
	<b>TDL5</b>		<b>24,95</b>	<b>63,18</b>	<b>4G10</b>		<b>C60N</b>			



Hình 4.6: Sơ đồ nguyên lý hệ thống cung cấp điện phân xưởng sửa chữa cơ khí.

