

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2008

**THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO NHÀ MÁY SẢN XUẤT
MÁY KÉO**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

HẢI PHÒNG - 2016

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2008

THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO NHÀ MÁY SẢN XUẤT MÁY KÉO

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên: Lưu Xuân Bắc

Người hướng dẫn: Th.S Nguyễn Đoàn Phong

HẢI PHÒNG - 2016

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc

-----o0o-----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Lưu Xuân Bắc – MSV : 1513102011

Lớp DCL901 - Ngành Điện Tự động công nghiệp

Tên đề tài : Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho nhà máy chế tạo
máy kéo

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Nguyễn Đoàn Phong
Học hàm, học vị : Thạc Sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2016.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2016

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Lưu Xuân Bắc

T.S Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2016

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGUYỄN TRẦN HỮU NGHỊ

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NHÀ MÁY	
1.1 . Loại ngành nghề và quy mô năng lực của nhà máy	2
1.2 Phụ tải điện của nhà máy.....	6
1.3 Những yêu cầu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện của nhà máy	6
CHƯƠNG 2: XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN	
2.1. Các phương pháp xác định phụ tải tính toán	8
2.2 Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng sửa chữa cơ khí.....	11
2.3 Xác định phụ tải tính toán cho các phân xưởng còn lại	23
2.4 . Phụ tải tính toán toàn nhà máy.	34
2.5 Xác định tâm phụ tải tính toán và biểu đồ phụ tải.....	34
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ MẠNG CAO ÁP CHO NHÀ MÁY	
3.1 Đặt vấn đề.....	39
3.2 Vạch các phương án cung cấp điện	39
3.3 Tính toán kinh tế - kỹ thuật lựa chọn phương án hợp lý	51
3.4 Thiết kế chi tiết cho phương án được chọn	77
3.5 Sơ đồ nối dây chi tiết mạng cao áp của nhà máy	93
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ MẠNG ĐIỆN HẠ ÁP PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ	
4.1 Lựa chọn cấp tổng hạ áp và aptômat tổng cho TBA B ₄	95
4.2 Chọn aptômat đầu nguồn đặt tại TBA B ₄ và cáp từ TBA B ₄ về tủ phân phối của phân xưởng (TPP)	96
4.3 Lựa chọn các thiết bị cho tủ phân phối.....	97
4.4 Tính toán ngắn mạch phía hạ áp để kiểm tra kiểm tra cáp và aptômat	99
4.5 Lựa chọn thiết bị trong TĐL và dây dẫn đến thiết bị của phân xưởng	103
CHƯƠNG 5: THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG CHUNG	
5.1 Đặt vấn đề.....	115
5.2 Lựa chọn số lượng và công suất của hệ thống đèn chiếu sáng chung.....	115
5.3 Thiết kế mạng điện của hệ thống chiếu sáng chung.....	117
CHƯƠNG 6: TÍNH TOÁN BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG	
6.1. Đặt vấn đề	121
6.2. Lựa chọn thiết bị bù và vị trí đặt bù	121

6.3. Xác định và phân bố dung lượng bù.....	122
CHƯƠNG 7: THIẾT KẾ TRẠM BIẾN ÁP PHÂN XUỐNG	
7.1 Giới thiệu chung	129
7.2 Sơ đồ nguyên lý trạm.....	129
7.3 Lựa chọn các phần tử của sơ đồ cấp điện.....	129
7.4 Kết cấu trạm biến áp.....	137
7.5 Tính toán nối đất.....	139
KẾT LUẬN	144
TÀI LIỆU THAM KHẢO	144

LỜI MỞ ĐẦU

Điện năng là một dạng năng lượng phổ biến và có tầm quan trọng không thể thiếu được trong bất kỳ một lĩnh vực nào của nền kinh tế quốc dân của mỗi đất nước. Như chúng ta đã xác định và thống kê được rằng khoảng 70% điện năng sản xuất ra dùng trong các xí nghiệp, nhà máy công nghiệp. Vấn đề đặt ra cho chúng ta là đã sản xuất ra được điện năng làm thế nào để cung cấp điện cho các phụ tải một cách hiệu quả, tin cậy.

Nhìn về phương diện quốc gia, thì việc đảm bảo cung cấp điện một cách liên tục và tin cậy cho ngành công nghiệp tức là đảm bảo cho nền kinh tế của quốc gia phát triển liên tục và kịp với sự phát triển của nền khoa học công nghệ thế giới.

Khi nhìn về phương diện sản xuất và tiêu thụ điện năng thì công nghiệp là ngành tiêu thụ nhiều nhất. Vì vậy cung cấp điện và sử dụng điện năng hợp lý trong lĩnh vực này sẽ có tác dụng trực tiếp đến việc khai thác một cách hiệu quả công suất của các nhà máy phát điện và sử dụng hiệu quả lượng điện năng được sản xuất ra.

Xuất phát từ thực tế đó em đã nhận được đề tài thiết kế tốt nghiệp: **“Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho nhà máy chế tạo máy kéo”** do **ThS. Nguyễn Đoàn Phong** hướng dẫn

Nội dung bao gồm các chương:

Chương 1: Giới thiệu chung về nhà máy

Chương 2: Xác định phụ tải tính toán

Chương 3: Thiết kế mạng cao áp cho nhà máy

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

Chương 5: Thiết kế hệ thống chiếu sáng chung

Chương 6: Tính toán bù công suất phản kháng

Chương 7 Thiết kế trạm biến áp phân xưởng

CHƯƠNG 1.

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NHÀ MÁY

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

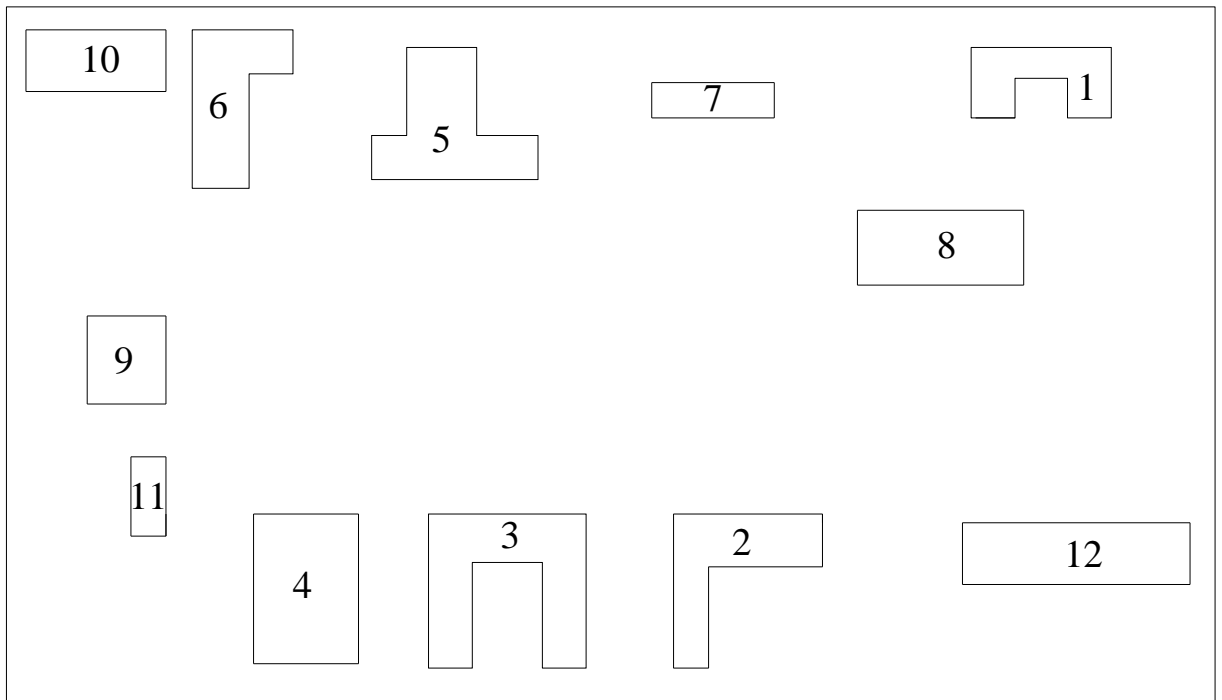
1.1.1 Loại ngành nghề

Sản phẩm của nhà máy là các loại công cụ phục vụ cho các ngành như nông nghiệp, công nghiệp, giao thông vận tải do vậy nó tương đối quan trọng trong nền công nghiệp. Với một quy trình công nghệ chủ yếu là sản xuất, sửa chữa các chi tiết thiết bị, phụ tùng cho máy kéo. Do đó, việc cung cấp điện cho nhà máy phải phù hợp với với hệ thống điện khu vực và phát triển dựa theo quy luật chung của nền kinh tế.

Quy trình công nghệ của nhà máy giữ một vị trí tương đối quan trọng trong nền công nghiệp và nông nghiệp của một đất nước. Chính vì điều này mà mức độ tin cậy cung cấp điện cho nhà máy cũng có một tầm quan trọng. Tuy nhiên khi ngừng cung cấp điện thì chỉ dẫn đến hiện tượng ngừng trệ sản xuất và lãng phí lao động và thiệt hại đến kinh tế và sản phẩm bị hỏng. Do đó nhà máy thuộc hộ tiêu thụ loại I.

1.1.2 Quy mô năng lực của nhà máy

Nhà máy có quy mô tương đối lớn, với 12 phân xưởng được bố trí như sau:



Hình 1.1: Sơ đồ mặt bằng nhà máy sản xuất máy kéo

Phụ tải của nhà máy sản xuất máy kéo tương ứng với bố trí trên mặt bằng như sau:

Bảng 1.1: Phụ tải của nhà máy sản xuất máy kéo

Số trên mặt bằng	Tên phân xưởng	Công suất đặt (kW)
1	Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế	200
2	Phân xưởng đúc	1500
3	Phân xưởng gia công cơ khí	3600
4	Phân xưởng cơ lắp ráp	3200
5	Phân xưởng luyện kim màu	1800
6	Phân xưởng luyện kim đen	2500
7	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	Theo tính toán
8	Phân xưởng rèn dập	2100
9	Phân xưởng nhiệt luyện	3500

10	Bộ phận nén khí	1700
11	Trạm bơm	800
12	Kho vật liệu	60
13	Chiếu sáng các phân xưởng	Xác định theo diện tích

Phụ tải của phân xưởng sửa chữa cơ khí:

Bảng 1.2: Danh sách thiết bị của phân xưởng sửa chữa cơ khí

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Nhãn hiệu	Công suất
<u>Bộ phận rèn</u>				
1	Búa hơi để rèn	2	M-412	10
2	Búa hơi để rèn	2	M-415A	28
3	Lò rèn	2		4,5
4	Lò rèn	1		6
5	Quạt lò	1		2,8
6	Quạt thông gió	1		2,5
7	Đe hai mỏ	2		-
8	Máy ép ma sát	1	ΦA124	10
9	Lò điện	1	H-15	15
10	Bàn nắn	1		-
11	Dầm treo có pa – lăng điện	1		4,8
12	Máy mài sắc	1	3M634	3,2
13	Quạt ly tâm	1	B3HN8	7
14	Bàn	1		-
15	Bể nước	1		-
16	Lò đứng	1		-
17	Máy biến áp hàn	2		2,2

<u>Bộ phận nhiệt luyện</u>				
18	Lò điện	1		30
19	Lò điện để hóa cứng kim loại	1		90
20	Lò điện	1	H-30	30
21	Lò điện để rèn	1	ПН-32	36
22	Lò điện	1	C-20	20
23	Lò điện	1	B-20	20
24	Bể dầu	1	MB-40	4
25	Thiết bị tôi bánh răng	1	Y3	18
26	Bể dầu tăng nhiệt độ	1		3
27	Bể nước	1	-	-
28	Máy đo độ cứng đầu côn	1	TX	0,6
29	Máy đo độ cứng đầu tròn	1		-
30	Bàn	1		-
31	Máy mài sắc	1	330-2	0,25
32	Bàn	1		-
33	Cần trục cánh có pa – lăng điện	1		1,3
34	Thiết bị cao tần	1		80
35	Tủ	1		-
36	Bàn	1		-
37	Thiết bị đo bi	1		23
38	Tủ đựng bi	1		-
39	Bàn	1		-
40	Máy nén khí	1		45
<u>Bộ phận mộc</u>				

41	Máy bào gỗ	1	CΦ-4	6,5
42	Máy khoan	1	CBΠA	4,2
43	Bàn mộc	1		-
44	Máy cưa đại	1	C80-3	4,5
45	Bàn	3		-
46	Máy bào gỗ	1	CP6-5Γ	10
47	Máy cưa tròn	1		7
<u>Bộ phận quạt gió</u>				
48	Quạt gió trung gian	1		9,0
49	Quạt gia số 9,5	1	-	12
50	Quạt số 14	1	-	18

Vì máy biến áp hàn làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại và đồng thời cũng là thiết bị một pha nên cần quy đổi theo hệ số đóng điện tương đối $k_d\%$.

$$P_{dmqd} = 3.P_{dm} \cdot \sqrt{k_d} = 3.2,2 \cdot \sqrt{0,25} = 3,3 \text{ kW}$$

Do vậy thiết kế cung cấp điện cho nhà máy phải đảm bảo cho sự gia tăng về quy mô trong tương lai của nhà máy, phải đề ra phương pháp cấp điện sao cho không gây quá tải cho hệ thống sau vài năm sản xuất cũng như không để quá dư thừa dung lượng.

1.2 Phụ tải điện của nhà máy.

Phụ tải điện của nhà máy có thể phân loại thành 2 loại chính:

- 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 các thiết bị là 380/220 V, tần số công nghiệp $f = 50 \text{ Hz}$.

1.3 Những yêu cầu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện của nhà máy

1.3.1 Độ tin cậy cung cấp điện

Mức độ đảm bảo cấp điện liên tục tùy thuộc vào tính chất và yêu cầu của phụ tải. Với yêu cầu cung cấp điện của nhà máy thì cần bố trí nguồn dự phòng để cung cấp điện cho những phụ tải quan trọng như lò, phân xưởng sản xuất chính... Do vậy hệ thống điện thiết kế phải cố gắng đạt được độ tin cậy cung cấp điện cao nhất.

1.3.2 Chất lượng điện áp

Chất lượng điện áp 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 hộ 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 với hệ thống điện.

Nói chung, điện áp ở lưới trung áp và hạ áp cho phép dao động quanh giá trị 5% điện áp định mức. Đối với những phụ tải yêu cầu cao về chất lượng điện áp như nhà máy hóa 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 cấp điện của nhà máy phải đảm bảo được tính an toàn cao cho người vận hành, người sử dụng và an toàn cho các thiết bị cũng như toàn công trình. Người thiết kế phải sử dụng đúng các thiết bị điện, khí cụ điện, hiểu rõ về đối tượng cấp điện, môi trường lắp đặt.

Các cán bộ kỹ thuật quản lý vận hành hệ thống điện và người sử dụng phải có ý thức chấp hành những quy trình, quy tắc vận hành sử dụng điện an toàn.

1.3.4 Kinh tế.

Khi thiết kế cần lập ra nhiều phương án để đem so sánh. Mỗi phương án có những ưu điểm và nhược điểm nhất định và thường xảy ra mâu thuẫn giữa kinh tế và kỹ thuật. Dựa trên việc so sánh kinh tế kỹ thuật giữa các phương án mà người thiết kế lựa chọn phương án hợp lý nhất.

CHƯƠNG 2.

XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

2.1. Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

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

Phụ tải tính toán được sử dụng để lựa chọn và kiểm tra các thiết bị trong hệ thống cung cấp điện như: máy biến áp, dây dẫn, các thiết bị đóng cắt, bảo vệ; dùng để tính toán tổn thất công suất, tổn thất điện năng, tổn thất điện áp; lựa chọn dung lượng bù công suất phản kháng. Phụ tải tính toán phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: công suất, số lượng, chế độ làm việc của các thiết bị điện, trình độ và phương thức vận hành hệ thống. Nếu phụ tải tính toán xác định được nhỏ hơn phụ tải thực tế thì sẽ làm giảm tuổi thọ của thiết bị điện, có khả năng dẫn đến cháy nổ.... Ngược lại, các thiết bị được chọn sẽ dư thừa công suất làm ứ đọng vốn đầu tư, gây tổn thất.... Hiện nay có nhiều phương pháp thường được sử dụng nhiều trong việc xác định phụ tải tính toán khi quy hoạch và thiết kế hệ thống cung cấp điện. Tuy nhiên để phục vụ cho việc tính toán cho nhà máy sản xuất máy kéo này, ta sử dụng 2 phương pháp sau:

2.1.1 Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt $P_{\text{đặt}}$ và hệ số nhu cầu k_{nc}

Phương pháp này sử dụng khi đã có thiết kế nhà xưởng của xí nghiệp (chưa có thiết kế chi tiết bố trí các máy móc, thiết bị trên mặt bằng), lúc này mới chỉ biết duy nhất một số liệu cụ thể là công suất đặt của từng phân xưởng. Phụ tải tính toán động lực của từng phân xưởng được xác định theo công thức:

$$P_{đl} = k_{nc} \cdot P_{đ} \quad (2.1)$$

$$Q_{đl} = P_{đl} \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (2.2)$$

Trong các công thức trên:

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

$\cos\varphi$: Hệ số công suất tính toán, cũng tra sổ tay kỹ thuật, từ đó rút ra $\operatorname{tg}\varphi$.

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

$$P_{cs} = p_0 \cdot F \quad (2.3)$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (2.4)$$

Trong đó:

+ p_0 : suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích (W/m^2).

+ F : Diện tích cần được chiếu sáng, ở đây là diện tích phân xưởng (m^2).

Từ đó tính được phụ tải tính toán toàn phần của mỗi phân xưởng:

$$S_{tt} = \sqrt{(P_{đl} + P_{cs})^2 + (Q_{đl} + Q_{cs})^2} \quad (2.5)$$

2.1.2 Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình P_{tb} và hệ số cực đại k_{max}

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

Với một động cơ:

$$P_{tt} = P_{đm} \quad (2.6)$$

Với nhóm động cơ $n \leq 3$:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.7)$$

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

$$P_{tt} = k_{\max} \cdot k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.8)$$

Trong đó:

- + k_{sd} : hệ số sử dụng của nhóm thiết bị, tra sổ tay.
- + k_{\max} : hệ số cực đại, tra đồ thị hoặc tra bảng theo hai đại lượng k_{sd} và n_{hq} .
- n_{hq} : số thiết bị dùng điện hiệu quả.

Trình tự xác định n_{hq} như sau:

- * Xác định n_1 - số thiết bị có công suất lớn hơn hay bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất.
- * Xác định P_1 - công suất của n_1 thiết bị trên:

$$P_1 = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.9)$$

- * Xác định:

$$n_* = \frac{n_1}{n}; P_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} \quad (2.10)$$

Trong đó:

- + n : tổng số thiết bị trong nhóm.
- + P_{Σ} : tổng công suất của nhóm.

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.11)$$

- * Từ n_* , P_* tính được n_{hq*} từ PL I.5 [1,255].
- * Xác định n_{hq} theo công thức:

$$n_{hq} = n \cdot n_{hq*} \quad (2.12)$$

Tra bảng k_{\max} chỉ bắt đầu từ $n_{hq} = 4$ (PL I.6 [1,256]), khi $n_{hq} < 4$ phụ tải tính toán được xác định theo công thức:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n k_{ti} \cdot P_{\text{đmi}} \quad (2.13)$$

Với:

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

- $k_t = 0,9$ với thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn.
- $k_t = 0,75$ với thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

Cần lưu ý nếu trong nhóm thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì phải quy đổi về chế độ dài hạn trước khi xác định n_{hq} .

$$P_{\text{qd}} = P_{\text{đm}} \cdot \sqrt{k_d \%} \quad (2.14)$$

+ $k_d\%$: hệ số đóng điện phần trăm.

Cuối cùng, phụ tải tính toán toàn phân xưởng với n nhóm:

$$P_{\text{ttx}} = k_{\text{đt}} \cdot \sum_{i=1}^n P_{\text{tti}} \quad (2.15)$$

$$Q_{\text{ttx}} = k_{\text{đt}} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{\text{tti}} \quad (2.16)$$

$$S_{\text{ttx}} = \sqrt{P_{\text{ttx}}^2 + Q_{\text{ttx}}^2} \quad (2.17)$$

$$\cos\varphi_{\text{ttx}} = \frac{P_{\text{ttx}}}{S_{\text{ttx}}} \quad (2.18)$$

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

Phân xưởng sửa chữa cơ khí là phân xưởng số 7 trong sơ đồ mặt bằng nhà máy. Phân xưởng có diện tích bố trí thiết bị là 819 m². Trong phân xưởng có các thiết bị với công suất rất khác nhau. Thiết bị có công suất lớn nhất là 90 kW (lò điện để hóa cứng linh kiện), trong khi thiết bị có công suất bé nhất chỉ 0,65 kW. Các thiết bị đều làm việc ở chế độ dài hạn. Đây là những đặc điểm cần chú ý khi phân nhóm phụ tải, xác định phụ tải tính toán và lựa chọn phương án thiết kế cấp điện cho phân xưởng.

Do đã biết nhiều thông số về phụ tải nên ta áp dụng phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình để xác định cho phân xưởng sửa chữa cơ khí.

2.2.1 Phân nhóm phụ tải

Do các thiết bị trong phân xưởng có công suất và chế độ làm việc khác nhau nên ta cần phải phân nhóm phụ tải để xác định phụ tải tính toán được chính xác. Nguyên tắc phân nhóm thiết bị điện như sau:

- * Các thiết bị trong nhóm nên đặt gần nhau để giảm chiều dài dây dẫn hạ áp, nhờ đó tiết kiệm được vốn đầu tư cũng như giảm tổn thất điện năng trên các đường dây hạ áp trong phân xưởng.
- * Chế độ của các thiết bị trong cùng một nhóm nên giống nhau để việc xác định phụ tải tính toán được chính xác hơn và thuận lợi cho việc lựa chọn phương thức cấp điện cho nhóm.
- * Tổng công suất của nhóm nên xấp xỉ nhau để giảm chủng loại tủ động lực cần dùng trong phân xưởng và toàn nhà máy. Số thiết bị trong một nhóm không nên quá nhiều bởi số đầu ra của các tủ động lực thường $\leq (8 \div 12)$.

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

Dựa theo các nguyên tắc trên và căn cứ vào vị trí, công suất của thiết bị bố trí trên mặt bằng phân xưởng sửa chữa cơ khí ta chia các thiết bị của phân xưởng thành 6 nhóm như sau:

Bảng 2.1: Bảng phân nhóm phụ tải điện phân xưởng sửa chữa cơ khí

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{đm} , kW		I _{đm} , A
				1 máy	Toàn bộ	
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
Nhóm 1						

1	Búa hơi để rên	02	1	10	20	2x25,32
2	Búa hơi để rên	01	2	28	28	70,9
3	Lò rên	01	3	4,5	4,5	11,40
4	Quạt lò	01	5	2,8	2,8	7,09
5	Quạt thông gió	01	6	2,5	2,5	6,33
6	Máy mài sắc	01	12	3,2	3,2	8,10
7	Máy biến áp	01	17	2,2	2,2	5,56
TỔNG		08			63,20	
Nhóm 2						
1	Búa hơi để rên	01	2	28	28	70,9
2	Lò rên	01	3	4,5	4,5	11,40
3	Lò rên	01	4	6	6	15,19
4	Máy ép ma sát	01	8	10	10	25,32
5	Lò điện	01	9	15	15	37,98
6	Quạt ly tâm	01	13	7	7	17,73
7	Máy biến áp hàn	01	17	3,3	3,3	8,36
TỔNG		07			73,80	
Nhóm 3						
1	Lò điện	01	20	30	30	75,97
2	Lò điện để rên	01	21	36	36	91,16
3	Lò điện	01	23	20	20	50,65
4	Lò điện	01	22	20	20	50,65
5	Bể dầu	01	24	4	4	10,13
6	Thiết bị tôi bánh răng	01	25	18	18	45,58
7	Bể tăng dầu nhiệt độ	01	26	3	3	7,6
TỔNG		7			131	
Nhóm 4						

1	Lò điện	01	18	30	30	75,97
2	Lò điện hóa cứng kim loại	01	19	90	90	227,90
3	Máy đo độ cứng đầu côn	01	28	0,6	0,6	1,52
4	Máy mài sắc	01	31	0,25	0,25	0,63
5	Cần trục có pa-lăng điện	01	33	1,3	1,3	3,29
TỔNG		5			122,15	

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
Nhóm 5						
1	Thiết bị cao tần	01	34	80	80	202,58
2	Thiết bị đo bi	01	37	23	23	58,24
TỔNG		2			103	
Nhóm 6						
1	Máy nén khí	01	40	45	45	113,95
2	Máy bào gỗ	01	41	6,5	6,5	16,46
3	Máy khoan	01	42	1,5	1,5	3,80
4	Máy cưa đại	01	44	4,5	4,5	11,40
5	Máy bào gỗ	01	46	10	10	25,32
6	Máy cưa tròn	01	47	2,8	2,8	7,09
7	Quạt gió trung gian	01	48	9	9	22,79
8	Quạt gia số 9,5	01	49	12	12	30,39
9	Quạt gia số 14	01	50	18	18	45,58
TỔNG		09			109,30	

2.2.2 Xác định phụ tải tính toán của các nhóm phụ tải.

Tra bảng phụ lục PL I.1 [1, 253] với nhóm máy gia công kim loại của các phân xưởng sửa chữa cơ khí ta có: $k_{sd} = 0,15$ và $\cos\varphi = 0,6$.

Các thông số n_{hq^*} , k_{max} tra ở các bảng phụ lục PL I.5 [1,255] và PL I.6 [1,266].

2.2.2.1 Nhóm 1

Bảng 2.2: Số liệu tính toán nhóm 1

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} , kW		I _{dm} , A
				1 máy	Toàn bộ	
1	Búa hơi để rèn	02	1	10	20	2x25,32
2	Búa hơi để rèn	01	2	28	28	70,9
3	Lò rèn	01	3	4,5	4,5	11,40
4	Quạt lò	01	5	2,8	2,8	7,09
5	Quạt thông gió	01	6	2,5	2,5	6,33
6	Máy mài sắc	01	12	3,2	3,2	8,10
7	Máy biến áp	01	17	2,2	2,2	5,56
TỔNG		08			63,20	

Từ bảng 2.2 ta có các số liệu sau:

$$+ \quad n = 8; n_1 = 1;$$

$$+ \quad P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^8 P_{dmi} = 63,20 \text{ kW}$$

$$+ \quad P_1 = \sum_{i=1}^1 P_{dmi} = 28 \text{ kW}$$

Tính toán ta được:

$$+ \quad n_{hq^*} = \frac{n_1}{n} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$+ P_* = \frac{P_1}{P_\Sigma} = \frac{28}{63,2} = 0,44$$

Tra bảng PL I.5 [1, 255] ta có: $n_{hq*} = 0,48$. Vậy:

Số thiết bị dùng điện hiệu quả là: $n_{hq} = n \times n_{hq*} = 8 \times 0,48 = 3,84 \rightarrow n_{hq} = 4$ thiết bị.

Tra bảng PL I.6 [1, 266] với $k_{sd} = 0,15$, $\cos\varphi = 0,6$ ta được: $k_{max} = 3,11$.

Phụ tải tính toán nhóm 1 là:

$$P_{tt} = 3,11 \times 0,15 \times 63,20 = 29,48 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \times \tan\varphi = 29,48 \times 1,33 = 39,21 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{29,48^2 + 39,21^2} = 49,06 \text{ kVA}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{49,06}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 74,54 \text{ A}$$

2.2.2.2 Nhóm 2

Bảng 2.3: Phụ tải nhóm 2

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} , kW		I _{dm} , A
				1 máy	Toàn bộ	
1	Búa hơi để rèn	01	2	28	28	70,9
2	Lò rèn	01	3	4,5	4,5	11,40
3	Lò rèn	01	4	6	6	15,19
4	Máy ép ma sát	01	8	10	10	25,32
5	Lò điện	01	9	15	15	37,98
6	Quạt ly tâm	01	13	7	7	17,73
7	Máy biến áp	01	17	2,2	3,3	8,36
TỔNG		07			73,80	

Từ bảng 2.3 ta có các số liệu sau:

$$+ n = 7; n_1 = 1;$$

$$+ P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^7 P_{dmi} = 73,8 \text{ kW}$$

$$+ P_1 = \sum_{i=1}^1 P_{dmi} = 28 \text{ kW}$$

Tính toán ta được:

$$+ n_{hq*} = \frac{n_1}{n} = \frac{1}{7} = 0,14$$

$$+ P_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{28}{73,8} = 0,39$$

Tra bảng PL I.5 [1,255] ta có: $n_{hq*} = 0,67$. Vậy:

Số thiết bị dùng điện hiệu quả là: $n_{hq} = n \times n_{hq*} = 7 \times 0,67 = 4,69 \rightarrow n_{hq} = 5$.

Tra bảng PL I.6 [1,266] với $k_{sd} = 0,15$; $\cos\varphi = 0,6$ ta được: $k_{max} = 2,87$.

Phụ tải tính toán nhóm 2 là:

$$P_{tt} = 2,87 \times 0,15 \times 72,70 = 31,30 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \times \tan\varphi = 31,30 \times 1,33 = 41,63 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{31,30^2 + 41,63^2} = 52,08 \text{ kVA}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{52,08}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 79,13 \text{ A}$$

2.2.2.3 Nhóm 3.

Bảng 2.4: Phụ tải nhóm 3

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} , kW		I _{dm} , A
				1 máy	Toàn bộ	
1	Lò điện	01	20	30	30	75,97
2	Lò điện để rên	01	21	36	36	91,16
3	Lò điện	01	23	20	20	50,65
4	Lò điện	01	22	20	20	50,65
5	Bể dầu	01	24	4	4	10,13

6	Thiết bị tôi bánh răng	01	25	18	18	45,58
7	Bể tăng dầu nhiệt độ	01	26	3	3	7,6
TỔNG		7			131	

Từ bảng 2.4 ta có các số liệu sau:

$$+ n = 7; n_1 = 5;$$

$$+ P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^7 P_{dmi} = 131 \text{ kW}$$

$$+ P_1 = \sum_{i=1}^5 P_{dmi} = 124 \text{ kW}$$

Tính toán ta được:

$$+ n_{hq*} = \frac{n_1}{n} = \frac{5}{7} = 0,71$$

$$+ P_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{124}{131} = 0,95$$

Tra bảng PL I.5 [1,255] ta có: $n_{hq*} = 0,73$. Vậy:

Số thiết bị dùng điện hiệu quả là: $n_{hq} = n \times n_{hq*} = 7 \times 0,73 = 5,11 \rightarrow n_{hq} = 5$.

Tra bảng PL I.6 [1,266] với $k_{sd} = 0,15$; $\cos\varphi = 0,6$ ta được: $k_{max} = 2,87$.

Phụ tải tính toán nhóm 3 là:

$$P_{tt} = 2,87 \times 0,15 \times 131 = 56,40 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \times \tan\varphi = 56,40 \times 1,33 = 75,01 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{56,40^2 + 75,01^2} = 93,84 \text{ kVA}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{93,84}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 142,58 \text{ A}$$

2.2.2.4 . Nhóm 4.

Bảng 2.5: Phụ tải nhóm 4

TT	Tên thiết bị	Số	Ký hiệu	P_{dm} , kW	I_{dm} , A
----	--------------	----	---------	---------------	--------------

		lượng	trên mặt bằng	1 máy	Toàn bộ	
1	Lò điện	01	18	30	30	75,97
2	Lò điện hóa cứng kim loại	01	19	90	90	227,90
3	Máy đo độ cứng đầu côn	01	28	0,6	0,6	1,52
4	Máy mài sắc	01	31	0,25	0,25	0,63
5	Cần trục có pa-lăng điện	01	33	1,3	1,3	3,29
TỔNG		05			122,15	

Từ bảng 2.5 ta có các số liệu sau:

$$+ \quad n = 5; n_1 = 1;$$

$$+ \quad P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^5 P_{dmi} = 122,15 \text{ kW}$$

$$+ \quad P_1 = 122,15 \text{ kW}$$

Tính toán ta được:

$$+ \quad n_{hq*} = \frac{n_1}{n} = \frac{1}{5} = 0,20$$

$$+ \quad P_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{90}{122,15} = 0,74$$

Tra bảng PL I.5 [1,255] ta có: $n_{hq*} = 0,82$. Vậy:

$$\text{Số thiết bị dùng điện hiệu quả là: } n_{hq} = n \times n_{hq*} = 5 \times 0,82 = 4,1 \rightarrow n_{hq} = 4.$$

Tra bảng PL I.6 [1,266] với $k_{sd} = 0,15$; $\cos\varphi = 0,6$ ta được: $k_{max} = 3,11$.

Phụ tải tính toán nhóm 4 là:

$$P_{tt} = 3,11 \times 0,15 \times 122,15 = 56,98 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \times \tan\varphi = 56,98 \times 1,33 = 75,79 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{56,98^2 + 75,79^2} = 94,82 \text{ kVA}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{94,82}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 144,06 \text{ A}$$

2.2.2.5 . Nhóm 5.

Bảng 2.6: Phụ tải nhóm 5

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} , kW		I _{dm} , A
				1 máy	Toàn bộ	
1	Thiết bị cao tần	01	34	80	80	202,58
2	Thiết bị đo bi	01	37	23	23	58,24
TỔNG		2			103	

$$+ \quad n = 2; n_1 = 1;$$

$$+ \quad P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^2 P_{dmi} = 103 \text{ kW}; P_1 = 80 \text{ kW}$$

Tính toán ta được:

$$+ \quad n_{hq*} = \frac{n_1}{n} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$+ \quad P_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{80}{103} = 0,78$$

Tra bảng PL I.5 [1,255] ta có: $n_{hq*} = 0,73$. Vậy:

Số thiết bị dùng điện hiệu quả là: $n_{hq} = n \times n_{hq*} = 2 \times 0,73 = 1,46 \rightarrow n_{hq} = 1$.

Do số thiết bị hiệu quả $n_{hq} < 4$ nên phụ tải tính toán của nhóm 5 là:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^2 P_{dmi} = 103 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \times \text{tg}\varphi = 103 \times 1,33 = 123,30 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{103^2 + 123,29^2} = 154,25 \text{ kVA}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{154,25}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 234,36 \text{ A}$$

2.2.2.6 . Nhóm 6.

Bảng 2.7: Phụ tải nhóm 6

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} , kW		I _{dm} , A
				1 máy	Toàn bộ	
1	Máy nén khí	01	40	45	45	113,95
2	Máy bào gỗ	01	41	6,5	6,5	16,46
3	Máy khoan	01	42	1,5	1,5	3,80
4	Máy cưa đại	01	44	4,5	4,5	11,40
5	Máy bào gỗ	01	46	10	10	25,32
6	Máy cưa tròn	01	47	2,8	2,8	7,09
7	Quạt gió trung gian	01	48	9	9	22,79
8	Quạt gia số 9,5	01	49	12	12	30,39
9	Quạt gia số 14	01	50	18	18	45,58
TỔNG		09			109,30	

$$+ \quad n = 9; n_1 = 1;$$

$$+ \quad P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{09} P_{dmi} = 109,30 \text{ kW}$$

$$+ \quad P_1 = 45 \text{ kW}$$

Tính toán ta được:

$$+ \quad n_{hq*} = \frac{n_1}{n} = \frac{1}{9} = 0,11$$

$$+ \quad P_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{45}{109,3} = 0,41$$

Tra bảng PL I.5 [1,255] ta có: $n_{hq*} = 0,47$. Vậy:

Số thiết bị dùng điện hiệu quả là: $n_{hq} = n \times n_{hq*} = 9 \times 0,47 = 4,23 \rightarrow n_{hq} = 4$.

Tra bảng PL I.6 [1,266] với $k_{sd} = 0,15$; $\cos\varphi = 0,6$ ta được: $k_{max} = 3,11$.

Phụ tải tính toán nhóm 6 là:

$$P_{tt} = 3,11 \times 0,15 \times 109,3 = 50,99 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \times \operatorname{tg}\varphi = 50,99 \times 1,33 = 67,81 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{50,99^2 + 67,81^2} = 84,84 \text{ kVA}$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{84,84}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 128,91 \text{ A}$$

Từ các kết quả tính toán được ở trên ta có bảng tổng hợp xác định phụ tải tính toán của phân xưởng sửa chữa cơ khí như sau:

Bảng 2.8: Bảng tổng hợp phụ tải điện phân xưởng sửa chữa cơ khí

Nhóm	$P_{dmnhóm}$	n	k_{sd}	$\cos \varphi$	n_{hq}	k_{max}	Phụ tải tính toán			
							$P_{tt},$ kW	$Q_{tt},$ kVA r	$S_{tt},$ kVA	$I_{tt},$ A
1	63,20	08	0,15	0,6	4	3,11	29,48	39,21	49,06	74,54
2	73,80	07	0,15	0,6	5	2,87	31,80	41,63	52,08	79,13
3	131	07	0,15	0,6	5	2,87	56,40	75,01	93,84	142,58
4	122,15	05	0,15	0,6	4	3,22	56,98	75,59	94,82	144,06
5	103	02	0,15	0,6	2		103	123,3	154,25	234,36
6	109,30	09	0,15	0,6	4	3,11	50,99	67,81	84,84	128,91

2.2.3 Tính toán phụ tải chiếu sáng của phân xưởng sửa chữa cơ khí

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

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

+ p_0 : suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích chiếu sáng (W/m^2).

+ F : diện tích được chiếu sáng (m^2).

Trong phân xưởng sửa chữa cơ khí hệ thống chiếu sáng sử dụng đèn sợi đốt.

Tra bảng phụ lục PL I.2 [1, 253] ta có $p_0 = 14 \text{ W}/\text{m}^2$.

Vậy ta có phụ tải chiếu sáng của phân xưởng là:

$$P_{cs} = p_0 \cdot F = 14 \times 819 \times 10^{-3} = 11,47 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0 \text{ (do đèn sợi đốt có } \cos\varphi = 1)$$

2.2.4 Xác định phụ tải tính toán của toàn phân xưởng

Với phân xưởng sửa chữa cơ khí ta chọn hệ số đồng thời $k_{dt} = 0,85$.

Phụ tải tính toán động lực tác dụng của toàn phân xưởng:

$$P_{dl} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^6 P_{tti} = 0,85 \times 318,35 = 270,6 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^6 Q_{tti} = 0,85 \times 422,55 = 359,17 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán của toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 270,6 + 11,47 = 282,07 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 359,17 + 0 = 359,17 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{282,07^2 + 359,17^2} = 456,69 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{456,69}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 693,87 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{282,07}{456,69} = 0,62$$

2.3 Xác định phụ tải tính toán cho các phân xưởng còn lại

Do chỉ biết trước công suất đặt và diện tích của các phân xưởng nên ở đây sẽ sử dụng phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu đã được giới thiệu ở trên.

Với các loại phân xưởng trong nhà máy sản xuất máy kéo đang thiết kế, tra bảng phụ lục PL I.2 [1, 253], PL I.3 [1, 254] ta có được các thông số: suất chiếu sáng p_0 , hệ số nhu cầu k_{nc} , $\cos\varphi$ và $\cos\varphi_{cs}$

Bảng 2.9: Danh sách các phân xưởng và thông số tra cứu

TT	Tên phân xưởng	$P_{đặt}$, kW	Diện tích F, m^2	k_{nc}	$\cos\varphi/\cos\varphi_{cs}$	p_0 , W/m^2
----	----------------	-------------------	--------------------------	----------	--------------------------------	--------------------

1	Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế	200	1560	0,7	0,8/0,8	20
2	Phân xưởng đúc	1500	2800	0,6	0,8/1	14
3	Phân xưởng gia công cơ khí	3600	4250	0,3	0,7/1	14
4	Phân xưởng cơ lắp ráp	3200	3780	0,3	0,6/1	14
5	Phân xưởng luyện kim màu	1800	3400	0,6	0,7/1	15
6	Phân xưởng luyện kim đen	2500	2570	0,6	0,8/1	15
8	Phân xưởng rèn dập	2100	2900	0,5	0,6/1	15
9	Phân xưởng nhiệt luyện	3500	1820	0,4	0,8/1	14
10	Bộ phận nén khí	1700	2260	0,6	0,8/1	14
11	Trạm bơm	800	730	0,3	0,8/1	14
12	Kho vật liệu	60	3540	0,7	0,8/1	10

2.3.1 Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế

+ Do sử dụng đèn huỳnh quang có $\cos\varphi = 0,8$ nên $\operatorname{tg}\varphi = 0,75$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 0,75$.

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,7 \times 200 = 140 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 140 \times 0,75 = 105 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 20 \times 1560 = 31200 \text{ W} = 31,2 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 31,2 \times 0,75 = 23,40 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 140 + 31,2 = 171,2 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 105 + 23,40 = 128,40 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{171,2^2 + 128,40^2} = 214,00 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{214}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 325,14 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{171,20}{214} = 0,80$$

2.3.2 Phân xưởng đúc

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\text{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \text{tg}\varphi = 0,75$.

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,6 \times 1500 = 900 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \text{tg}\varphi = 900 \times 0,75 = 675 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 14 \times 2800 = 39200 \text{ W} = 39,20 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 900 + 39,2 = 939,20 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 675 + 0 = 675 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{939,20^2 + 675^2} = 1156,60 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1156,60}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1757,27 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{939,20}{1156,60} = 0,81$$

2.3.3 Phân xưởng gia công cơ khí

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\text{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,7 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 1,02$.

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,3 \times 3600 = 1080 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 1080 \times 1,02 = 1101,60 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 14 \times 4250 = 59500 \text{ W} = 59,50 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 1080 + 59,5 = 1139,5 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 1101,6 + 0 = 1101,60 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1139,50^2 + 1101,60^2} = 1584,92 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{đm}} = \frac{1584,92}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2408,04 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{1139,50}{1584,92} = 0,72$$

2.3.4 Phân xưởng cơ lắp ráp

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\operatorname{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,6 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 1,33$.

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,3 \times 3200 = 960 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 960 \times 1,33 = 1276,80 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 14 \times 3780 = 52920 \text{ W} = 52,92 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 960 + 52,92 = 1012,92 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 1276,80 + 0 = 1276,80 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1012,92^2 + 1276,80^2} = 1629,79 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1629,79}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2476,21 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{1012,92}{1629,79} = 0,62$$

2.3.5 Phân xưởng luyện kim màu

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\text{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,7 \rightarrow \text{tg}\varphi = 1,02$.

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,6 \times 1800 = 1080 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \text{tg}\varphi = 1080 \times 1,02 = 1101,6 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 15 \times 3400 = 51000 \text{ W} = 51,00 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 1080 + 51 = 1131,00 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 1101,6 + 0 = 1101,60 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1131^2 + 1101,60^2} = 1578,82 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1578,82}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2398,77 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{1131}{1578,82} = 0,72$$

2.3.6 Phân xưởng luyện kim đen

- + Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\operatorname{tg}\varphi = 0$.
- + Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 0,75$.

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,6 \times 2500 = 1500 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 1500 \times 0,75 = 1125 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 15 \times 2570 = 38550 \text{ W} = 38,55 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 1500 + 38,55 = 1538,55 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 1125 + 0 = 1125 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1538,55^2 + 1125^2} = 1905,98 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1905,98}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2895,84 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{1538,55}{1905,98} = 0,81$$

2.3.7 Phân xưởng rèn dập

- + Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\operatorname{tg}\varphi = 0$.
- + Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,6 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 1,33$

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,5 \times 2100 = 1050 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 1050 \times 1,33 = 1369,5 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 15 \times 2900 = 43500 \text{ W} = 43,5 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 1050 + 43,5 = 1093,50 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 1369,5 + 0 = 1369,5 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1093,5^2 + 1369,5^2} = 1773,68 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1773,68}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2694,83 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{1093,5}{1773,68} = 0,62$$

2.3.8 Phân xưởng nhiệt luyện

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\text{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \text{tg}\varphi = 0,75$

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,4 \times 3500 = 1400 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \text{tg}\varphi = 1400 \times 0,75 = 1050 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 14 \times 1820 = 25480 \text{ W} = 25,48 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 1400 + 25,48 = 1425,48 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 1050 + 0 = 1050 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1425,48^2 + 1050^2} = 1770,45 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1770,45}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2689,92 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{1425,48}{1770,45} = 0,81$$

2.3.9 Bộ phận khí nén

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\operatorname{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 0,75$

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,6 \times 1700 = 1020 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 1020 \times 0,75 = 765 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 14 \times 2260 = 31640 \text{ W} = 31,64 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 1020 + 31,64 = 1051,64 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 765 + 0 = 765 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{1051,64^2 + 765^2} = 1300,45 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{đm}} = \frac{1300,45}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1975,83 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{1051,64}{1300,45} = 0,81$$

2.3.10 Trạm bơm

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\operatorname{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 0,75$

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,3 \times 800 = 240 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 240 \times 0,75 = 180 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 14 \times 730 = 10220 \text{ W} = 10,22 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 240 + 10,22 = 250,22 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 180 + 0 = 180 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{250,22^2 + 180^2} = 308,24 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{308,24}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 468,32 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{250,22}{468,32} = 0,81$$

2.3.11 Kho vật liệu

+ Do sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$ nên $\text{tg}\varphi = 0$.

+ Hệ số công suất động lực $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \text{tg}\varphi = 0,75$

Phụ tải tính toán động lực:

$$P_{dl} = k_{nc} \cdot P_{đặt} = 0,7 \times 60 = 42 \text{ kW}$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \text{tg}\varphi = 42 \times 0,75 = 31,5 \text{ kVA}$$

Phụ tải tính toán chiếu sáng:

$$P_{cs} = p_o \cdot F = 10 \times 3540 = 35400 \text{ W} = 35,40 \text{ kW}$$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi = 0 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phân xưởng:

$$P_{tt} = P_{dl} + P_{cs} = 42 + 35,40 = 77,40 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = Q_{dl} + Q_{cs} = 31,5 + 0 = 31,5 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{77,40^2 + 31,5^2} = 83,56 \text{ kVA}$$

Dòng điện tính toán toàn phân xưởng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{83,56}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 126,96 \text{ A}$$

Hệ số công suất tính toán toàn phân xưởng:

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{tt}}{S_{tt}} = \frac{77,40}{83,56} = 0,93$$

Tổng hợp ta có phụ tải tính toán của các phân xưởng như sau:

Bảng 2.10: Tổng hợp phụ tải tính toán của các phân xưởng

Tên phân xưởng	$P_{đl}$, kW	$Q_{đl}$, kVAr	P_{cs} , kW	Q_{cs} , kVAr	P_{tt} , kW	Q_{tt} , kVAr	S_{tt} , kVA	I_{tt} , A	$\cos\varphi_{tt}$
Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế	140,00	105,00	31,20	23,40	171,20	128,40	214,00	325,14	0,80
Phân xưởng đúc	900,00	675,00	39,20	0	939,20	675,00	1156,60	1757,27	0,81
Phân xưởng gia công cơ khí	1080,00	1101,60	59,50	0	1139,50	1101,60	1584,92	2408,04	0,72
Phân xưởng cơ lắp ráp	960,00	1276,80	52,92	0	1012,92	1276,80	1629,79	2476,21	0,62
Phân xưởng luyện kim màu	1080,00	1101,60	51,00	0	1131,00	1101,60	1578,82	2398,77	0,72
Phân xưởng luyện kim đen	1500,00	1125,00	38,55	0	1538,55	1125,00	1905,98	2895,84	0,81
Phân xưởng sửa chữa cơ khí	270,60	359,17	11,47	0	282,07	359,17	456,69	693,87	0,62
Phân xưởng rèn dập	1050,00	1396,50	43,50	0	1093,50	1396,50	1773,68	2694,83	0,62
Phân xưởng nhiệt luyện	1400,00	1050,00	25,48	0	1425,48	1050,00	1770,45	2689,92	0,81
Bộ phận nén khí	1020,00	765,00	31,64	0	1051,64	765,00	1300,45	1975,83	0,81
Trạm bơm	240,00	180,00	10,22	0	250,22	180,00	308,24	468,32	0,81
Kho vật liệu	42,00	31,50	35,40	0	77,40	31,50	83,56	126,96	0,93
TỔNG					9944,05	8961,24			

2.4 . Phụ tải tính toán toàn nhà máy.

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

$$P_{ttNM} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n P_{ttxi} \quad (2.6)$$

$$Q_{ttNM} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{ttxi} \quad (2.7)$$

$$S_{ttNM} = \sqrt{P_{ttNM}^2 + Q_{ttNM}^2} \quad (2.8)$$

$$\cos\varphi_{tt} = \frac{P_{ttNM}}{S_{ttNM}} \quad (2.9)$$

+ k_{dt} : hệ số đồng thời, xét khả năng phụ tải các phân xưởng không đồng thời cực đại.

- $k_{dt} = 0,9 \div 0,95$ khi số phân xưởng $n = 2 \div 4$.

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

Nhà máy chế tạo máy cơ khí nông nghiệp đang thiết kế có toàn bộ 10 phân xưởng do đó trong các công thức lấy hệ số đồng thời $k_{dt} = 0,85$.

Phụ tải tính toán tác dụng của toàn nhà máy:

$$P_{ttNM} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^{10} P_{ttxi} = 0,85 \times 9944,05 = 8452,44 \text{ kW}$$

Phụ tải tính toán phản kháng của toàn nhà máy:

$$Q_{ttNM} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^{10} Q_{ttxi} = 0,85 \times 8961,24 = 7617,05 \text{ kVAr}$$

Phụ tải tính toán toàn phần của nhà máy:

$$S_{ttNM} = \sqrt{P_{ttNM}^2 + Q_{ttNM}^2} = \sqrt{8452,44^2 + 7617,05^2} = 11378,19 \text{ kVA}$$

Hệ số công suất toàn nhà máy:

$$\cos\varphi_{ttNM} = \frac{P_{ttNM}}{S_{ttNM}} = \frac{8452,44}{11378,19} = 0,74$$

2.5 Xác định tâm phụ tải tính toán và biểu đồ phụ tải

2.5.1 Tâm phụ tải điện

Tâm phụ tải điện là điểm thỏa mãn điều kiện mô men phụ tải đạt giá trị cực tiểu:

$$\sum_{i=1}^n P_i.l_i \rightarrow \min \quad (2.23)$$

Trong đó:

- + P_i : công suất của phụ tải thứ i .
- + l_i : khoảng cách của phụ tải thứ i đến tâm phụ tải.

Để xác định tọa độ tâm phụ tải ta sử dụng các biểu thức:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (2.24)$$

Trong đó:

- + x_0, y_0, z_0 : tọa độ tâm phụ tải điện.
- + x_i, y_i, z_i : tọa độ của phụ tải thứ i tính theo một hệ trục tọa độ tùy chọn.
- + S_i : công suất phụ tải thứ i .

Trong thực tế thường ít quan tâm đến tọa độ z . Tâm phụ tải điện là vị trí tốt nhất để đặt các trạm biến áp, trạm phân phối, tủ phân phối, tủ động lực nhằm mục đích tiết kiệm chi phí cho dây dẫn, giảm tổn thất trên lưới.

Bảng 2.11: Tâm phụ tải phân xưởng

Tên phân xưởng	P_{cs} , kW	P_{tt} , kW	S_{tt} , kVA	Tâm phụ tải	
				X, mm	Y, mm
Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế	31,20	171,20	214,00	122,74	73,95
Phân xưởng đúc	39,20	939,20	1156,60	87,22	18,76
Phân xưởng gia công cơ khí	59,50	1139,50	1584,92	61,73	16,94
Phân xưởng cơ lắp ráp	52,92	1012,92	1629,79	38,74	15,98

Phân xưởng luyện kim màu	51,00	1131,00	1578,82	55,05	68,41
Phân xưởng luyện kim đen	38,55	1538,55	1905,98	30	71,48
Phân xưởng sửa chữa cơ khí	11,47	282,07	456,69	85,24	71,48
Phân xưởng rèn dập	43,50	1093,50	1773,68	111,24	54,73
Phân xưởng nhiệt luyện	25,48	1425,48	1770,45	18,24	41,98
Bộ phận nén khí	31,64	1051,64	1300,45	14,74	75,98
Trạm bơm	10,22	250,22	308,24	20,74	26,48
Kho vật liệu	35,40	77,40	83,56	126,74	19,98

Vây tâm phụ tải tính toán được xác định bằng:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{712660,81}{13478,92} = 52,87$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{627024,01}{13478,92} = 46,52$$

2.5.2 Biểu đồ phụ tải điện

Biểu đồ phụ tải điện là một vòng tròn vẽ trên mặt phẳng, có tâm trùng với tâm của phụ tải điện, có diện tích tương ứng với công suất của phụ tải theo tỷ lệ xích nào đó tùy chọn. Biểu đồ phụ tải cho phép người thiết kế hình dung được sự phân bố cấp điện. Biểu đồ phụ tải điện được chia thành 2 phần: phần phụ tải động lực (phần hình quạt gạch chéo), 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 có thể lấy trùng với tâm hình học của phân xưởng trên mặt bằng.

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

$$R_i = \sqrt{\frac{S_i}{m \cdot \Pi}} \quad (2.25)$$

Trong đó:

+ m : tỷ lệ xích, ở đây chọn $m = 6 \text{ kVA/mm}^2$.

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

$$\alpha_{cs} = \frac{360 \cdot P_{cs}}{P_{tt}} \quad (2.26)$$

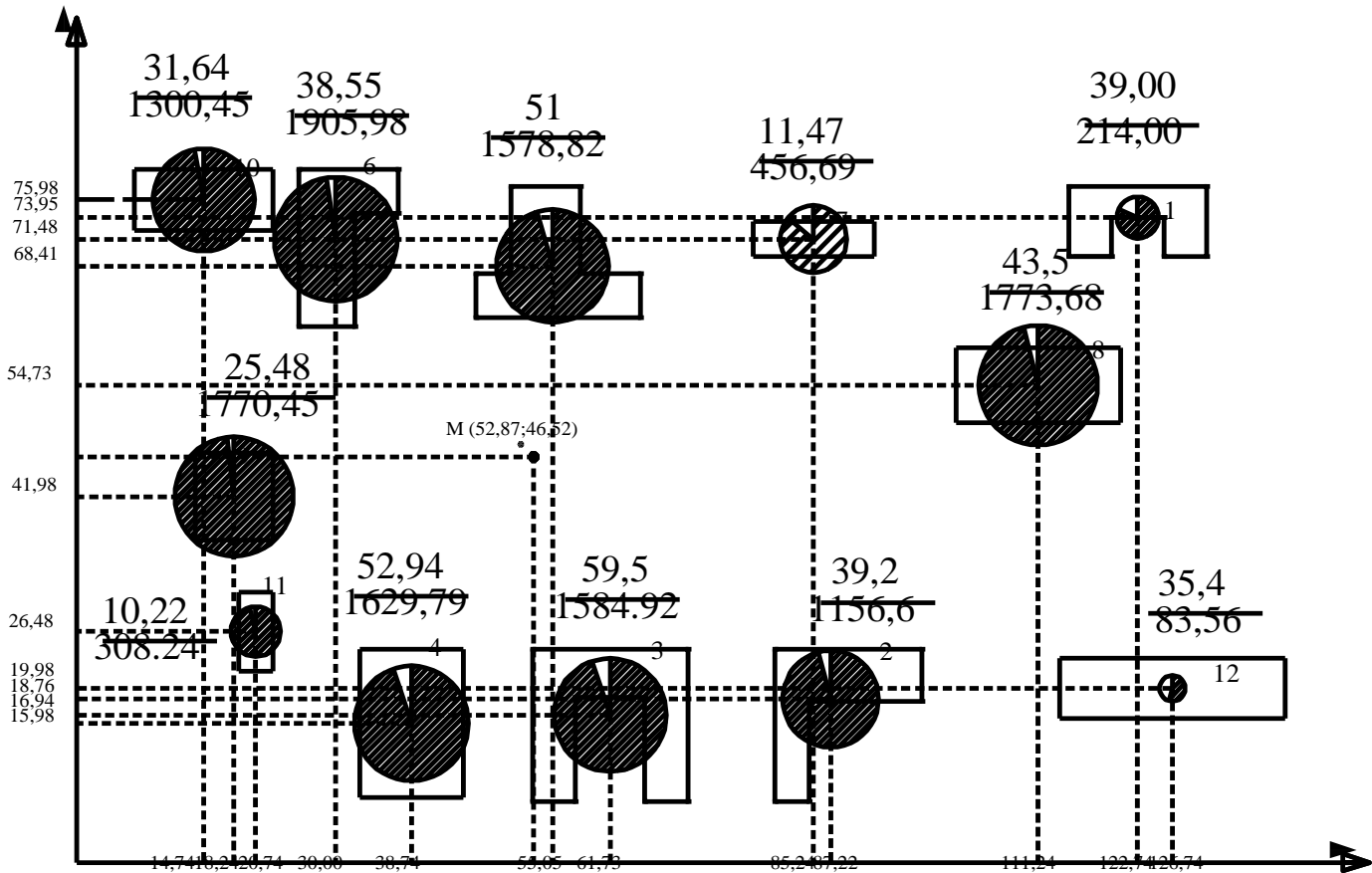
Trên mặt bằng của nhà máy ta xác định một hệ trục tọa độ XOY, có vị trí trọng tâm các nhà xưởng là (x_i, y_i) .

Từ đó ta xác định R_i và α_{cs} của biểu đồ phụ tải các phân xưởng được ghi trong bảng:

Bảng 2.12: Thông số biểu đồ phụ tải

Tên phân xưởng	P_{cs} , kW	P_{tt} , kW	S_{tt} , kVA	R , mm	α_{cs}
Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế	31,20	171,20	214,00	3,37	65,61
Phân xưởng đúc	39,20	939,20	1156,60	7,84	15,03
Phân xưởng gia công cơ khí	59,50	1139,50	1584,92	9,17	18,80
Phân xưởng cơ lắp ráp	52,92	1012,92	1629,79	9,30	18,81
Phân xưởng luyện kim màu	51,00	1131,00	1578,82	9,15	16,23
Phân xưởng luyện kim đen	38,55	1538,55	1905,98	10,06	9,02
Phân xưởng sửa chữa cơ khí	11,47	282,07	456,69	5,03	50,43
Phân xưởng rèn dập	43,50	1093,50	1773,68	9,70	14,32

Phân xưởng nhiệt luyện	25,48	1425,48	1770,45	9,69	6,43
Bộ phận nén khí	31,64	1051,64	1300,45	8,31	10,83
Trạm bơm	10,22	250,22	308,24	4,04	14,70
Kho vật liệu	35,40	77,40	83,56	2,11	164,65



Hình 2.1: Biểu đồ phụ tải của nhà máy sản xuất máy kéo

CHƯƠNG 3.

THIẾT KẾ MẠNG CAO ÁP CHO 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 – 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:

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

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

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

3.2 Vạch các phương án cung cấp điện

3.2.1 Lựa chọn cấp điện áp truyền tải phía cao áp nhà máy

Để cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ (nhà máy, xí nghiệp, cụm công nghiệp hay các khu vực dân cư) có phụ tải lớn, cách xa nguồn không thể cung cấp điện trực tiếp từ các lưới điện áp thấp, mà cần phải được cấp từ các lưới điện áp cao hơn.

Công thức kinh nghiệm lựa chọn cấp điện áp:

$$U = 4,34 \cdot \sqrt{L + 16P} \quad (3.1)$$

Trong đó:

+ L: khoảng cách từ trạm biến áp trung gian về nhà máy, km.

+ P: công suất tính toán tác dụng của nhà máy, MW.

Với số liệu đề bài cho và từ mục 2.4 ta có: L = 15 km; P = 8452,44 kW. Thay vào công thức 2.27:

$$U = 4,34 \cdot \sqrt{L + 16P} = 4,34 \cdot \sqrt{15 + 16 \times 8452,44 \times 10^{-3}} = 52,30 \text{ kV}$$

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

3.2.2 Phương án lựa chọn máy biến áp phân xưởng

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

1. Vị trí đặt TBA phải thỏa mãn các yêu cầu: gần tâm phụ tải, thuận tiện cho việc vận chuyển, lắp đặt, vận hành, sửa chữa; an toàn và kinh tế.
2. Số lượng máy biến áp (MBA) đặt trong các TBA được lựa chọn căn cứ vào yêu cầu cung cấp điện của phụ tải. Các TBA cung cấp điện cho hộ tiêu thụ loại I và II nên đặt 2 MBA, TBA cung cấp cho hộ tiêu thụ loại III thì chỉ cần đặt 1 MBA.
3. Dung lượng các MBA được lựa chọn theo điều kiện:

$$* \quad \text{Với TBA 1 máy: } S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{k_{hc}} \quad (3.2)$$

$$* \quad \text{Với TBA 2 máy: } S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2 \cdot k_{hc}} \quad (3.3)$$

$$\circ \quad \text{Kiểm tra điều kiện: } S_{dm} \geq \frac{S_{sc}}{k_{qt}} \quad (3.4)$$

+ n: số lượng máy biến áp định chọn trong trạm.

+ k_{qt} : hệ số quá tải sự cố. Ở đây lấy $k_{qt} = 1,4$ với điều kiện MBA vận hành quá tải không quá 5 ngày đêm, thời gian quá tải trong 1 ngày đêm không quá 6 h, trước khi máy vận hành quá tải với hệ số tải $\leq 0,75$.

+ k_{hc} : hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường, ta chọn loại máy biến áp do nhà máy thiết bị điện Đông Anh sản xuất tại Việt Nam nên không cần hiệu chỉnh ($k_{hc} = 1$).

+ S_{sc} : công suất phải cấp khi sự cố 1 MBA. Khi sự cố 1 MBA có thể loại bỏ một số phụ tải loại III để giảm nhẹ dung lượng MBA. Ở đây, giả thiết các hộ loại I có 30% phụ tải loại III có thể cắt khi sự cố ($S_{sc} = 0,7.S_{tt}$).

Trước khi đề xuất phương án ta cần phân loại phụ tải của nhà máy. Ta có bảng:

Bảng 3.1: Phân loại phụ tải

TT	Tên phân xưởng	Phụ tải loại
1	Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế	III
2	Phân xưởng đúc	I
3	Phân xưởng gia công cơ khí	I
4	Phân xưởng cơ lắp ráp	I
5	Phân xưởng luyện kim màu	I
6	Phân xưởng luyện kim đen	I
7	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	III
8	Phân xưởng rèn dập	I
9	Phân xưởng nhiệt luyện	I
10	Bộ phận nén khí	I
11	Trạm bơm	I
12	Kho vật liệu	III

3.2.2.1 Phương án 1

Phương án này sử dụng 9 TBA phân xưởng như sau:

1. Trạm biến áp B₁

Trạm cấp điện cho phân xưởng nhiệt luyện . Do phân xưởng là phụ tải loại I nên ta đặt 2 MBA trong trạm. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{1770,45}{2} = 885,23 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₁ chọn loại: S_{dm} = 1000 kVA. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 1000 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7.S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7.1770,45}{1,4} = 885,23 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₁ thỏa mãn điều kiện chọn.

2. Trạm biến áp B₂

Trạm cấp điện cho bộ phận nén khí. Do phân xưởng là phụ tải loại I nên ta đặt 2 MBA trong trạm. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{1300,45}{2} = 650,23 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₂ chọn loại: S_{dm} = 750 kVA. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 750 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot 1300,45}{1,4} = 630,23 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₂ thỏa mãn điều kiện chọn.

3. Trạm biến áp B₃

Trạm cấp điện cho phân xưởng luyện kim đen. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{1905,98}{2} = 952,99 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₃ chọn loại: S_{dm} = 1000 kVA. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 1000 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot S_{tt}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot 1905,98}{1,4} = 952,99 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₃ thỏa mãn điều kiện chọn.

4. Trạm biến áp B₄

Trạm cấp điện cho phân xưởng luyện kim màu và phân xưởng sửa chữa cơ khí. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{\sqrt{(1131 + 282,07)^2 + (1101,6 + 359,17)^2}}{2} = \frac{1950,74}{2} = 975,37 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₄ chọn loại: S_{dm} = 1000 kVA. Do phân xưởng sửa chữa cơ khí là phụ tải loại III nên khi sự cố cho phép cắt điện. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 1000 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot S_{pxluyenkimmàu}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot 1578,82}{1,4} = 789,41 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₄ thỏa mãn điều kiện chọn.

5. Trạm biến áp B₅

Trạm cấp điện cho phân xưởng rèn dập, khu nhà phòng quản lý và xưởng thiết kế. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{\sqrt{(1093,5 + 171,20)^2 + (1396,5 + 128,4)^2}}{2} = \frac{1981,11}{2} = 990,55 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₅ chọn loại: S_{dm} = 1000 kVA. Do khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế là phụ tải loại III nên cho phép cắt điện khi sự cố. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 1000 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7.S_{pxrendap}}{1,4} = \frac{0,7.1773,68}{1,4} = 886,84 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₅ thỏa mãn điều kiện chọn.

6. Trạm biến áp B₆

Trạm cấp điện cho phân xưởng đúc và kho vật liệu. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{\sqrt{(939,2 + 77,4)^2 + (675 + 31,5)^2}}{2} = \frac{1237,99}{2} = 618,99 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₆ chọn loại: S_{dm} = 630 kVA. Do phân kho vật liệu là phụ tải loại III nên có thể cắt điện khi sự cố. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 630 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7.S_{pxduc}}{1,4} = \frac{0,7.1156,6}{1,4} = 578,30 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₆ thỏa mãn điều kiện chọn.

7. Trạm biến áp B₇

Trạm cấp điện cho phân xưởng gia công cơ khí. Do phân xưởng là phụ tải loại I nên cần đặt 2 MBA. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{1584,92}{2} = 792,46 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₇ chọn loại: S_{dm} = 1000 kVA. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 1000 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7.1584,92}{1,4} = 792,46 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₇ thỏa mãn điều kiện chọn.

8. Trạm biến áp B₈

Trạm cấp điện cho phân xưởng cơ lắp ráp. Do phân xưởng là phụ tải loại I nên cần đặt 2 MBA. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{1629,79}{2} = 814,90 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₈ chọn loại: S_{dm} = 1000 kVA. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 1000 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot 1629,79}{1,4} = 814,90 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₈ thỏa mãn điều kiện chọn.

9. Trạm biến áp B₉

Trạm cấp điện cho trạm bơm. Do phân xưởng là phụ tải loại I nên cần đặt 2 MBA. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{308,24}{2} = 154,12 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₉ chọn loại: S_{dm} = 160 kVA. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 160 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot 308,24}{1,4} = 154,12 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₉ thỏa mãn điều kiện chọn.

3.2.2.2 Phương án 2

Phương án 2 sử dụng 8 TBA phân xưởng, trong đó các trạm biến áp B₁ ÷ B₇ giống như phương án 1. Các trạm biến áp B₈ như sau:

Trạm cấp điện cho phân xưởng cơ lắp ráp, trạm bơm. Do 2 phân xưởng là phụ tải loại I nên ta đặt 2 MBA trong trạm. Công suất định mức MBA:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{\sqrt{(1012,92 + 250,22)^2 + (1276,8 + 180)^2}}{2} = \frac{1928,16}{2} = 964,08 \text{ kVA} \quad \text{Vậy}$$

MBA B₈ chọn loại: S_{dm} = 1000 kVA. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 1000 \text{ kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot S_{pxcolaprap}}{1,4} = \frac{0,7 \cdot 1629,79}{1,4} = 814,89 \text{ kVA}$$

Vậy MBA B₈ thỏa mãn điều kiện chọn.

Ta có bảng kết quả lựa chọn công suất máy biến áp trong 2 phương án trên:

Bảng 3.2: Hai phương án lựa chọn TBA phân xưởng

Thứ tự	Tên phân xưởng	S_{tt} , kVA	Số máy	$S_{đmB}$, kVA	Tên trạm
Phương án 1					
9	Phân xưởng nhiệt luyện	1770,45	2	1000	B ₁
10	Bộ phận nén khí	1300,45	2	750	B ₂
6	Phân xưởng luyện kim đen	1905,98	2	1000	B ₃
5 7	Phân xưởng luyện kim màu	1950,74	2	1000	B ₄
	Phân xưởng SCCK				
8 1	Phân xưởng rèn dập	1981,11	2	1000	B ₅
	Khu nhà phòng ban quản lý và xưởng thiết kế				
2 12	Phân xưởng đúc	1237,99	2	630	B ₆
	Kho vật liệu				
3	Phân xưởng gia công cơ khí	1584,92	2	1000	B ₇
4	Phân xưởng cơ lắp ráp	1629,79	2	1000	B ₈
11	Trạm bơm	308,24	2	160	B ₉
Phương án 2					
9	Phân xưởng nhiệt luyện	1770,45	2	1000	B ₁
10	Bộ phận nén khí	1300,45	2	750	B ₂
6	Phân xưởng luyện kim đen	1905,98	2	1000	B ₃
5	Phân xưởng luyện kim	1950,74	2	1000	B ₄

7	màu				
	Phân xưởng SCCK				
8 1	Phân xưởng rèn dập	1981,11	2	1000	B ₅
2 12	Khu nhà phòng ban quản lý và xưởng thiết kế	1237,99	2	630	B ₆
	Phân xưởng đúc				
3	Kho vật liệu	1584,92	2	1000	B ₇
	Phân xưởng gia công cơ khí				
4 11	Phân xưởng cơ lắp ráp	1928,16	2	1000	B ₈
	Trạm bơm				

3.2.3 Phương án cấp điện cho các trạm biến áp phân xưởng

3.2.3.1 Phương án sử dụng trạm biến áp trung tâm (TBATT)

Nguồn 35 kV từ hệ thống về qua TBATT được hạ xuống điện áp 10 kV để cung cấp cho các TBA phân xưởng.

* Ưu điểm: giảm được vốn đầu tư mạng điện cao áp của nhà máy và các TBA phân xưởng, vận hành thuận lợi và độ tin cậy cung cấp điện được cải thiện.

* Nhược điểm: phải xây dựng TBATT, gia tăng tổn thất trong mạng cao áp.

Do nhà máy thuộc phụ tải loại I nên TBATT cần phải đặt 2 MBA với công suất chọn theo điều kiện:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tNM}}{2} = \frac{11378,19}{2} = 5689,10 \text{ kVA}$$

Vậy MBA trung gian cần chọn có $S_{dm} = 6300 \text{ kVA}$. Kiểm tra điều kiện (3.4):

$$S_{dm} = 6300\text{kVA} > \frac{S_{sc}}{1,4} = \frac{0,7.11378,19}{1,4} = 5689,11\text{kVA}$$

3.2.3.2 Phương án sử dụng trạm phân phối trung tâm (TPPTT)

Điện năng từ hệ thống cấp cho các TBA phân xưởng thông qua TPPTT.

* Ưu điểm: việc quản lý, vận hành mạng điện cao áp nhà máy được thuận lợi, tổn thất trong mạng giảm, độ tin cậy cung cấp điện được gia tăng.

* Nhược điểm: vốn đầu tư lớn hơn do phải xây dựng TPPTT.

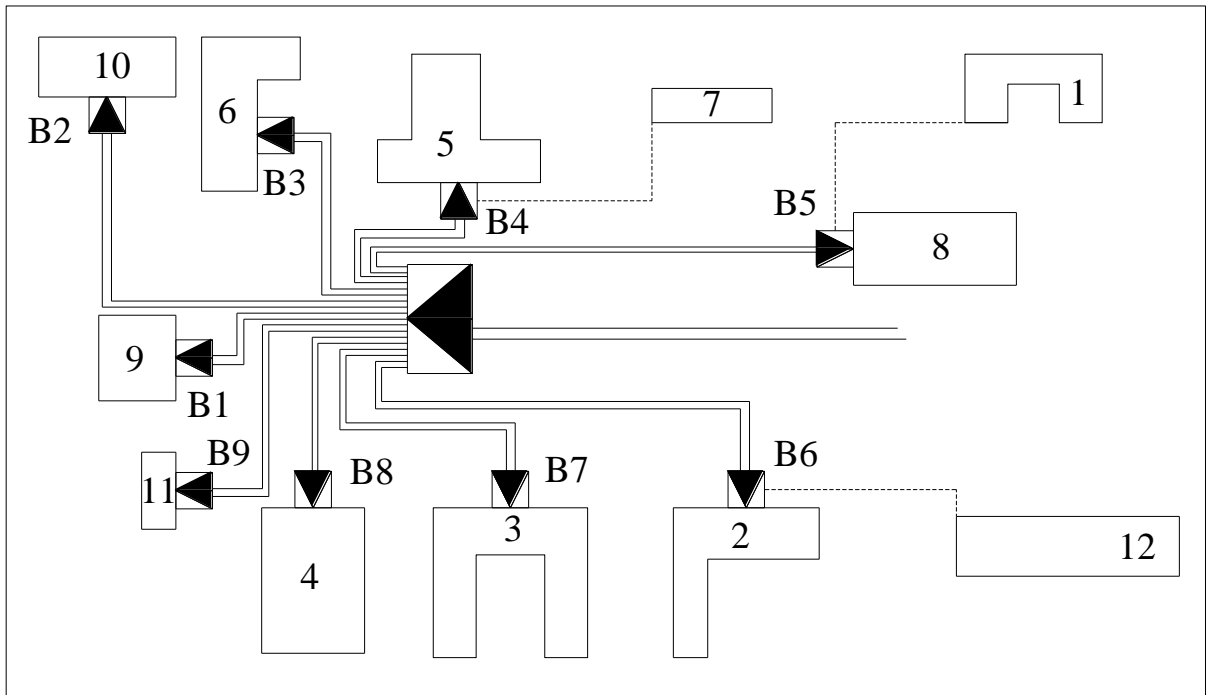
Thực tế, khi điện áp nguồn không cao ($U \leq 35 \text{ kV}$), công suất các phân xưởng tương đối lớn thì thường dùng TPPTT.

3.2.4 Lựa chọn phương án nối dây của mạng cao áp

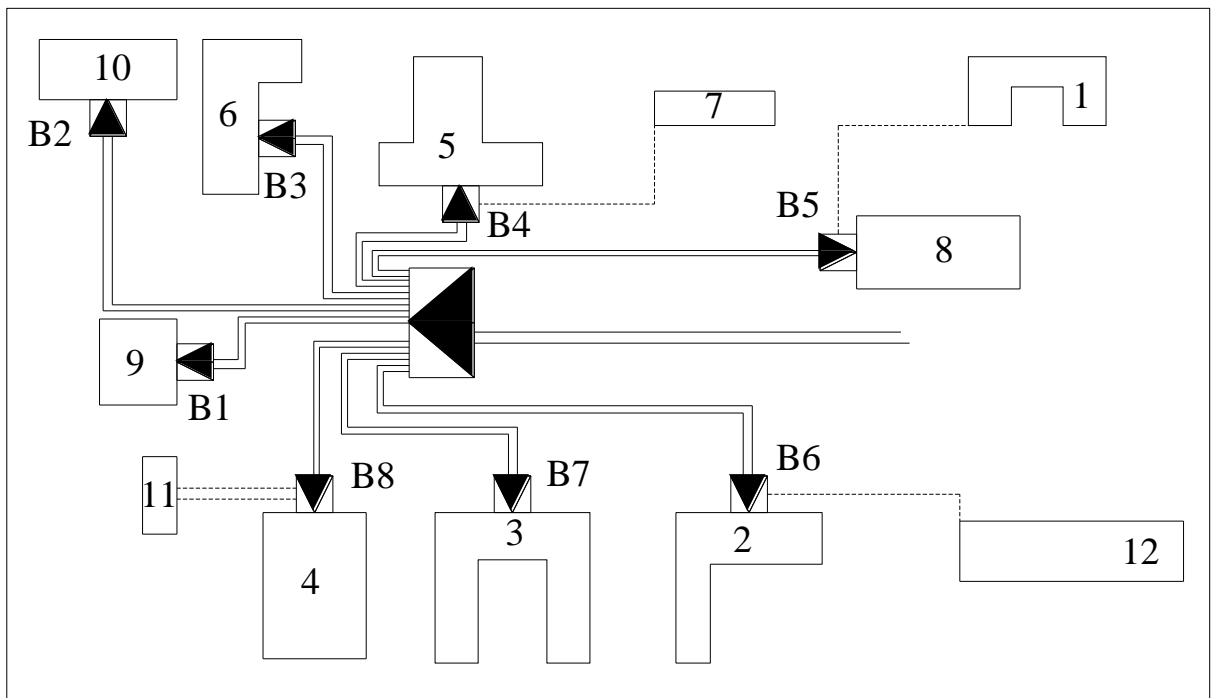
Do nhà máy thuộc hộ tiêu thụ loại I nên đường dây từ TBATG - 110/22, 10, 35 kV về trung tâm cung cấp (TBATT hoặc TPPTT) của nhà máy dài 10 km sẽ dùng loại đường dây trên không, dây nhôm lõi thép, lộ kép. Tiết diện được lựa chọn theo mật độ dòng điện kinh tế.

Dựa trên tính chất quan trọng của các phân xưởng cũng như sơ đồ bố trí của chúng, mạng cao áp trong nhà máy sử dụng sơ đồ hình tia lộ kép. Ưu điểm của sơ đồ là sơ đồ nối dây rõ ràng, các TBA phân xưởng đều được cấp điện từ 2 đường dây nên độ tin cậy vì thế tương đối cao, dễ thực hiện các biện pháp bảo vệ, tự động hóa, dễ vận hành.

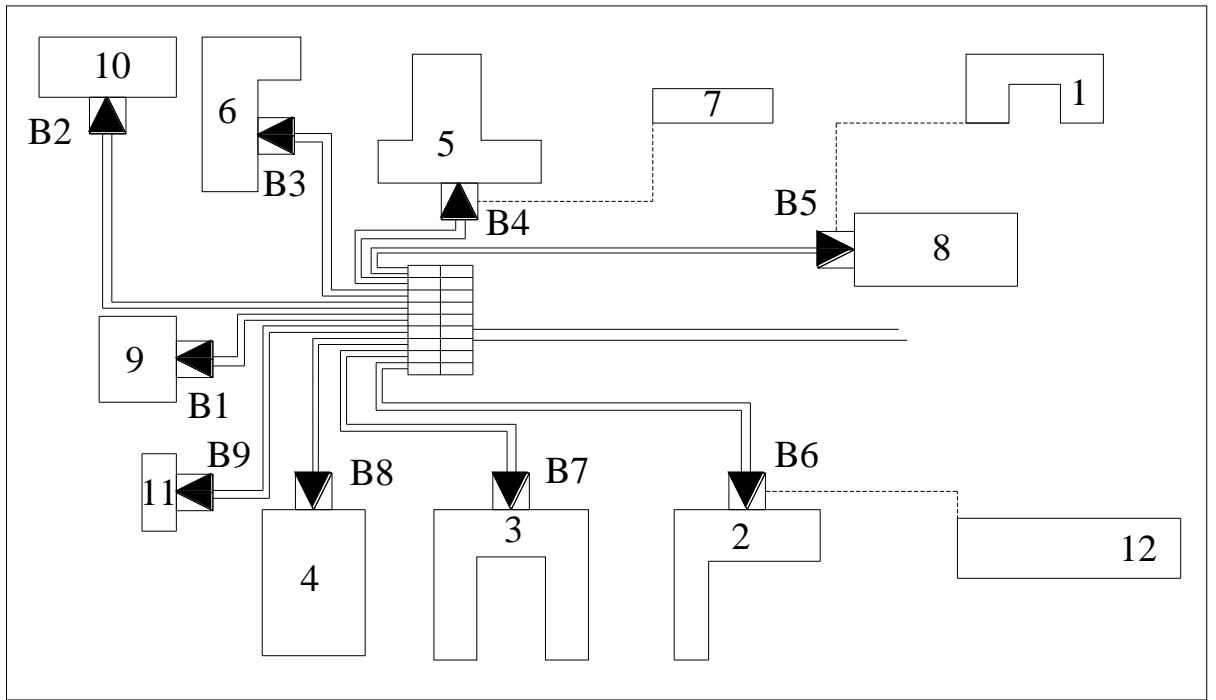
Để đảm bảo mỹ quan và an toàn, các đường cáp trong nhà máy đều được đặt trong hầm cáp xây dọc theo các tuyến giao thông nội bộ. Từ những phân tích này, ta đưa ra 4 phương án thiết kế mạng cao áp như sau:



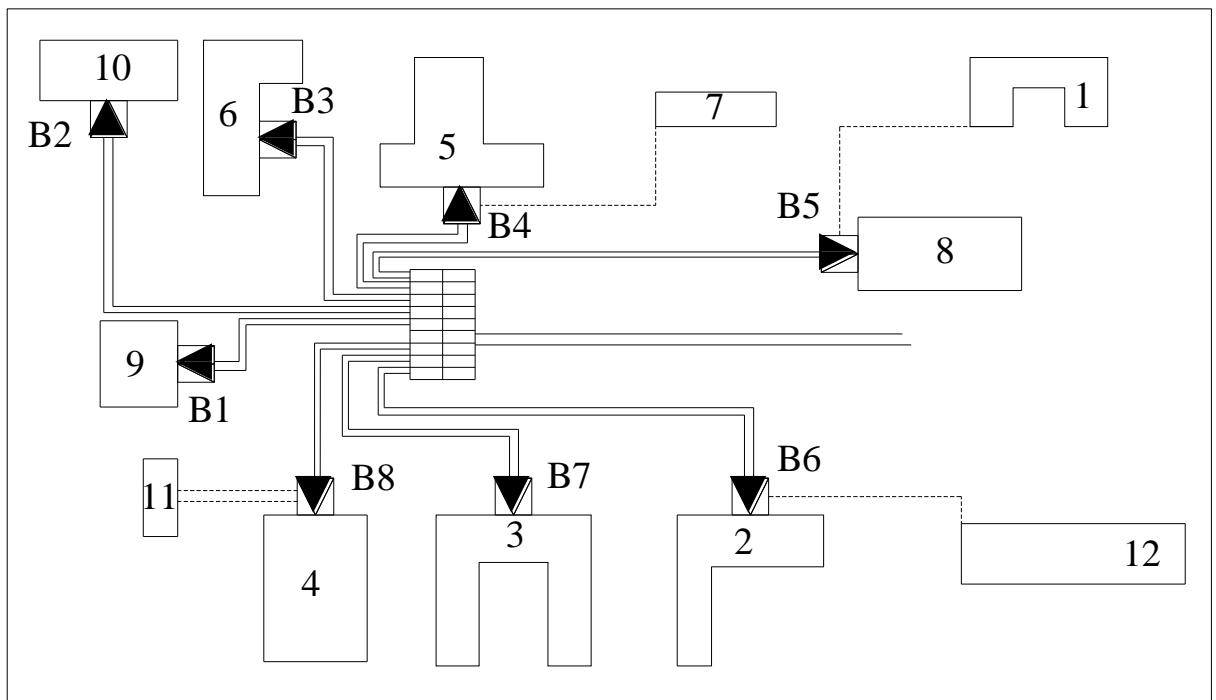
Hình 3.1: Phương án I



Hình 3.2: Phương án II



Hình 3.3: Phương án III



Hình 3.4: Phương án IV

3.3 Tính toán kinh tế - kỹ thuật lựa chọn phương án hợp lý

3.3.1 Các công thức tính toán

3.3.1.1 Hàm chi phí tính toán

Việc so sánh và lựa chọn phương án hợp lý, ta dựa trên việc tính toán hàm chi phí tính toán và chỉ xét đến những phần khác nhau trong các phương án để giảm khối lượng tính toán:

$$Z = (a_{vh} + a_{tc}).K + \Delta A.c \rightarrow \min \quad (3.5)$$

Trong đó:

- + a_{vh} : hệ số khấu hao vận hành, với đường cáp và trạm lấy $a_{vh} = 0,1$.
- + a_{tc} : hệ số tiêu chuẩn thu hồi vốn đầu tư, ở Việt Nam lấy $a_{tc} = 0,2$.
- + K : vốn đầu tư, trong so sánh tương đối giữa các phương án chỉ cần kể những phần khác nhau trong sơ đồ cấp điện.
- + c : giá tiền 1 kWh tổn thất điện năng, đ/kWh.
- + ΔA : tổn thất điện năng trong mạng cao áp và hạ áp của xí nghiệp.

3.3.1.2 Tổn thất điện năng trong máy biến áp

Tổn thất điện năng trong MBA được xác định theo công thức:

$$\Delta A_B = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_N \cdot \left(\frac{S_{tt}}{S_{dm}} \right)^2 \cdot \tau \text{ kWh} \quad (3.6)$$

Trong đó:

- + n : số MBA làm việc song song.
- + t : thời gian MBA vận hành, ở đây coi MBA vận hành quanh năm thì $t = 8760$ h.
- + τ : thời gian tổn thất công suất cực đại

$$\tau = (0,124 + 10^{-4} \cdot T_{max})^2 \cdot 8760 \quad (3.7)$$

- T_{max} : thời gian sử dụng công suất cực đại.
- + $\Delta P_0, \Delta P_N$: tổn thất công suất không tải và tổn thất công suất ngắn mạch của MBA.

- + S_{tt} : công suất tính toán của TBA.
- + S_{dm} : công suất định mức của MBA.

Theo đề bài, nhà máy sản xuất máy kéo có: $T_{max} = 4500$ h. Vậy:

$$\tau = (0,124 + 10^{-4} \cdot 4500)^2 \cdot 8760 = 2886 \text{ h}$$

3.3.1.3 Lựa chọn tiết diện dây dẫn, tính toán tổn thất trên đường dây

* Cáp từ TBATT về các TBA phân xưởng được chọn theo điều kiện mật độ kinh tế của dòng điện j_{kt} . Tiết diện kinh tế của cáp:

$$F_{kt} = \frac{I_{max}}{j_{kt}} \text{ mm}^2 \quad (3.8)$$

- + I_{max} : dòng điện tính toán cực đại.

$$I_{max} = \frac{S_{tppx}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}} \quad (3.9)$$

Với nhà máy sản xuất máy kéo có thời gian sử dụng công suất cực đại $T_{max} = 4500$ h, sử dụng cáp lõi đồng, tra bảng 2.10 tìm được $j_{kt} = 3,1 \text{ A/mm}^2$.

Dựa vào F_{kt} tính được, tra bảng lựa chọn tiết diện tiêu chuẩn cáp gần nhất và kiểm tra điều kiện phát nóng:

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{sc} \quad (3.10)$$

- + I_{sc} : dòng điện khi xảy ra sự cố đứt 1 cáp, $I_{sc} = 2 \times I_{max}$.
- + k_1 : hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ, $k_1 = 1$.
- + k_2 : hệ số hiệu chỉnh về số dây cáp cùng đặt trong một rãnh. Với các rãnh đặt 2 cáp, mỗi cáp cách nhau 300 mm thì $k_2 = 0,93$.
- + I_{cp} : dòng điện cho phép của dây dẫn được chọn.

* Cáp hạ áp được chọn theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{max} \quad (3.11)$$

Do đoạn đường cáp ngắn, tổn thất điện áp không đáng kể nên không cần kiểm tra điều kiện ΔU_{cp} .

Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:

$$\Delta P_D = \frac{S_{\text{tppx}}^2}{U_{\text{dm}}^2} \cdot R \cdot 10^{-3} \text{ kW} \quad (3.12)$$

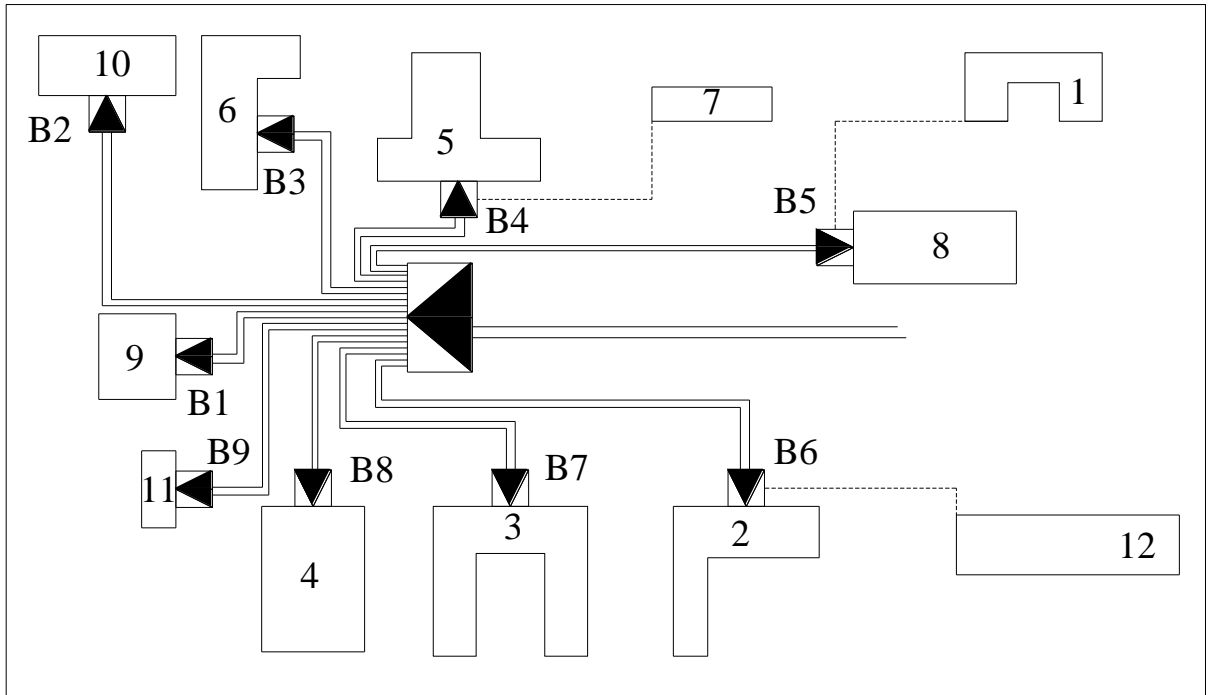
$$+ \quad R = \frac{1}{n} \cdot r_0 \cdot l \Omega$$

- n: số lộ đường dây song song.

Tổn thất điện năng trên đường dây:

$$\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau \text{ kWh} \quad (3.13)$$

3.3.2 Phương án I



Hình 3.5: Phương án I

3.3.2.1 Vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong TBA

Dựa trên cơ sở chọn được công suất MBA phân xưởng và MBA trung gian ở mục 3.2.2.1 và 3.2.3.1 ta có bảng kết quả lựa chọn MBA:

Bảng 3.3: Thông số MBA phương án I

Tên TBA	S_{dm} , kVA	U_C/U_H	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	U_N , %	I_0 , %	Số máy	Đơn giá, 10^6 đ	Thành tiền, 10^6 đ
TBATT	6300	35/10	6.63	40	7	0,7	2	558	1116,00
B ₁	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₂	750	10/0,4	1,2	6,59	4,5	1,4	2	87,7	175,40
B ₃	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₄	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₅	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₆	630	10/0,4	1,1	6,04	4,5	1,4	2	79,5	159,00
B ₇	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00

B ₈	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₉	160	10/0,4	0,45	2,1	4	1,7	2	35,2	70,40
Tổng vốn đầu tư TBA, K_B									3020,80

Tổn thất điện năng trong TBA trung gian tính theo công thức (3.6) bằng:

$$\Delta A = 2.6,63.8760 + \frac{1}{2}.40.\left(\frac{11378,19}{6300}\right)^2.2886 = 304432,26 \text{ kWh}$$

Tương tự với các TBA còn lại ta thu được bảng sau:

Bảng 3.4: Tổn thất điện năng trong các TBA phương án I

Tên TBA	Số máy	S _{tt} , kVA	S _{dm} , kVA	ΔP ₀ , kW	ΔP _N , kW	ΔA _B , kWh
TBATT	2	11378,19	6300	6,63	40	304432,26
B ₁	2	1770,45	1000	1,55	9	67863,66
B ₂	2	1300,45	750	1,2	6,59	49614,18
B ₃	2	1905,98	1000	1,55	9	74334,67
B ₄	2	1950,74	1000	1,55	9	66962,13
B ₅	2	1981,11	1000	1,55	9	78127,20
B ₆	2	1237,99	630	1,1	6,04	52927,50
B ₇	2	1584,92	1000	1,55	9	59779,12
B ₈	2	1629,79	1000	1,55	9	61652,40
B ₉	2	308,24	160	0,45	2,1	19130,44
Tổng tổn thất điện năng						815693,13

3.3.2.2 Lựa chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng điện

1. Lựa chọn tiết diện cáp từ TBATT về TBA phân xưởng

* Loại cáp cao áp sử dụng ở đây là cáp 3 lõi cách điện XLPE, đai thép, PVC do hãng FURUKAWA sản xuất.

Theo công thức (3.9), dòng điện lớn nhất chạy trên 1 lộ của đường cáp nối từ TBATT về TBA phân xưởng B₃ là:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}}} = \frac{1905,98}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 55,02 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của cáp tính theo công thức (3.8):

$$F_{\text{kt}} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{kt}}} = \frac{55,02}{3,1} = 17,75 \text{ mm}^2$$

Tra bảng PL V.16 [1,305], ta chọn được cáp có tiết diện $F = 16 \text{ mm}^2$, $I_{\text{cp}} = 110 \text{ A}$. Kiểm tra điều kiện phát nóng theo công thức (3.10):

$$0,93 \times 110 = 102,3 \text{ A} < I_{\text{sc}} = 2 \times 55,02 = 110,04 \text{ A}$$

Vậy cáp đã chọn lại cáp có tiết diện $F = 25 \text{ mm}^2$, $I_{\text{cp}} = 140 \text{ A}$.

Tương tự với các tuyến cáp cao áp của các TBA phân xưởng còn lại. Kết quả ghi trong bảng 3.5.

* Loại cáp hạ áp được sử dụng ở đây là cáp đồng hạ áp 1 lõi và 4 lõi cách điện PVC do hãng LENS sản xuất.

Dòng điện lớn nhất đi qua cáp B₅ – 1:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}}} = \frac{214}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 325,14 \text{ A}$$

Điều kiện chọn cáp: $I_{\text{cp}} \geq I_{\max}$. Tra bảng PL V.13 [1,302] ta chọn được tiết diện 120 mm^2 , loại 4G120 có $I_{\text{cp}} = 346 \text{ A}$. Các cáp hạ áp B₄ – 7, B₆ – 12 chọn tương tự.

Bảng 3.5: Kết quả lựa chọn cáp cao áp và hạ áp phương án 1

Đường cáp	S _{tt} , kVA	I _{max} , A	F _{kt} , mm ²	F, mm ²	I _{cp} , A	L, m	Giá, 10 ⁶ đ/m	Tổng, 10 ⁶ đ
TBATT – B ₁	1770,45	51,11	16,49	2 (3*16)	110	125	0,110	27,500
TBATT – B ₂	1300,45	37,54	12,11	2 (3*16)	110	250	0,110	55,000

TBATT – B ₃	1905,98	55,02	17,75	2 (3*25)	140	142	0,125	35,500
TBATT – B ₄	1950,74	55,54	17,92	2 (3*16)	110	119	0,110	26,180
TBATT – B ₅	1981,11	57,19	18,45	2 (3*25)	140	247	0,125	61,750
TBATT – B ₆	1237,99	35,74	11,53	2 (3*16)	110	266	0,110	58,520
TBATT – B ₇	1584,92	45,75	14,76	2 (3*16)	110	187	0,110	41,140
TBATT – B ₈	1629,79	47,05	15,18	2 (3*16)	110	120	0,110	26,400
TBATT – B ₉	308,24	8,90	2,87	2 (3*16)	110	188	0,110	41,360
B ₄ – 7	456,69	693,87		3PVC (1x400)	825	135	0,355	47,925
B ₅ – 1	214,00	325,14		4G120	346	125	0,190	23,725
B ₆ – 12	83,56	126,96		4G25	127	115	0,043	4,945
Tổng vốn đầu tư đường dây, K_D								422,432

2. Tính toán tổn thất công suất, tổn thất điện năng

Đường cáp TBATT – B₁ tiết diện 2 XLPE (3*16) có $r_0 = 1,47 \Omega/\text{km}$, $L = 125$ m

$$\rightarrow R = \frac{1}{2} \cdot r_0 \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 1,47 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 0,092 \Omega$$

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn cáp này được tính theo công thức (3.12):

$$\Delta P_D = \frac{S_{\text{tppx}}^2}{U_{\text{dm}}^2} \cdot R \cdot 10^{-3} = \frac{1770,45^2}{10^2} \cdot 0,092 \cdot 10^{-3} = 2,88 \text{ kW}$$

Tương tự với các đường cáp còn lại. Tổng hợp ta có bảng sau:

Bảng 3.6: Tồn thất công suất tác dụng trên các đường dây phương án I

Đường cáp	F, mm ²	L, m	r ₀ , Ω/km	R	S _{tt} , kVA	ΔP _D , kW
TBATT – B ₁	2 (3*16)	125	1,47	0,092	1770,45	2,88
TBATT – B ₂	2 (3*16)	250	1,47	0,184	1300,45	3,11
TBATT – B ₃	2 (3*25)	142	0,927	0,066	1905,98	2,39
TBATT – B ₄	2 (3*16)	119	1,47	0,087	1950,74	2,68
TBATT – B ₅	2 (3*25)	247	0,927	0,114	1981,11	4,49
TBATT – B ₆	2 (3*16)	266	1,47	0,196	1237,99	3,00
TBATT – B ₇	2 (3*16)	187	1,47	0,137	1584,92	3,45
TBATT – B ₈	2 (3*16)	120	1,47	0,088	1629,79	2,34
TBATT – B ₉	2 (3*16)	188	1,47	0,138	308,24	0,13
B ₄ – 7	3PVC (1x400)	135	0,047	0,0063	456,69	11,69
B ₅ – 1	4G120	125	0,153	0,019	214,00	6,07
B ₆ – 12	4G25	115	0,727	0,084	83,56	4,04
Tổng tồn thất công suất						46,27

Vậy tổn thất điện năng trên đường dây là:

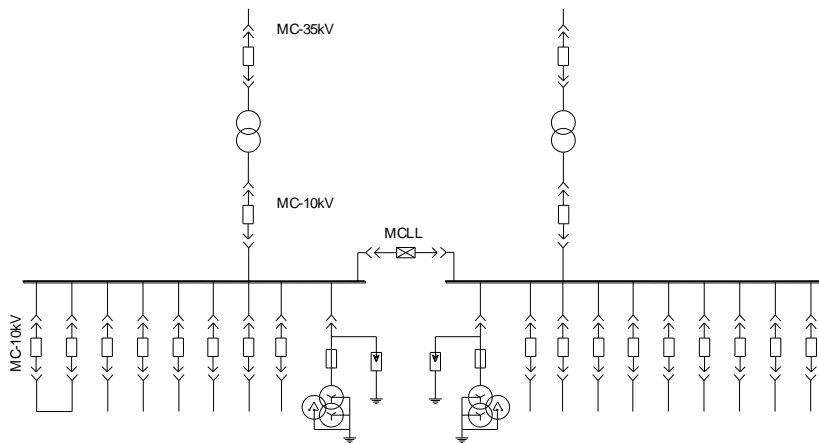
$$\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau = 46,27 \times 2886 = 115289,52 \text{ kWh}$$

3.3.2.3 Vốn đầu tư mua sắm máy cắt

$$K_{MC} = n \cdot M \quad (3.14)$$

+ n: số máy cắt trong mạng cần xét đến.

+ M: giá máy cắt, $M_{10 \text{ kV}} = 120 \cdot 10^6 \text{ đ}$, $M_{35 \text{ kV}} = 160 \cdot 10^6 \text{ đ}$.



Hình 3.6: Sơ đồ TBA trung gian phương án I

Mạng cao áp của TBA phân xưởng có cấp điện áp 10 kV nối từ TBATG về.

Tổng có 21 máy cắt 10 kV và 2 máy cắt 35 kV ở các vị trí sau:

- + 18 máy cắt cấp điện cho 9 TBA phân xưởng nhận điện trực tiếp từ 2 phân đoạn thanh góp qua máy cắt điện đặt ở đầu đường cáp).
- + 1 máy cắt phân đoạn thanh góp 10 kV ở TBATT.
- + 2 máy cắt 10 kV ở phía hạ áp 2 MBA trung tâm.
- + 2 máy cắt 35 kV ở phía cao áp MBA trung tâm.

Vốn đầu tư mua máy cắt là:

$$K_{MC} = n \cdot M = 21 \times 120 \cdot 10^6 + 2 \times 160 \cdot 10^6 = 2840 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

3.3.2.4 Chi phí tính toán phương án I

- Tổng vốn đầu tư bằng:

$$K = K_B + K_D + K_{MC} = (3020,8 + 422,432 + 2840) \times 10^6 = 6283,23 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

- Tổng tổn thất điện năng trong mạng cao áp của nhà máy:

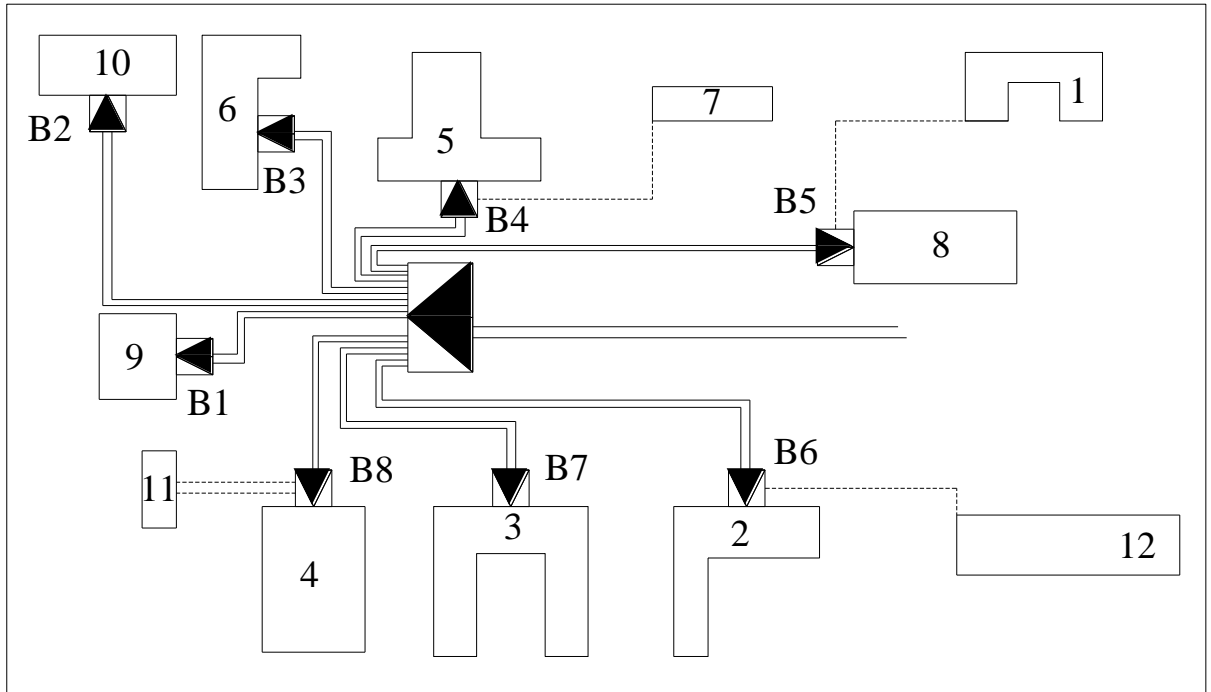
$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D = 815693,13 + 115289,52 = 930982,65 \text{ kWh}$$

- Chi phí tính toán của phương án I:

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

$$= (0,1 + 0,2) \times 6283,23 \times 10^6 + 930982,65 \times 750 = 2583,21 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

3.3.3 Phương án II



Hình 3.7: Phương án II

3.3.3.1 Vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong MBA

Theo mục 3.2.2.2 và mục 3.2.3.1 ta có bảng tổng kết lựa chọn MBA phương án II:

Bảng 3.7: Thông số MBA phương án II

Tên TBA	S_{dm} , kVA	U_C/U_H	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	U_N , %	I_0 , %	Số máy	Đơn giá, 10^6 đ	Thành tiền, 10^6 đ
TBATT	6300	35/10	6,63	40	7	0,7	2	558	1116,00
B ₁	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₂	750	10/0,4	1,2	6,59	4,5	1,4	2	87,7	175,40
B ₃	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₄	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₅	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₆	630	10/0,4	1,1	6,04	4,5	1,4	2	79,5	159,00
B ₇	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
B ₈	1000	10/0,4	1,55	9	5	1,3	2	125	250,00
Tổng vốn đầu tư TBA, K_B									2950,40

Tổn thất điện năng trong TBA như sau:

Bảng 3.8: Tổn thất điện năng trong các TBA phương án II

Tên TBA	Số máy	S_{tt} , kVA	S_{dm} , kVA	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	ΔA_B , kWh
TBATT	2	11378,19	6300	6,63	40	304432,26
B ₁	2	1770,45	1000	1,55	9	67863,66
B ₂	2	1300,45	750	1,2	6,59	49614,18
B ₃	2	1905,98	1000	1,55	9	74334,67
B ₄	2	1950,74	1000	1,55	9	66962,13
B ₅	2	1981,11	1000	1,55	9	78127,20
B ₆	2	1237,99	630	1,1	6,04	52927,50
B ₇	2	1584,92	1000	1,55	9	59779,12

B ₈	2	1928,16	1000	1,55	9	75438,92
Tổng tổn thất điện năng						829479,65

3.3.3.2 Lựa chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng điện

1. Lựa chọn tiết diện cáp từ TBATT về TBA phân xưởng

Các tuyến cáp cao áp từ TBATT – B₁ ÷ B₇ giống phương án I. Tuyến cáp TBATT – B₈ chọn tương tự.

Cáp B₈ – 11 chọn như sau:

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{max} = \frac{S_{tppx}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{đm}} = \frac{308,24}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 234,16 \text{ A}$$

Tra bảng PL V.13 [1,302] ta sử dụng cáp loại 4G70, lộ kép do LENS chế tạo có F = 70 mm² có I_{cp} = 246 A. Trong trường hợp này k₂ = 0,93.

Khi xảy ra sự cố đứt 1 dây giống như trường hợp chọn MBA ta có thể khảo sát và cắt bỏ 30% phụ tải loại 3. Vậy ta có điều kiện kiểm tra:

$$0,93 \cdot 246 = 228,78 < I_{sc} = 2 \times I_{max} = 2 \times 234,16 = 468,32 \text{ A.}$$

Vậy cáp phải chọn lại thành cáp đồng 1 loại 3x240 + 1x95, lộ kép có I_{cp} = 538A

Bảng 3.9: Kết quả lựa chọn cáp cao áp và hạ áp phương án II

Đường cáp	S _{tt} , kVA	I _{max} , A	F _{kt} , mm ²	F, mm ²	I _{cp} , A	L, m	Giá, 10 ⁶ đ/m	Tổng, 10 ⁶ đ
TBATT - B ₁	1770,45	51,11	16,49	2 (3*16)	110	125	0,110	27,500
TBATT – B ₂	1300,45	37,54	12,11	2 (3*16)	110	250	0,110	55,000
TBATT – B ₃	1905,98	55,02	17,75	2 (3*25)	140	142	0,125	35,500
TBATT –	1950,74	55,54	17,92	2 (3*16)	110	119	0,110	26,180

B ₄								
TBATT – B ₅	1981,11	57,19	18,45	2 (3*25)	140	247	0,125	61,750
TBATT – B ₆	1237,99	35,74	11,53	2 (3*16)	110	266	0,110	58,520
TBATT – B ₇	1584,92	45,75	14,76	2 (3*16)	110	187	0,110	41,140
TBATT – B ₈	1928,16	55,66	17,96	2 (3*25)	140	120	0,125	30,000
B ₄ – 7	456,69	693,87		3PVC(1x40 0)	825	135	0,355	47,925
B ₅ – 1	214,00	325,14		4G120	346	125	0,190	23,725
B ₆ – 12	83,56	126,96		4G25	127	115	0,043	4,945
B ₈ – 11	308,24	234,16		2(3*24+1*9 5)	538	65	0,378	24,570
Tổng vốn đầu tư đường dây, K_D								409,242

2. Tính toán tổn thất công suất, tổn thất điện năng

Bảng 3.10: Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây phương án II

Đường cáp	F, mm ²	L, m	r ₀ , Ω/km	R, Ω	S _{tt} , kVA	ΔP _D , kW
TBATT - B ₁	2 (3*16)	125	1,47	0,092	1770,45	2,88
TBATT – B ₂	2 (3*16)	250	1,47	0,184	1300,45	3,11
TBATT – B ₃	2 (3*25)	142	0,927	0,066	1905,98	2,39
TBATT – B ₄	2 (3*16)	119	1,47	0,087	1750,74	2,68

TBATT – B ₅	2 (3*25)	247	0,927	0,114	1981,11	4,49
TBATT – B ₆	2 (3*16)	266	1,47	0,196	1237,99	3,00
TBATT – B ₇	2 (3*16)	187	1,47	0,137	1584,92	3,45
TBATT – B ₈	2 (3*25)	120	0,927	0,056	1928,16	2,07
B ₄ – 7	3PVC (1x400)	135	0,047	0,0063	456,69	11,69
B ₅ – 1	4G120	125	0,153	0,019	214,00	6,07
B ₆ – 12	4G25	115	0,727	0,084	83,56	4,04
B ₈ – 11	2 (3*240+ 1*95)	65	0,076	0,002	308,24	1,63
Tổng tổn thất công suất						47,5

Vậy tổn thất điện năng trên đường dây là:

$$\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau = 47,5 \times 2886 = 118807,36 \text{ kWh}$$

3.3.3.3 Vốn đầu tư mua sắm máy cắt

Do bớt đi 1 TBA phân xưởng 2 máy so với phương án I nên ta có tổng số 19 máy cắt 10 kV và 2 máy cắt 35 kV. Vốn mua sắm máy cắt:

$$K_{MC} = n \cdot M = (19 \times 120 + 2 \times 160) \cdot 10^6 = 2600 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

3.3.3.4 Chi phí tính toán phương án II

- Tổng vốn đầu tư bằng:

$$K = K_B + K_D + K_{MC} = (2950,4 + 409,242 + 2600) \times 10^6 = 5959,64 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

- Tổng tổn thất điện năng trong mạng cao áp của nhà máy:

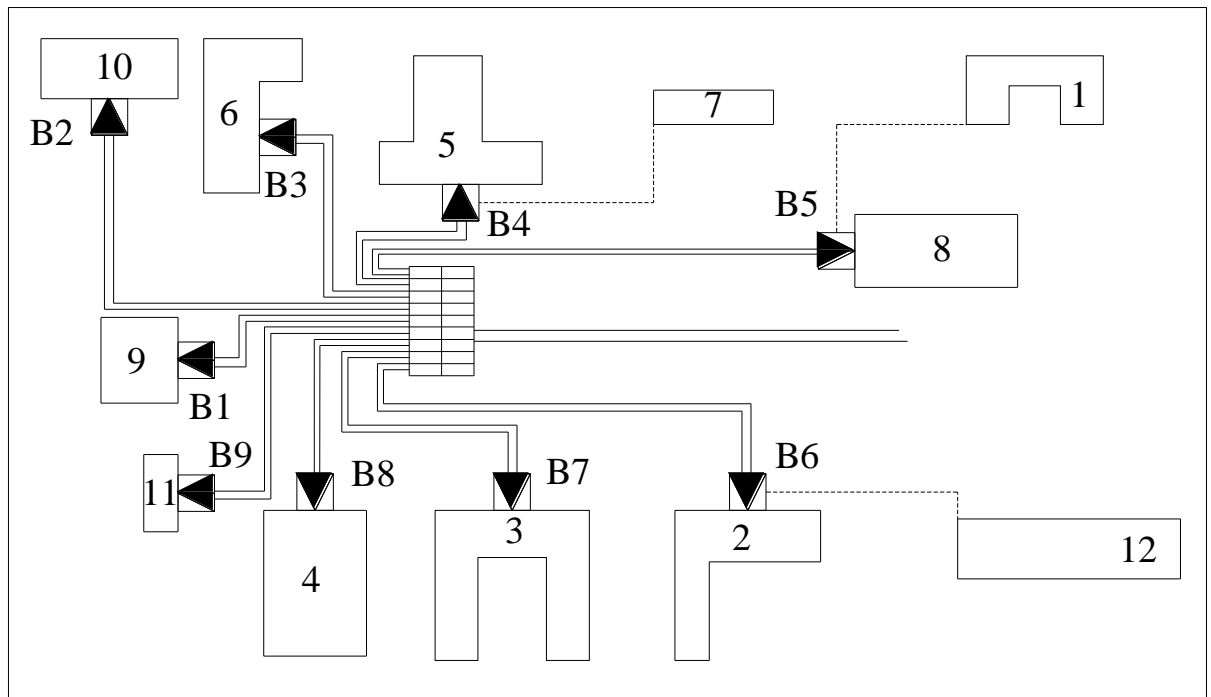
$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D = 829479,65 + 118807,36 = 948287,01 \text{ kWh}$$

- Chi phí tính toán của phương án II:

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

$$= (0,1 + 0,2) \times 5959,64 \times 10^6 + 948287,01 \times 750 = 2499,11.10^6 \text{ đ}$$

3.3.4 Phương án III



Hình 3.8: Phương án III

3.3.4.1 Vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong MBA

Do không sử dụng TBATT, mà sử dụng TPPTT nên các MBA phân xưởng sẽ là loại MBA cấp 35/0,4 kV do nhà máy chế tạo thiết bị điện Đông Anh sản xuất. Dựa trên cơ sở lựa chọn công suất máy biến áp ở mục 3.2.2.1 ta chọn được chủng loại MBA phân xưởng như sau:

Bảng 3.11: Thông số MBA phương án III

Tên TBA	S_{dm} , kVA	U_C/U_H	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	U_N , %	I_0 , %	Số máy	Đơn giá, 10^6 đ	Thành tiền, 10^6 đ
B ₁	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₂	750	35/0,4	1,35	7,1	5,5	1,4	2	98,4	196,80

B ₃	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₄	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₅	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₆	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	2	91,1	182,20
B ₇	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₈	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₉	160	35/0,4	0,51	2,25	5	1,7	2	44,8	89,60
Tổng vốn đầu tư TBA, K_B									2167,80

Tổn thất điện năng trong TBA B₁ tính theo công thức (3.6) bằng:

$$\Delta A = 2 \cdot 1,68 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \left(\frac{1770,45}{1000} \right)^2 \cdot 2886 = 74664,34 \text{ kWh}$$

Tương tự với các TBA còn lại ta thu được bảng sau:

Bảng 3.12: Tổn thất điện năng trong các TBA phương án III

Tên TBA	Số máy	S _{tt} , kVA	S _{dm} , kVA	ΔP ₀ , kW	ΔP _N , kW	ΔA _B , kWh
B ₁	2	1770,45	1000	1,68	10	74664,34
B ₂	2	1300,45	750	1,35	7,1	54454,78
B ₃	2	1905,98	1000	1,68	10	81854,34
B ₄	2	1950,74	1000	1,68	10	73662,64
B ₅	2	1981,11	1000	1,68	10	86068,26
B ₆	2	1237,99	630	1,25	6,21	56502,76
B ₇	2	1584,92	1000	1,68	10	65681,51
B ₈	2	1629,79	1000	1,68	10	67762,93
B ₉	2	308,24	160	0,51	2,25	20984,96
Tổng tổn thất điện năng						560651,55

3.3.4.2 Lựa chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng điện

1. Lựa chọn tiết diện cáp từ TBATT về TBA phân xưởng

Theo công thức (3.9), dòng lớn nhất chạy trên 1 lộ của đường cáp TPPTT - B₁:

$$I_{\max} = \frac{S_{\text{tppx}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}}} = \frac{1770,45}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 14,60 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của cáp tính theo công thức (3.8):

$$F_{\text{kt}} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{kt}}} = \frac{14,46}{3,1} = 4,71 \text{ mm}^2$$

Tra bảng PL V.16 [1,305], ta chọn được cáp có tiết diện tối thiểu do FURUKAWA sản xuất là $F = 50 \text{ mm}^2$, $I_{\text{cp}} = 200 \text{ A}$. Kiểm tra điều kiện phát nóng theo công thức (3.10):

$$0,93 \times 200 = 186 \text{ A} > I_{\text{sc}} = 2 \times 4,71 = 9,42 \text{ A}$$

Vậy cáp đã chọn đạt tiêu chuẩn.

* Tương tự với các tuyến cáp cao áp của các TBA phân xưởng còn lại.

Cáp hạ áp chọn như phương án I.

* **Bảng 3.13:** Kết quả lựa chọn cáp cao áp và hạ áp phương án III

Đường cáp	S _{tt} , kVA	I _{max} , A	F _{kt} , mm ²	F, mm ²	I _{cp} , A	L, m	Giá, 10 ⁶ đ/m	Tổng, 10 ⁶ đ
TPPTT – B ₁	1770,45	14,60	4,71	2 (3*50)	200	125	0,282	70,500
TPPTT – B ₂	1300,45	10,73	3,46	2 (3*50)	200	250	0,282	141,000
TPPTT – B ₃	1905,98	15,72	5,07	2 (3*50)	200	142	0,282	80,088
TPPTT – B ₄	1950,74	16,08	5,19	2 (3*50)	200	119	0,282	67,116
TPPTT –	1981,11	16,34	5,27	2	200	247	0,282	139,308

B ₅				(3*50)				
TPPTT – B ₆	1237,99	10,21	3,29	2 (3*50)	200	266	0,282	150,024
TPPTT – B ₇	1584,92	13,07	4,22	2 (3*50)	200	187	0,282	105,468
TPPTT – B ₈	1629,79	13,44	4,34	2 (3*50)	200	120	0,282	67,680
TPPTT – B ₉	308,24	2,54	0,82	2 (3*50)	200	188	0,282	106,032
B ₄ – 7	456,69	693,87		3PVC (1x400)	825	135	0,355	47,925
B ₅ – 1	214,00	325,14		4G120	346	125	0,190	23,725
B ₆ – 12	83,56	126,96		4G25	127	115	0,043	4,945
Tổng vốn đầu tư xây dựng đường dây, K_D								976,298

2. Tính toán tổn thất công suất, tổn thất điện năng

Đường cáp TBATT – B₁ tiết diện 2 XLPE (3*50): r₀ = 0,494 Ω/km, L = 125 m.

$$\rightarrow R = \frac{1}{2} \cdot r_0 \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 0,494 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 0,031 \Omega$$

$$\Delta P_D = \frac{S_{\text{ttpx}}^2}{U_{\text{dm}}^2} \cdot R \cdot 10^{-3} = \frac{1770,45^2}{35^2} \cdot 0,031 \cdot 10^{-3} = 0,08 \text{ kW}$$

Tương tự với các đường cáp còn lại. Tổng hợp ta có bảng sau:

Bảng 3.14: Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây phương án III

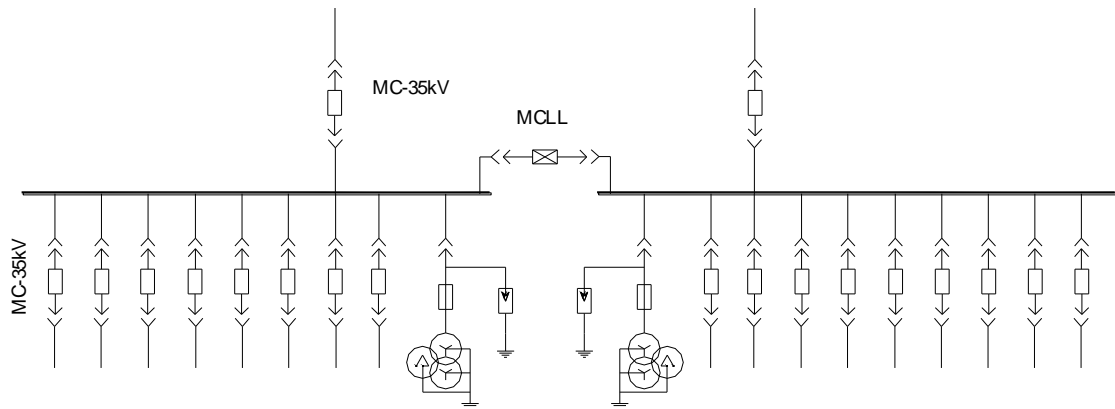
Đường cáp	F, mm ²	L, m	r ₀ , Ω/km	R, Ω	S _{tt} , kVA	ΔP _D , kW
TPPTT – B ₁	2 (3*50)	125	0,494	0,031	1770,45	0,08

TPPTT – B ₂	2 (3*50)	250	0,494	0,062	1300,45	0,09
TPPTT – B ₃	2 (3*50)	142	0,494	0,035	1905,98	0,10
TPPTT – B ₄	2 (3*50)	119	0,494	0,029	1750,74	0,07
TPPTT – B ₅	2 (3*50)	247	0,494	0,061	1981,11	0,20
TPPTT – B ₆	2 (3*50)	266	0,494	0,066	1237,99	0,08
TPPTT – B ₇	2 (3*50)	187	0,494	0,046	1584,92	0,09
TPPTT – B ₈	2 (3*50)	120	0,494	0,030	1629,79	0,06
TPPTT – B ₉	2 (3*50)	188	0,494	0,046	308,24	0,01
B ₄ – 7	3PVC (1x400)	135	0,047	0,0063	456,69	11,69
B ₅ – 1	4G120	125	0,153	0,019	214,00	6,07
B ₆ – 12	4G25	115	0,727	0,084	83,56	4,04
Tổng tổn thất công suất						22,58

Vậy tổn thất điện năng trên đường dây là:

$$\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau = 22,58 \times 2886 = 46910,12 \text{ kWh}$$

3.3.4.3 Vốn đầu tư mua sắm máy cắt



Hình 3.8: Sơ đồ TPP trung tâm phương án III

Ở phương án này ta chỉ có 21 máy cắt cấp điện áp 35 kV. Vốn mua sắm máy cắt là:

$$K_{MC} = n \cdot M = 21 \times 160 \cdot 10^6 = 3360 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

3.3.4.4 Chi phí tính toán phương án III

- Tổng vốn đầu tư bằng:

$$K = K_B + K_D + K_{MC} = (2167,8 + 976,298 + 3360) \times 10^6 = 6504,10 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

- Tổng tổn thất điện năng trong mạng cao áp của nhà máy:

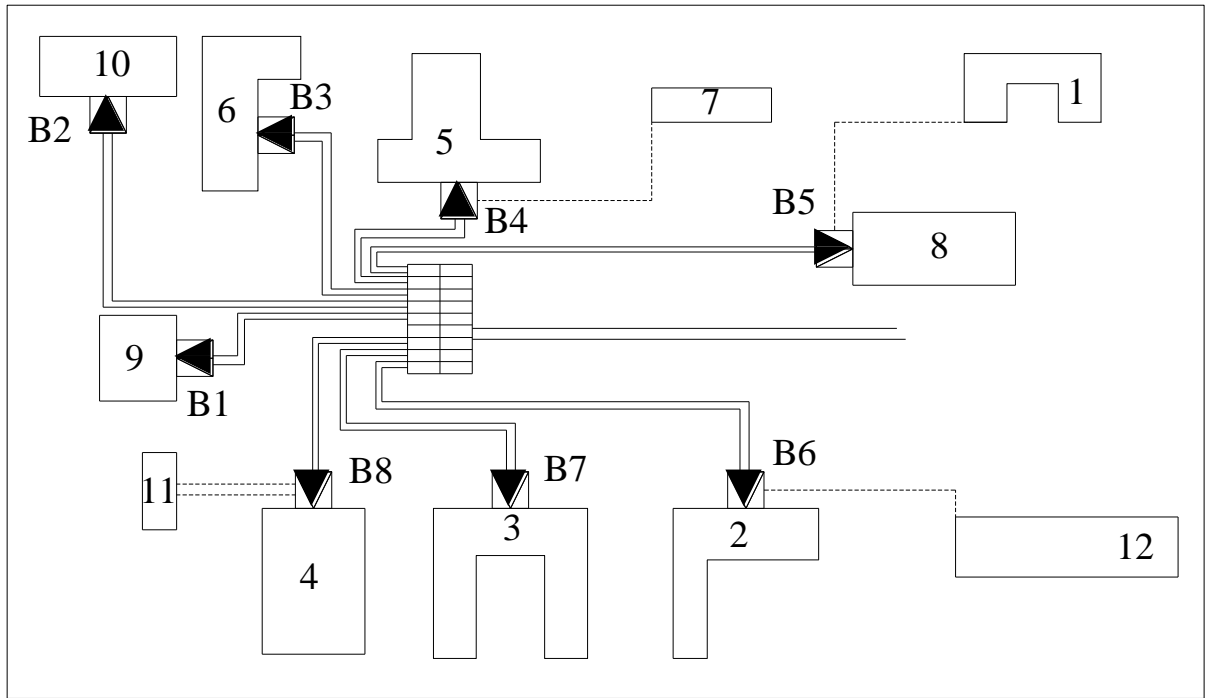
$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D = 560651,55 + 46910,12 = 607561,67 \text{ kWh}$$

- Chi phí tính toán của phương án III:

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

$$= (0,1 + 0,2) \times 6501,10 \times 10^6 + 607561,67 \times 750 = 2406,9 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

3.3.5 Phương án IV



Hình 3.9: Phương án IV

3.3.4.1 Vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong MBA

Theo mục 3.2.2.2 ta có bảng tổng kết lựa chọn MBA phương án IV:

Bảng 3.15: Thông số MBA phương án IV

Tên TBA	S_{dm} , kVA	U_C/U_H	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	U_N , %	I_0 , %	Số máy	Đơn giá, 10^6 đ	Thành tiền, 10^6 đ
B ₁	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₂	750	35/0,4	1,35	7,1	5,5	1,4	2	98,4	196,80
B ₃	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₄	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₅	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₆	630	35/0,4	1,25	6,21	5,5	1,4	2	91,1	182,20
B ₇	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
B ₈	1000	35/0,4	1,68	10	6	1,3	2	141,6	283,20
Tổng vốn đầu tư TBA, K_B									2078,20

Tổn thất điện năng trong các TBA như sau

Bảng 3.16: Tổn thất điện năng trong các TBA phương án IV

Tên TBA	Số máy	S_{tt} , kVA	S_{dm} , kVA	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	ΔA_B , kWh
B ₁	2	1770,45	1000	1,68	10	74664,34
B ₂	2	1300,45	750	1,35	7,1	54454,78
B ₃	2	1905,98	1000	1,68	10	81854,34
B ₄	2	1950,74	1000	1,68	10	73662,64
B ₅	2	1981,11	1000	1,68	10	86068,26
B ₆	2	1237,99	630	1,25	6,21	56502,76
B ₇	2	1584,92	1000	1,68	10	65681,51
B ₈	2	1928,16	1000	1,68	10	83081,29
Tổng tổn thất điện năng						575969,92

3.3.4.2 Lựa chọn dây dẫn và xác định tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng điện

Cấp cao áp tính toán như phương án III. Cấp hạ áp giống phương án II.

Bảng 3.17: Kết quả lựa chọn cấp cao áp và hạ áp phương án IV

Đường cáp	S_{tt} , kVA	I_{max} , A	F_{kt} , mm ²	F, mm ²	I_{cp} , A	L, m	Giá, 10 ³ đ/m	Tổng, 10 ³ đ
TPPTT – B ₁	1770,45	14,60	4,71	2 (3*50)	200	125	0,282	70,500
TPPTT – B ₂	1300,45	10,73	3,46	2 (3*50)	200	250	0,282	141,000
TPPTT – B ₃	1905,98	15,72	5,07	2 (3*50)	200	142	0,282	80,088
TPPTT –	1950,74	16,08	5,19	2	200	119	0,282	67,116

B ₄				(3*50)				
TPPTT – B ₅	1981,11	16,34	5,27	2 (3*50)	200	247	0,282	139,30 8
TPPTT – B ₆	1237,99	10,21	3,29	2 (3*50)	200	266	0,282	150,02 4
TPPTT – B ₇	1584,92	13,07	4,22	2 (3*50)	200	187	0,282	105,46 8
TPPTT – B ₈	1928,16	15,90	5,13	2 (3*50)	200	120	0,282	67,680
B ₄ – 7	456,69	693,87		3PVC (1x400)	825	135	0,355	47,925
B ₅ – 1	214,00	325,14		4G120	346	125	0,190	23,725
B ₆ – 12	83,56	126,96		4G25	127	115	0,043	4,945
B ₈ – 11	308,24	234,16		3*240+ 1*95	538	65	0,378	24,570
Tổng vốn đầu tư đường dây, K_D								894,83 6

3. Tính toán tổn thất công suất, tổn thất điện năng

Bảng 3.18: Tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây phương án IV

Đường cáp	F, mm ²	L, m	r ₀ , Ω/km	R, Ω	S _{tt} , kVA	ΔP _D , kW
TPPTT – B ₁	2 (3*50)	125	0,494	0,031	1770,45	0,08

TPPTT – B ₂	2 (3*50)	250	0,494	0,062	1300,45	0,09
TPPTT – B ₃	2 (3*50)	142	0,494	0,035	1905,98	0,10
TPPTT – B ₄	2 (3*50)	119	0,494	0,029	1750,74	0,07
TPPTT – B ₅	2 (3*50)	247	0,494	0,061	1981,11	0,20
TPPTT – B ₆	2 (3*50)	266	0,494	0,066	1237,99	0,08
TPPTT – B ₇	2 (3*50)	187	0,494	0,046	1584,92	0,09
TPPTT – B ₈	2 (3*50)	120	0,494	0,030	1928,16	0,09
B ₄ – 7	3PVC(1x400)	135	0,047	0,0063	456,69	11,69
B ₅ – 1	4G120	125	0,153	0,019	214,00	6,07
B ₆ – 12	4G25	115	0,727	0,084	83,56	4,04
B ₈ – 11	3*240+1*95	65	0,076	0,002	308,24	1,63
Tổng tổn thất công suất						24,23

Vậy tổn thất điện năng trên đường dây là:

$$\Delta A_D = \sum \Delta P_D \cdot \tau = 24,23 \times 2884 = 51664,10 \text{ kWh}$$

3.3.4.3 Vốn đầu tư mua sắm máy cắt

Do bớt 1 TBA 1 máy so với phương án III nên ta có tổng số 19 máy cắt 35 kV. Vốn mua sắm máy cắt là:

$$K_{MC} = n \cdot M = 19 \times 160 \cdot 10^6 = 3040 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

3.3.4.4 Chi phí tính toán phương án IV

- Tổng vốn đầu tư bằng:

$$K = K_B + K_D + K_{MC} = (2078,2 + 894,836 + 3040) \times 10^6 = 6013,04.10^6 \text{ đ}$$

- Tổng tổn thất điện năng trong mạng cao áp của nhà máy:

$$\Delta A = \Delta A_B + \Delta A_D = 575969,92 + 51664,10 = 627634,02 \text{ kWh}$$

- Chi phí tính toán của phương án IV:

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

$$= (0,1 + 0,2) \times 6013,02 \times 10^6 + 627634,02 \times 750 = 2274,64.10^6 \text{ đ}$$

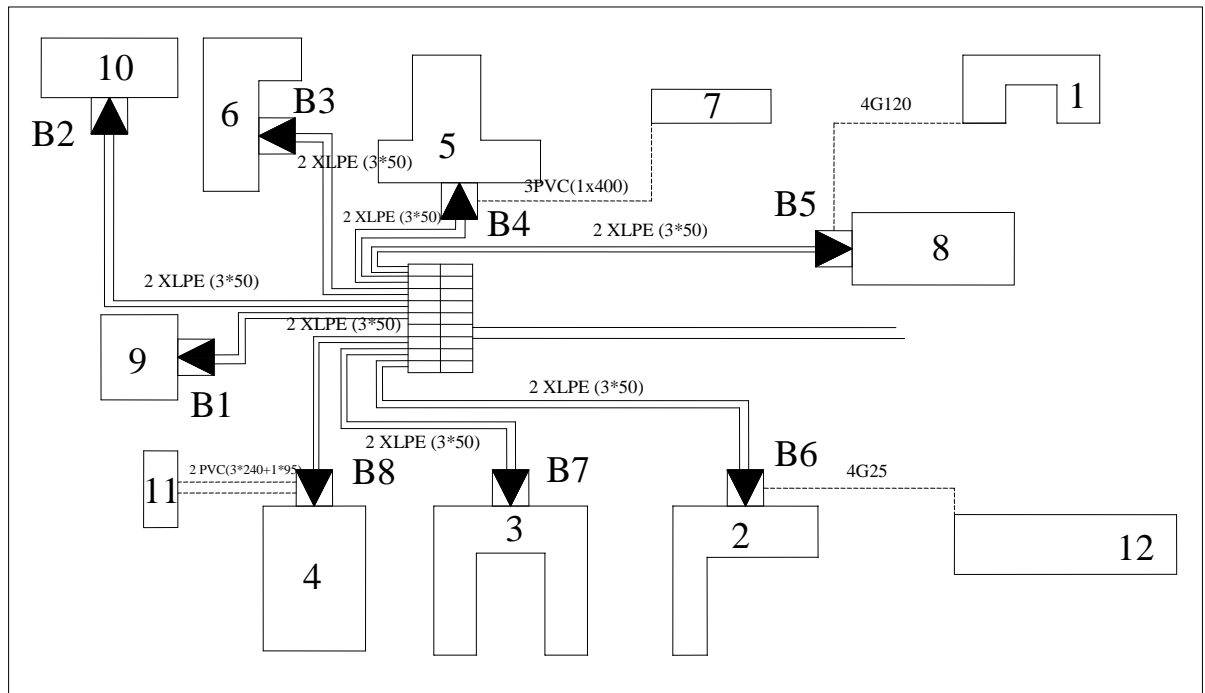
3.3.6 Kết luận

Tổng hợp 4 phương án ta có bảng sau:

Bảng 3.19: Tổng kết các phương án

Phương án	Vốn đầu tư, 10 ⁶ đ	Tổn thất điện năng, kWh	Chi phí tính toán, 10 ⁶ đ
Phương án I	6283,23	930982,65	2583,21
Phương án II	5959,64	948287,01	2499,11
Phương án III	6504,10	607561,67	2406,90
Phương án IV	6013,04	627634,02	2274,64

Từ bảng tổng kết trên ta nhận thấy 2 phương án IV là phương án có chi phí tính toán và vốn đầu tư nhỏ nhất nên được lựa chọn là phương án hợp lý để thiết kế.



Hình 3.10: Phương án được lựa chọn

3.4 Thiết kế chi tiết cho phương án được chọn

3.4.1 Chọn dây dẫn từ trạm biến áp trung gian (TBATG) về trạm phân phối trung tâm (TPPTT)

Đường dây cung cấp từ TBATG về TPPTT dài 10 km sử dụng đường dây trên không, lộ kép, dây nhôm lõi thép. Tiết diện dây được lựa chọn theo mật độ dòng điện kinh tế.

Với nhà máy chế tạo máy kéo có $T_{\max} = 5000$ h, tra bảng 3.2 [3,93] ta có $j_{kt} = 1,1$ A/mm².

Dòng điện tính toán chạy trên 1 lộ:

$$I_{\max} = \frac{S_{ttNM}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{11378,19}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 93,85 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của đường dây trên không:

$$F_{kt} = \frac{I_{\max}}{j_{kt}} = \frac{93,85}{1,1} = 85,31 \text{ mm}^2$$

Tra bảng 6.5 [2,205] ta chọn được dây AC – 95 có $I_{cp} = 335$ A. Kiểm tra dây đã chọn theo điều kiện phát nóng (3.10):

$$I_{cp} = 335 \text{ A} > I_{sc} = 2 \times 93,85 = 187,7 \text{ A}$$

Do đường dây truyền tải công suất lớn trên khoảng cách xa do vậy ta cần kiểm tra dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp:

Với dây AC – 95 có khoảng cách trung bình hình học $D = 2 \text{ m}$ tra bảng 6.6 [2, 206] ta có: $r_0 = 0,33 \text{ } \Omega/\text{km}$; $x_0 = 0,354 \text{ } \Omega/\text{km}$.

$$\Delta U = \frac{P.R + Q.X}{U_{dm}} = \frac{8452,44.0,33.10 + 7617,05.0,354.10}{2.35} = 834 \text{ V}$$

Nhận thấy $\Delta U < \Delta U_{cp} = 5\% \times 35 = 1,75 \text{ kV} = 1750 \text{ V}$. Vậy dây dẫn đã chọn hợp lý.

3.4.2 Lựa chọn sơ đồ TPPTT và TBA phân xưởng

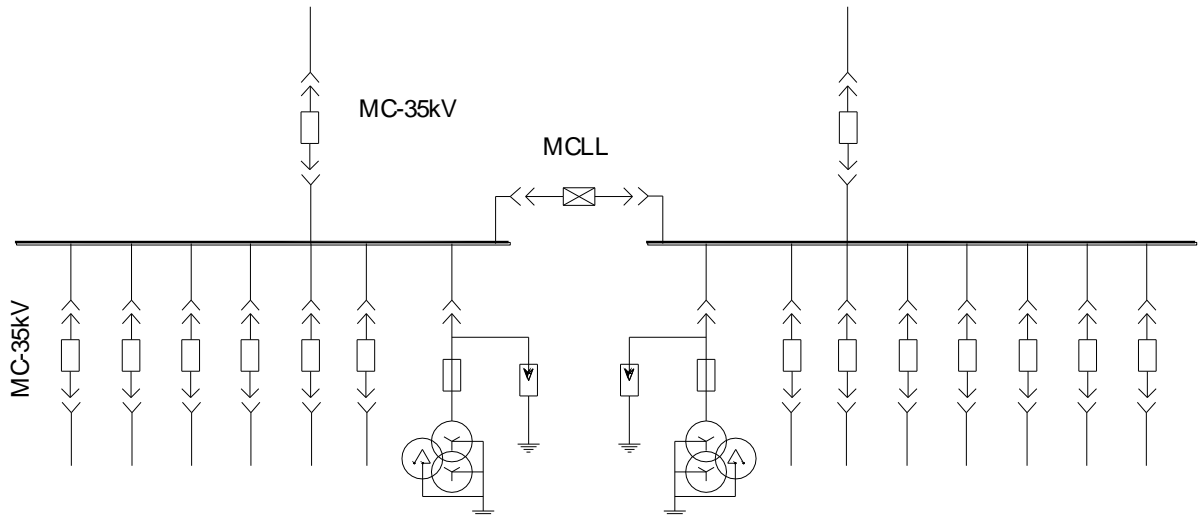
3.4.2.1 Lựa chọn sơ đồ TPPTT

TPPTT là nơi nhận điện trực tiếp từ hệ thống về để cung cấp cho nhà máy, do đó 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. Sơ đồ cần phải thỏa 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 trong vận hành, xử lý sự cố; an toàn lúc vận hành, sửa chữa.
- + Hợp lý về mặt kinh tế trên cơ sở đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật.

Do nhà máy sản xuất máy kéo là hộ tiêu thụ loại I nên ta chọn sơ đồ một hệ thống thanh góp có phân đoạn cho TPPTT:

- + Máy cắt liên lạc giữa 2 phân đoạn là máy cắt hợp bộ.
- + Để bảo vệ chống sét truyền từ đường dây vào trạm, trên mỗi phân đoạn thanh góp ta bố trí một chống sét van.
- + Mỗi phân đoạn thanh góp được trang bị một MBA đo lường 3 pha 5 trụ có cuộn tam giác hở báo chạm đất 1 pha trên cấp 35 kV.



Hình 3.11: Sơ đồ nguyên lý TPPTT

1. Lựa chọn máy cắt

Trong TPPTT có tổng cộng 19 máy cắt 35 kV. Chúng làm các nhiệm vụ đóng cắt dòng ngắn mạch để bảo vệ các phần tử của hệ thống khi có sự cố, đồng thời có nhiệm vụ đóng cắt dòng điện tải phục vụ công tác vận hành, sửa chữa.

Các điều kiện lựa chọn và kiểm tra máy cắt:

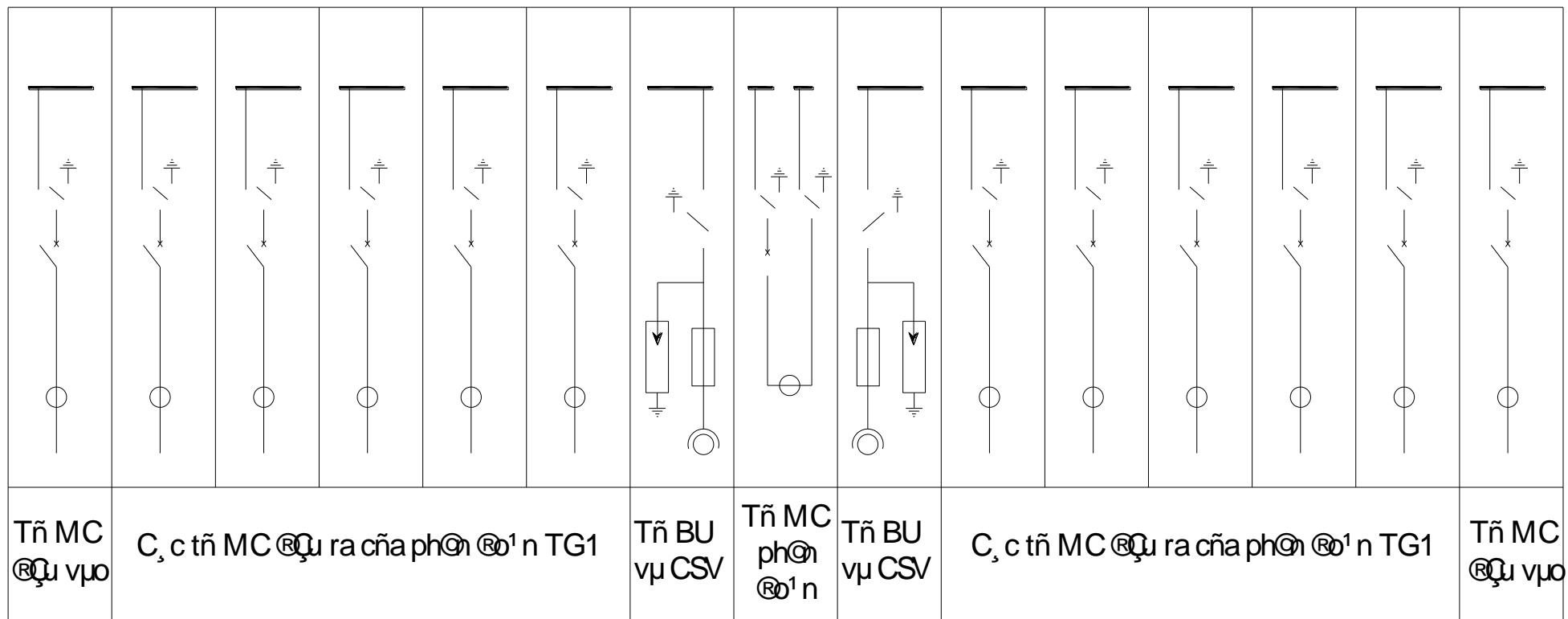
- + Điện áp định mức: $U_{dmMC} \geq U_{dmL} = 35 \text{ kV}$
- + Dòng điện định mức: $I_{dmMC} \geq I_{cb} = 2 \times I_{ttNM} = 2 \times 93,85 = 187,7 \text{ A}$
- + Dòng điện cắt định mức: $I_{cát} \geq I_{cátNmax}$
- + Công suất cắt định mức: $S_{cátdm} \geq S_N$
- + Kiểm tra điều kiện ổn định động: $I_{odd} \geq i_{xk}$

Với các máy cắt có dòng định mức $I_{dm} \geq 1000 \text{ A}$ thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

Như vậy ở TPPTT ta chọn sơ bộ máy cắt là loại máy cắt hợp bộ của hãng SIEMENS, cách điện bằng khí SF₆, không cần bảo trì, loại 8DC11 có thông số như sau (tra bảng PL III.2 [1,262]):

Bảng 3.20: Thông số tủ hợp bộ 8DC11

Loại MC	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	I_{Nmax} , kA	$I_{cát N,3s}$, kA
8DC11	36	1250	63	25



Hình 3.12: Sơ đồ ghép nối trạm trung tâm

2. Lựa chọn máy biến điện áp BU

Máy biến điện áp làm nhiệm vụ biến đổi điện áp sơ cấp U_1 bất kỳ sang điện áp thứ cấp chuẩn hóa U_2 phục vụ cho các thiết bị điều khiển và đo lường.

BU được chọn theo điều kiện: $U_{dmBU} \geq U_{dmL}$. Ta lựa chọn được loại BU 3 pha 5 trụ 4MS36 do SIEMENS sản xuất có thông số như sau (tra PL III.16 [1,272]):

Bảng 3.21: Thông số BU

U_{dm} , kV	36
U chịu đựng tần số công nghiệp 1', kV	70
U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	170
U_{1dm} , kV	$35/\sqrt{3}$
U_{2dm} , V	$100/\sqrt{3}, 100/3$
Tải định mức, VA	400

3. Lựa chọn máy biến dòng điện BI

Máy biến dòng điện BI làm nhiệm vụ chuyển đổi dòng sơ cấp bất kỳ I_1 sang dòng thứ cấp chuẩn I_2 (5A hoặc 1A) để phục vụ cho các đồng hồ đo, rơ le và thiết bị tự động hóa.

BI được chọn theo các điều kiện:

+ Điện áp định mức: $U_{dmBI} \geq U_{dmL}$

+ Dòng điện định mức: $I_{dmBI} \geq I_{lvmax}$

Khi sự cố MBA có thể quá tải 40%, do vậy BI lựa chọn theo dòng cường bức qua MBA có công suất lớn nhất trong mạng là 1000 kVA:

$$I_{dmBI} \geq \frac{I_{max}}{1,2} = \frac{k_{qt} \cdot S_{dmBA}}{1,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = \frac{1,4 \cdot 1000}{1,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 19,25 \text{ A}$$

Chọn loại BI hình trụ 4ME16 do SIEMENS sản xuất. Thông số tra bảng PL III.15 [1,271]:

Bảng 3.22: Thông số BI

U_{dm} , kV	36
U chịu đựng tần số công nghiệp 1', kV	70
U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	170
I_{1dm} , kA	5 - 1200
I_{2dm} , A	5
$I_{\text{đnhiệt}}$, kA	80
$I_{\text{đđộng}}$, kA	120

4. Lựa chọn chống sét van

Chống sét van là thiết bị có nhiệm vụ chống sét đánh từ đường dây trên không lan truyền vào TBA và TPP. Chống sét van có thành phần là điện trở phi tuyến. Với điện áp định mức của lưới, điện trở này có trị số vô cùng lớn không cho dòng điện đi qua nhưng khi có điện áp sét điện trở này giảm về trị số 0 và tháo dòng xuống đất.

Ta chọn loại chống sét van loại AZLP501B36 do hãng Cooper sản xuất có $U_{dm} = 36$ kV.

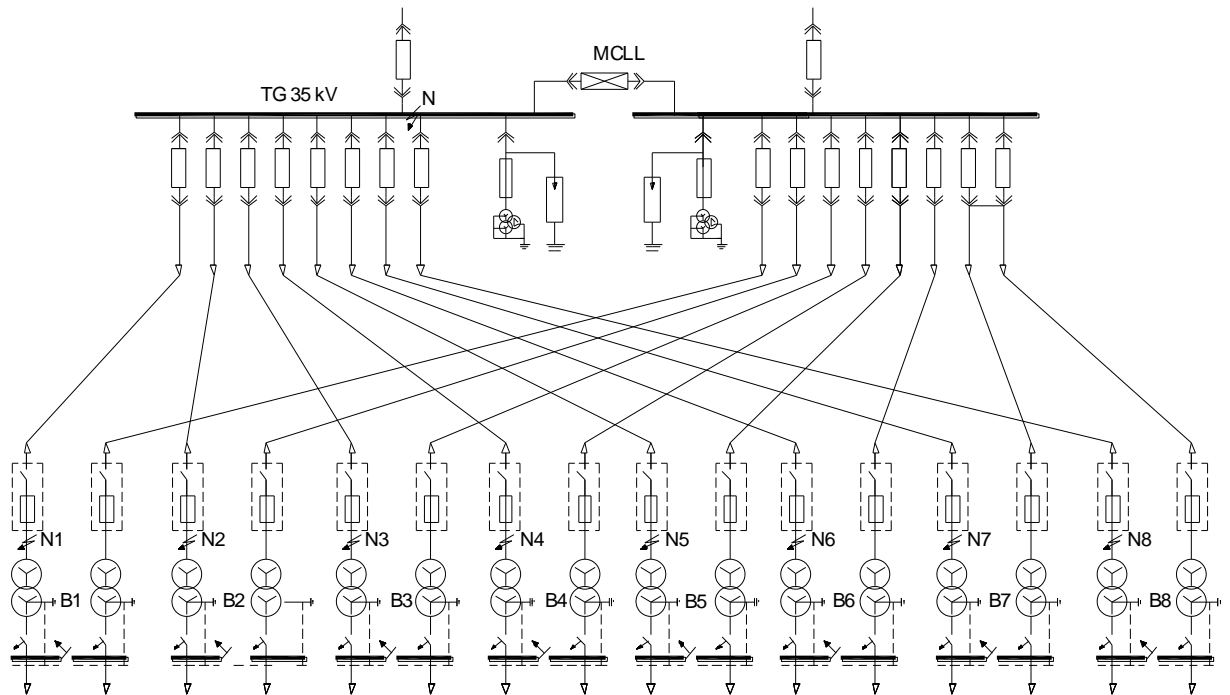
3.4.2.2 Tính toán ngắn mạch để lựa chọn và kiểm tra thiết bị

Mục đích của tính toán ngắn mạch là để kiểm tra điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt của thiết bị và dây dẫn được chọn khi có ngắn mạch trong hệ thống. Dòng điện ngắn mạch tính toán để chọn khí cụ điện là dòng ngắn mạch 3 pha. Khi tính toán ngắn mạch phía cao áp do không biết cấu trúc cụ thể của hệ thống điện quốc gia nên cho phép tính gần đúng điện kháng hệ thống thông qua công suất ngắn mạch về phía hạ áp của TBATG và coi hệ thống có công suất vô cùng lớn.

Để lựa chọn, kiểm tra dây dẫn và các khí cụ điện cần tính 9 điểm ngắn mạch:

+ N: điểm ngắn mạch trên thanh cái TPPTT để kiểm tra máy cắt và thanh góp.

- + N_1, \dots, N_8 : điểm ngắt mạch phía cao áp của 8 TBA phân xưởng để kiểm tra cáp và thiết bị cao áp của trạm.



Hình 3.13: Vị trí các điểm tính ngắt mạch

Điện kháng hệ thống:

$$X_{HT} = \frac{U_{tb}^2}{S_N} \quad (3.15)$$

- + U_{tb} : điện áp trung bình đường dây, $U_{tb} = 1,05U_{dm} = 1,05 \cdot 35 = 36,75$ kV

- + S_N : công suất ngắt mạch về phía hạ áp của TBATG, $S_N = 250$ MVA

Điện trở và điện kháng đường dây:

$$\begin{aligned} R_D &= r_0 \cdot l, \Omega \\ X_D &= x_0 \cdot l, \Omega \end{aligned} \quad (3.16)$$

Trong đó:

- + r_0, x_0 : điện trở, điện kháng trên 1 km đường dây, Ω/km .
- + l : chiều dài đường dây.

Dòng ngắt mạch 3 pha xác định theo công thức:

$$I_N = I'' = I_\infty = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_\Sigma} \quad (3.17)$$

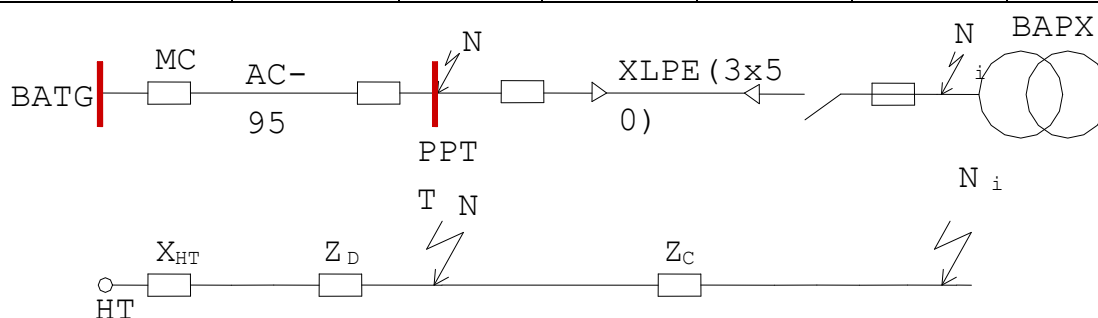
+ Z_Σ : tổng trở từ hệ thống đến điểm ngắn mạch.

Trị số dòng ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N \quad (3.18)$$

Bảng 3.23: Thông số đường dây trên không và cáp cao áp

Đường dây	F, mm ²	L, km	r ₀ , Ω/km	x ₀ , Ω/km	R, Ω	X, Ω
TBATG - TPPTT	2 AC - 95	15	0,33	0,354	4,95	5,31
TPPTT – B ₁	2 (3*50)	0,125	0,494	0,137	0,062	0,017
TPPTT – B ₂	2 (3*50)	0,250	0,494	0,137	0,124	0,034
TPPTT – B ₃	2 (3*50)	0,142	0,494	0,137	0,070	0,019
TPPTT – B ₄	2 (3*50)	0,119	0,494	0,137	0,059	0,016
TPPTT – B ₅	2 (3*50)	0,247	0,494	0,137	0,122	0,034
TPPTT – B ₆	2 (3*50)	0,266	0,494	0,137	0,131	0,036
TPPTT – B ₇	2 (3*50)	0,187	0,494	0,137	0,092	0,026
TPPTT – B ₈	2 (3*50)	0,120	0,494	0,137	0,059	0,016



Hình 3.14: Sơ đồ tính toán ngắn mạch phía cao áp

Điện kháng hệ thống bằng:

$$X_{HT} = \frac{U_{tb}^2}{S_N} = \frac{36,75^2}{250} = 5,40 \Omega$$

Thông số điện trở và điện kháng tính đến điểm N:

$$R = R_d = r_0.l = 0,33 \times 15 = 4,95 \Omega$$

$$X = X_{HT} + X_d = X_{HT} + x_0.l = 5,40 + 0,354 \times 15 = 10,71 \Omega$$

Dòng điện ngắn mạch tại N là:

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}.Z_\Sigma} = \frac{36,75}{\sqrt{3}.\sqrt{(4,95^2 + 10,71^2)}} = 2,23 \text{ kA}$$

Dòng ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = 1,8.\sqrt{2}.I_N = 1,8.\sqrt{2}.2,23 = 5,67 \text{ kA}$$

Tính toán tương tự với các điểm $N_1 \div N_7$ ta có bảng:

Bảng 3.24: Trị số dòng ngắn mạch

Điểm ngắn mạch	I_N , kA	i_{xk} , kA
N	2,23	5,67
N_1	2,22	5,65
N_2	2,21	5,62
N_3	2,22	5,64
N_4	2,22	5,65
N_5	2,21	5,62
N_6	2,21	5,62
N_7	2,21	5,63
N_8	2,22	5,65

- **Kiểm tra máy cắt đã chọn**

Sau khi đã tính toán được dòng ngắn mạch, quay trở lại lựa chọn máy cắt ở mục 3.4.2.1 ta có kiểm tra lại các trị số dòng cắt và dòng ổn định động:

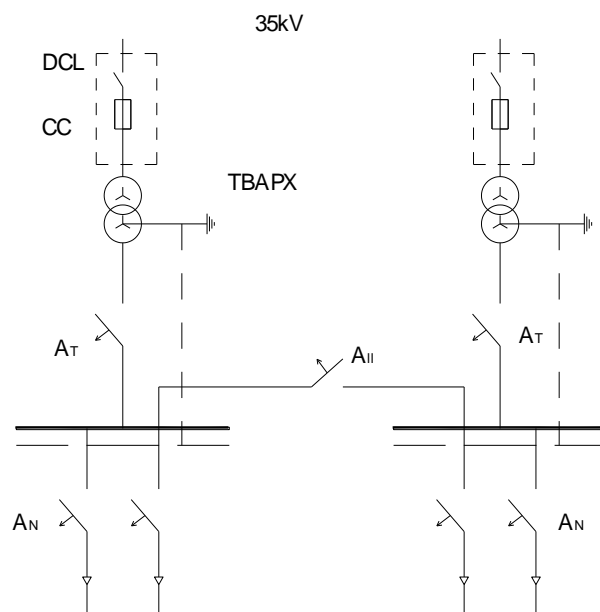
Bảng 3.25: Kiểm tra máy cắt

Thông số kiểm tra	Trị số lựa chọn	Trị số tính toán
$I_{cắt} \geq I_N$	25	2,23
$I_{ổđđ} \geq i_{xk}$	63	5,67

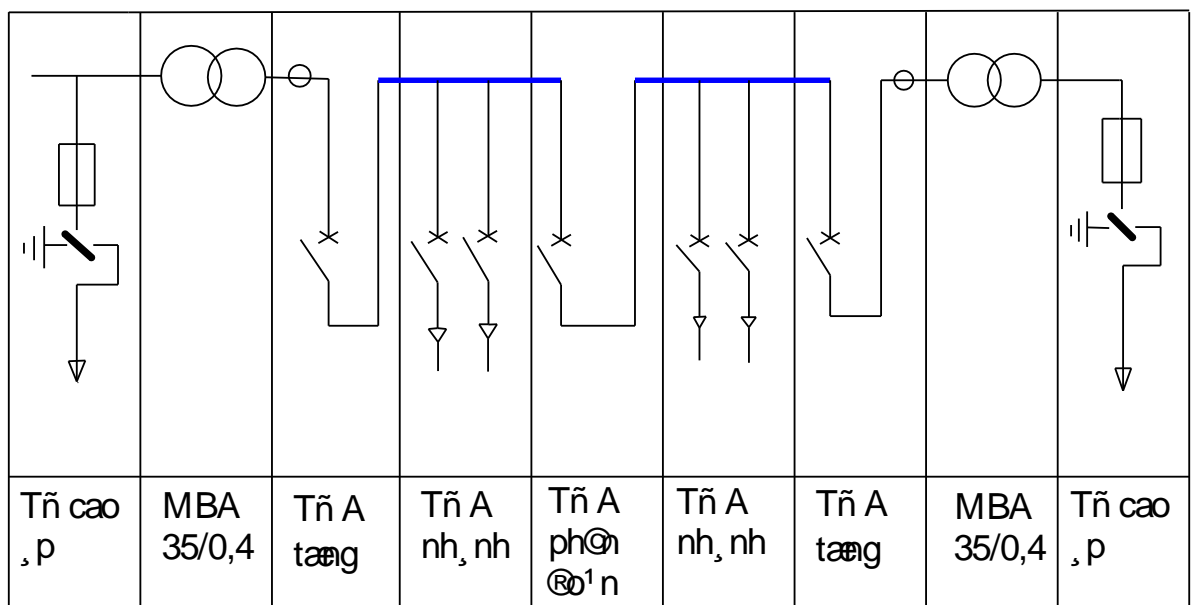
Nhìn vào bảng 3.25 ta thấy trị số của máy cắt lựa chọn lớn hơn rất nhiều trị số tính toán được. Do vậy máy cắt đã chọn phù hợp.

3.4.2.3 Lựa chọn sơ đồ TBA phân xưởng

Vì các TBA phân xưởng đặt gần TPPTT nên phía cao áp của TBA chỉ cần đặt dao cách ly và cầu chì. Phía hạ áp đặt aptômat tổng và aptômat nhánh, thanh cái hạ áp được phân đoạn bằng aptômat phân đoạn. Để hạn chế dòng ngắn mạch về phía hạ áp của trạm và làm đơn giản việc bảo vệ ta lựa chọn phương thức cho aptômat phân đoạn thanh cái hạ áp ở trạng thái mở.



Hình 3.15: Sơ đồ nguyên lý TBA phân xưởng



Hình 3.16: Sơ đồ đấu nối các trạm đặt 2 MBA

1. Lựa chọn tủ đầu vào

Đặt hai tủ đầu vào 35 kV có dao cách ly 3 vị trí, cách điện SF₆, không phải bảo trì, loại 8DH10 do hãng Siemens chế tạo.

Bảng 3.26: Thông số kỹ thuật của tủ đầu vào 8DH10

Loại tủ	U _{đm} kV	I _{đm} A	U _{chịu đựng} kV	I _N chịu đựng 1s kA	I _N max kA
8DH10	35	200	25	25	63

2. Lựa chọn và kiểm tra dao cách ly (DCL)

Dao cách ly có nhiệm vụ cách ly phần mang điện và không mang điện, tạo khoảng cách an toàn trông thấy, phục vụ cho công tác sửa chữa, kiểm tra bảo dưỡng thiết bị. Trong một số trường hợp, cho phép dao cách ly đóng cắt dòng tải nhỏ.

Để thuận tiện ta dùng chung 1 chủng loại dao cách ly cho tất cả các trạm biến áp để dễ dàng cho việc mua sắm, lắp đặt, thay thế. Dao cách ly được chọn theo các điều kiện sau:

- + Điện áp định mức: $U_{đmDCL} \geq U_{đmL}$
- + Dòng điện định mức: $I_{đmDCL} \geq I_{cb}$
- + Dòng điện ổn định động cho phép: $I_{ôđđ} \geq i_{xk}$
- + Dòng điện ổn định nhiệt: $I_{nh.đm} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_c}{t_{nh.đm}}}$

Dòng điện làm việc lớn nhất chạy qua dao cách ly được xét khi MBA có công suất lớn nhất bị quá tải 40%:

$$I_{cb} = \frac{1,4.S_{đmBA}}{\sqrt{3}.U_{đm}} = \frac{1,4.1000}{\sqrt{3}.35} = 23,09 \text{ A}$$

Vậy ta chọn loại dao cách ly 3DC do SIEMENS chế tạo:

Bảng 3.27: Thông số dao cách ly

Loại DCL	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	I_{Nt} , kA	I_{Nmax} , kA
3DC	36	630	20	50

Kiểm tra DCL theo các điều kiện trên, do DCL cùng chủng loại cho các TBA nên trị số tính toán được lấy theo trị số lớn nhất trong các điểm $N_1 \div N_8$. Ta có bảng:

Bảng 3.28: Kiểm tra dao cách ly

Thông số kiểm tra	Trị số lựa chọn	Trị số tính toán
$U_{dmCL} \geq U_{dmL}$, kV	36	35
$I_{dmDLC} \geq I_{cb}$, A	630	23,09
$I_{\text{ôđđ}} \geq i_{xk}$, kA	50	5,65
$I_{nh.dm} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_c}{t_{nh.dm}}}$	20	2,22

Kết luận: DCL chọn phù hợp.

3. Lựa chọn cầu chì cao áp (CC)

Chức năng của cầu chì là bảo vệ quá tải và ngắn mạch cho lưới điện từ 35 kV trở xuống. Cầu chì thường được dùng ở các vị trí sau:

- + Bảo vệ MBA đo lường ở các cấp điện áp.
- + Kết hợp với cầu dao phụ tải tạo thành bộ máy cắt phụ tải để bảo vệ các đường dây trung áp.
- + Đặt ở phía cao áp của các TBA phân phối để bảo vệ cho MBA.

Ở cấp điện áp trung thường dùng loại cầu chì ống. Cầu chì được chọn và kiểm tra theo điều kiện:

- + Điện áp định mức: $U_{dmCC} \geq U_{dmL}$
- + Dòng điện định mức: $I_{dmCC} \geq I_{cb}$
- + Dòng cắt định mức: $I_{cátđm} \geq I''$
- + Công suất cắt định mức: $S_{cátđm} \geq S''$

Dòng cường bức đi qua MBA $B_1, B_3 \div B_5, B_7, B_8$ là:

$$I_{cb} = \frac{1,4.S_{dmBA}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{1,4.1000}{\sqrt{3}.35} = 23,09 \text{ A}$$

Chọn loại cầu chì 3GD1 605 – 5B cho các TBA công suất 2 x 1000 kVA.

Dòng cường bức đi qua MBA B₂ là:

$$I_{cb} = \frac{1,4.S_{dmBA}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{1,4.750}{\sqrt{3}.35} = 17,32 \text{ A}$$

Chọn loại cầu chì 3GD1 604 – 5B cho TBA có công suất 2 x 750 kVA.

Dòng cường bức đi qua MBA B₆ là:

$$I_{cb} = \frac{1,4.S_{dmBA}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{1,4.630}{\sqrt{3}.35} = 14,55 \text{ A}$$

Chọn loại cầu chì 3GD1 603 – 5B cho TBA có công suất 2 x 500 kVA.

Bảng 3.29: Thông số cầu chì

TT	TBA	Loại CC	U _{dm} , kV	I _{dm} , A	I _{cátđm} , kA	I _{cátmin} , A
1	B ₁ , B ₃ , B ₄ , B ₅ , B ₇ , B ₈	3GD1 605 – 5B	36	25	31,5	120
2	B ₂	3GD1 604 – 5B	36	20	31,5	120
3	B ₆	3GD1 603 – 5B	36	16	31,5	62

Công suất cắt định mức: $S_{cátđm} = \sqrt{3}.36.31,5 = 1964 \text{ MVA}$

Kiểm tra cầu chì đã chọn theo các điều kiện:

Bảng 3.30: Kiểm tra cầu chì

Thông số kiểm tra	Trị số lựa chọn			Trị số tính toán		
	1	2	3	1	2	3
$U_{dmCC} \geq U_{dmL}, \text{ kV}$	36	36	36	35	35	35
$I_{dmCC} \geq I_{cb}, \text{ A}$	25	20	16	23,09	17,32	14,55

$I_{\text{cắtđm}} \geq I''$, kA	31,5	31,5	31,5	2,22	2,21	2,21
$S_{\text{cắtđm}} \geq S'' = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I''$	1964	1964	1964	134,58	133,97	133,97

Vậy các cầu chì đã chọn phù hợp.

4. Lựa chọn aptomat hạ áp (A)

Aptomat là thiết bị đóng cắt hạ áp, có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Do có ưu điểm hơn hẳn cầu chì về khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn, đóng cắt đồng thời 3 pha, khả năng tự động hóa cao nên aptomat ngày càng được sử dụng rộng rãi trong lưới điện công nghiệp cũng như lưới điện sinh hoạt.

* Điều kiện lựa chọn aptomat tổng và aptomat phân đoạn:

$$+ U_{\text{đmA}} \geq U_{\text{đmL}}$$

$$+ I_{\text{đmA}} \geq I_{\text{cb}}$$

$$+ I_{\text{cắtđm}} \geq I_N \text{ (được kiểm tra chi tiết trong chương thiết kế TBA)}$$

Dòng điện cường bức đi qua MBA $B_1, B_3 \div B_5, B_7, B_8$:

$$I_{\text{cb}} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{đmBA}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}} = \frac{1,4 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 2020,73 \text{ A}$$

Dòng điện cường bức đi qua MBA B_2 :

$$I_{\text{cb}} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{đmBA}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}} = \frac{1,4 \cdot 750}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1515,54 \text{ A}$$

Dòng điện định mức của MBA đặt ở B_6 :

$$I_{\text{cb}} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{đmBA}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}} = \frac{1,4 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1273,06 \text{ A}$$

Vậy ta chọn được các aptomat của hãng Merlin Gerlin như sau:

Bảng 3.31: Thông số aptomat tổng

TBA	Loại	$U_{\text{đm}}$, V	$I_{\text{đm}}$, A	$I_{\text{Nđm}}$, kA
$B_1, B_3, B_4, B_5, B_7, B_8$	CM2500H	690	2500	50

B ₂	C1600H	690	1600	50
B ₆	C1600H	690	1600	50

* Điều kiện lựa chọn aptomat nhánh:

+ $U_{dmA} \geq U_{dmL}$

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

- n: số aptomat nhánh đưa về phân xưởng,

o n=2 với TBA 2 MBA.

o n = 1 với TBA có 1 máy biến áp.

+ $I_{cdmA} \geq I_N$ (được kiểm tra chi tiết trong chương thiết kế TBA).

Vậy ta có bảng lựa chọn aptomat nhánh như sau:

Bảng 3.32: Thông số aptomat

Tên phân xưởng	S _{tt} , kVA	I _{tt} , A	Loại	Số lượng g	U _{dm} , V	I _{dm} , A	I _{Nmax} , kA
Khu nhà ban quản lý và xưởng thiết kế	214,00	325,14	NS400H	1	690	400	20
Phân xưởng đúc	1156,60	878,64	C1001H	2	690	100 0	40
Phân xưởng gia công cơ khí	1584,92	1204,02	NS630H	2	690	500	20
Phân xưởng cơ lắp ráp	1629,79	1238,11	C1251H	2	690	125 0	40
Phân xưởng luyện kim màu	1578,82	1199,39	C1251H	2	690	125 0	40
Phân xưởng luyện kim đen	1905,98	1447,92	M16	2	690	160 0	40
Phân xưởng sửa	456,69	693,87	C801H	1	690	800	25

chữa cơ khí							
Phân xưởng rèn dập	1773,68	1347,42	M16	2	690	160 0	40
Phân xưởng nhiệt luyện	1770,45	1344,96	M16	2	690	160 0	40
Bộ phận nén khí	1300,45	987,92	C1001H	2	690	100 0	40
Trạm bơm	308,24	234,16	NS250H	2	690	250	10
Kho vật liệu	83,56	126,96	NS160H	2	690	250	10

5. Lựa chọn thanh góp hạ áp

Thanh góp là nơi nhận điện năng từ nguồn cung cấp đến và phân phối cho các phụ tải tiêu thụ. Thanh góp là phần tử cơ bản của thiết bị phân phối. Các thanh dẫn được chọn theo điều kiện phát nóng cho phép. Các điều kiện lựa chọn sơ bộ thanh góp:

- + Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép: $k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$.
- $k_1 = 1$ với thanh đặt đứng.
- k_2 : hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ ($k_2 = 1$).
- + Kiểm tra khả năng ổn định động và ổn định nhiệt sẽ được tính chi tiết ở chương thiết kế trạm biến áp.

Dòng điện cường bức đi qua MBA $B_1, B_3 \div B_5, B_7, B_8$:

$$I_{cb} = \frac{1,4 \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 2020,73 \text{ A}$$

Chọn thanh dẫn bằng đồng M100 x 8 có $I_{cp} = 2080 \text{ A}$.

Dòng điện lớn nhất chạy qua thanh góp TBA B_2 :

$$I_{cb} = \frac{1,4 \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4 \cdot 750}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1515,54 \text{ A}$$

Chọn thanh dẫn bằng đồng M80 x 8 có $I_{cp} = 1690 \text{ A}$.

Dòng điện lớn nhất chạy qua thanh góp TBA B_6 :

$$I_{cb} = \frac{1,4.S_{dmBA}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{1,4.630}{\sqrt{3}.0,4} = 1273,06 \text{ A}$$

Chọn thanh dẫn bằng đồng M80 x 6 có $I_{cp} = 1480 \text{ A}$.

Bảng 3.33: Thông số thanh góp hạ áp

TBA	Loại	I_{dm}, A
B ₁ , B ₃ , B ₄ , B ₅ , B ₇ , B ₈	M100 x 8	2080
B ₂	M80 x 8	1690
B ₆	M80 x 6	1480

6. Kiểm tra cáp đã chọn

Để đơn giản ở đây ta chỉ cần kiểm tra với tuyến cáp có dòng ngắn mạch lớn nhất $I_{N2} = 2,60 \text{ kA}$. Cáp được kiểm tra theo điều kiện ổn định nhiệt:

$$F \geq \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}} \quad (3.25)$$

Trong đó:

- + α : hệ số nhiệt độ, với cáp lõi đồng $\alpha = 6$.
- + I_{∞} : dòng ngắn mạch lâu dài.
- + t_{qd} : thời gian qui đổi được xác định như tổng thời gian tác động của bảo vệ chính đặt tại máy cắt điện gần điểm sự cố với thời gian tác động toàn phần của máy cắt điện, giả thiết $t_{qd} = t_c = 0,5 \text{ s}$.

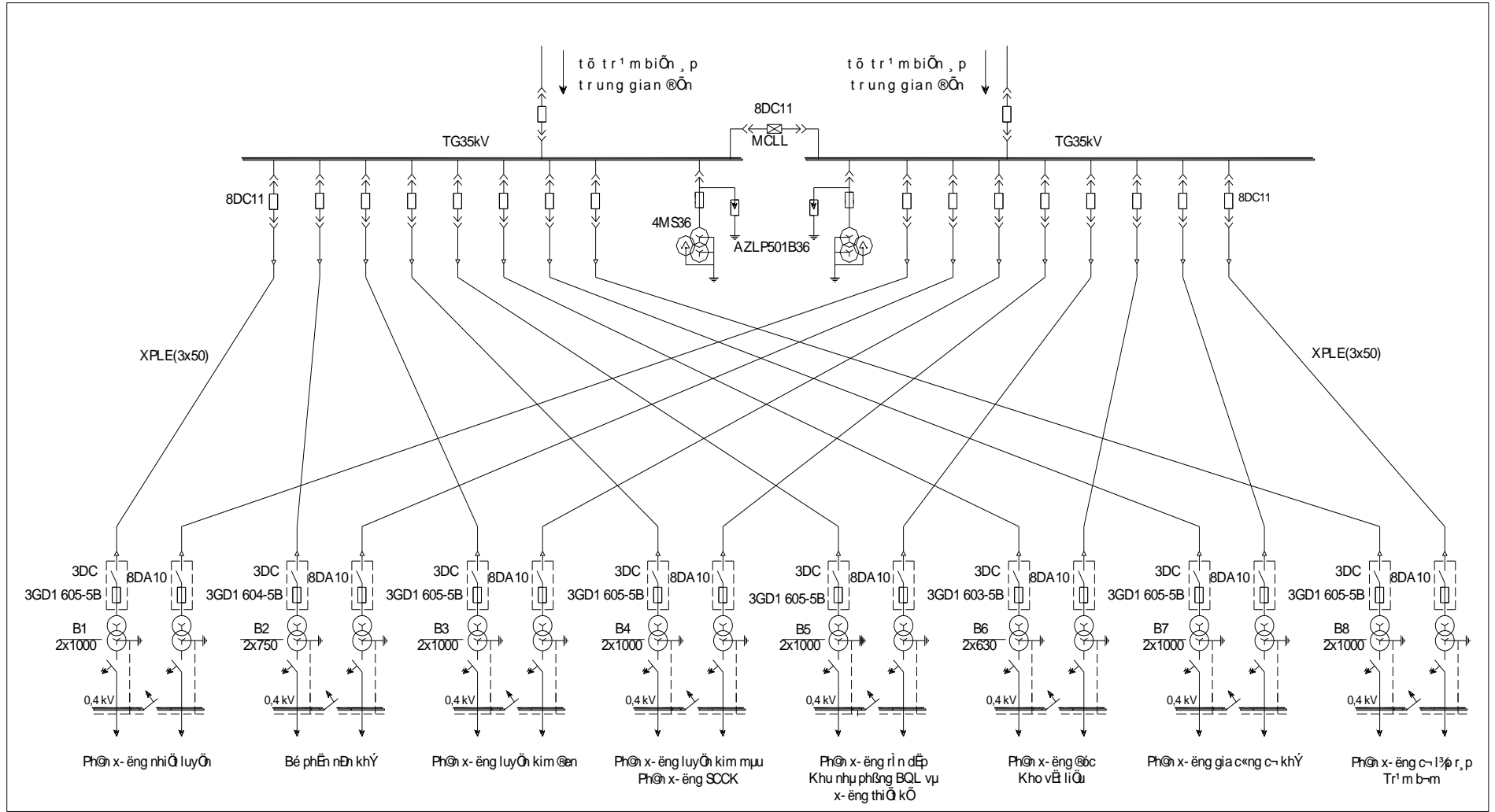
Vậy kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt của cáp:

$$F \geq \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}} = 6 \cdot 2,22 \cdot \sqrt{0,5} = 9,42 \text{ mm}^2$$

Trong khi đó cáp chọn có tiết diện là $F = 50 \text{ mm}^2$. Vậy cáp đã chọn thỏa mãn.

3.5 Sơ đồ nối dây chi tiết mạng cao áp của nhà máy

Từ mục 3.4 ta đã lựa chọn được các phần tử trong mạng cao áp của nhà máy. Trên cơ sở lựa chọn được thiết bị đó ta có sơ đồ đi dây chi tiết của mạng cao áp như sau:



Hình 3.17: Sơ đồ nguyên lý mạng cao áp toàn nhà máy

CHƯƠNG 4

THIẾT KẾ MẠNG ĐIỆN HẠ ÁP

PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ

Sau khi điện áp được biến đổi từ 35 kV xuống 0,4 kV được đưa tới tủ phân phối trung tâm nằm trong phân xưởng. Tủ này có nhiệm vụ phân phối điện tới 6 tủ động lực (TĐL) đặt tại 6 nhóm thiết bị đã chia ở chương 2 và 1 tủ chiếu sáng.

Phân xưởng Sửa chữa cơ khí có diện tích là 819 m², các thiết bị được chia làm 5 nhóm. Công suất tính toán của phân xưởng là 456,69 kVA, trong đó có 11,47 kW sử dụng cho hệ thống chiếu sáng.

Để cấp điện cho phân xưởng sửa chữa cơ khí (SCCK) ta sử dụng sơ đồ hỗn hợp. Điện năng từ trạm biến áp B₄ được đưa về tủ phân phối của phân xưởng. Trong tủ phân phối đặt 1 aptômát tổng và 6 aptômát nhánh cấp điện cho 6 tủ động lực và 1 tủ chiếu sáng. Từ tủ phân phối đến các tủ động lực và 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 nhận điện từ tủ theo sơ đồ liên thông (xích). Để dễ dàng thao tác và tăng thêm độ tin cậy cung cấp điện, tại các đầu vào và ra của tủ đều đặt các aptômát 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.

4.1 Lựa chọn cáp tổng hạ áp và aptômát tổng cho TBA B₄

Dòng điện tính toán để chọn cáp tổng hạ áp là dòng quá tải của MBA khi sự cố 1 máy:

$$I_{tt} = \frac{1,4.S_{dmBA}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{1,4.1000}{\sqrt{3}.0,4} = 2020,73 \text{ A}$$

Cáp chọn theo điều kiện phát nóng cho phép: $k_1.k_2.I_{cp} \geq I_{tt} = 2020,73 \text{ A}$.

Tra bảng 4.23 [2,248] chọn cáp đồng 1 lõi do LENS chế tạo có $F = 400 \text{ mm}^2$, $I_{cp} = 825 \text{ A}$. Mỗi pha đặt 2 sợi cáp, dây trung tính đi 1 sợi. (3PVC (2x1x400)+1x400)

Khi đó ta có $k_2 = 0,85$; không cần hiệu chỉnh nhiệt độ nên $k_1 = 1$.

→ $2.0,85.2.825 = 2805 \text{ A} > I_{tt} = 2020,73 \text{ A}$

Kết luận: Cáp chọn hợp lý.

Áp tô mát tổng của TBA B₄ đã được chọn ở chương 3 có thông số:

Bảng 4.1: Thông số aptômat tổng

Loại	U_{dm}, V	I_{dm}, A	I_{Ndm}, kA
CM2500H	690	2500	50

4.2 Chọn aptômat đầu nguồn đặt tại TBA B₄ và cáp từ TBA B₄ về tủ phân phối của phân xưởng (TPP)

Dòng tính toán chạy trên cáp từ TBA B₄ về TPP bằng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tppx}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{456,69}{\sqrt{3}.0,38} = 693,87 \text{ A}$$

Theo điều kiện dòng cho phép ta chọn cáp đồng 1 lõi do LENS chế tạo loại F = 400mm², mỗi pha đi 1 sợi có $I_{cp} = 825 \text{ A}$.

Áptômat lựa chọn theo điều kiện:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{tt} = 693,87 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptômat C801H có $I_{dm} = 800 \text{ A}$, $I_{cátđm} = 25 \text{ kA}$.

Sau khi lựa chọn aptômat ta đi đến kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phối hợp với aptômat:

$$k_1.k_2.I_{cp} \geq \frac{I_{kđnhA}}{1,5} = \frac{1,25.I_{đmA}}{1,5} \quad (4.1)$$

+ $I_{kđnhA}$: dòng khởi động nhiệt của aptômat.

+ $I_{đmA}$: dòng định mức của aptômat.

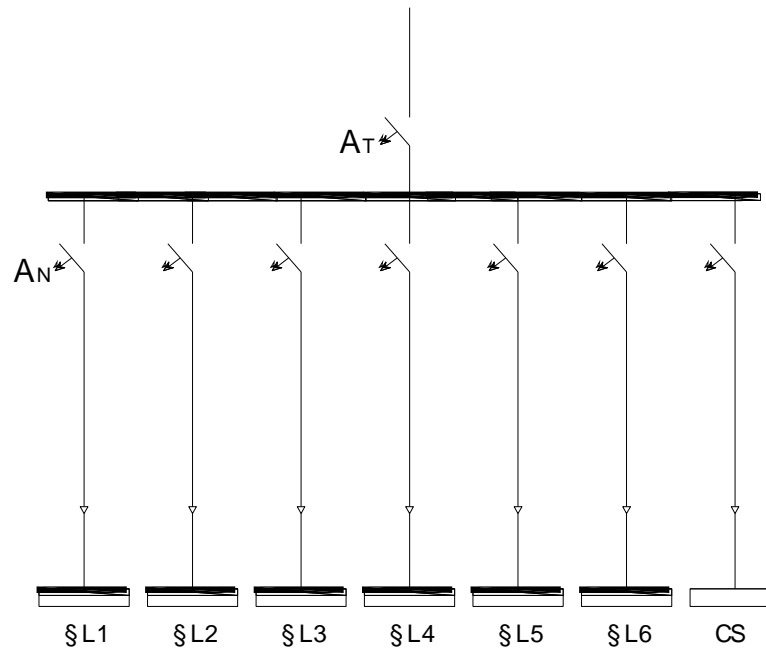
Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện (4.1) như sau:

$$I_{cp} = 825 \text{ A} > \frac{1,25 \cdot 800}{1,5} = 666,67 \text{ A}$$

Vậy cáp đã chọn hợp lý.

4.3 Lựa chọn các thiết bị cho tủ phân phối

4.3.1 Lựa chọn aptômat cho tủ phân phối



Hình 4.1: Sơ đồ tủ phân phối

Áptômat tổng được chọn cùng loại áptômat đầu nguồn đặt ở TBA B₄.

Các áptômat nhánh được chọn giống áptômat tổng. Số liệu về dòng tính toán I_{tt} của mỗi nhóm được lấy từ bảng 2.8.

Áptômat nhánh của tủ động lực (TDL) 1 chọn theo các điều kiện sau:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{tt} = 74,54 \text{ A}$$

Vậy ta chọn loại NS100H có $I_{dm} = 75 \text{ A}$.

Tương tự với các áptômat còn lại ta thu được bảng chọn sau:

Bảng 4.2: Lựa chọn áptômat cho tủ phân phối

Tên tuyến cáp	S_{tt} , kVA	I_{tt} , A	Loại	U_{dm} ,	I_{dm} , A	I_{Nmax} ,
---------------	----------------	--------------	------	------------	--------------	--------------

				V		kA
Áptômát tổng	456,69	693,87	C801H	690	800	25
TPP – TĐL 1	49,06	74,54	NS100H	440	100	10
TPP – TĐL 2	52,08	79,13	NS100H	440	100	10
TPP – TĐL 3	93,84	142,58	NS160H	440	160	10
TPP – TĐL 4	94,82	144,06	NS160H	440	160	10
TPP – TĐL 5	154,25	234,36	NS250H	440	250	10
TPP – TĐL 6	84,84	128,91	NS160H	440	160	10

4.3.2 Lựa chọn thanh góp trong tủ phân phối

Các điều kiện lựa chọn thanh góp:

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{cb} = I_{tppx} = 693,87 \text{ A.}$$

Vậy ta chọn thanh góp bằng đồng hình chữ nhật có kích thước $40 \times 5 \text{ mm}^2$ có $I_{cp} = 700 \text{ A}$.

4.3.3 Chọn cáp từ tủ phân phối đến các tủ động lực

Các đường cáp từ TPP đến các TĐL được bố trí đặt trong hầm cáp đi dọc tường của phân xưởng. Chúng chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép (3.11), kiểm tra phối hợp với thiết bị bảo vệ (4.1) và điều kiện ổn định nhiệt khi có ngắn mạch (3.25). Do chiều dài dây ngắn nên bỏ qua kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp.

Cáp từ TPP – TĐL 1 được chọn như sau:

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{tt} = 74,54 \text{ A}$$

Vì $t = 25^\circ\text{C}$ nên $k_1 = 1$ và mỗi cáp đi riêng 1 rãnh nên $k_2 = 1$.

Vậy chọn cáp đồng 4 lõi do LENS chế tạo: 4G10 có $I_{cp} = 87 \text{ A}$. Kiểm tra điều kiện (4.1):

$$I_{cp} = 87 \text{ A} > \frac{1,25 \cdot 75}{1,5} = 62,5 \text{ A}$$

Kết luận: Cáp đã chọn thỏa mãn.

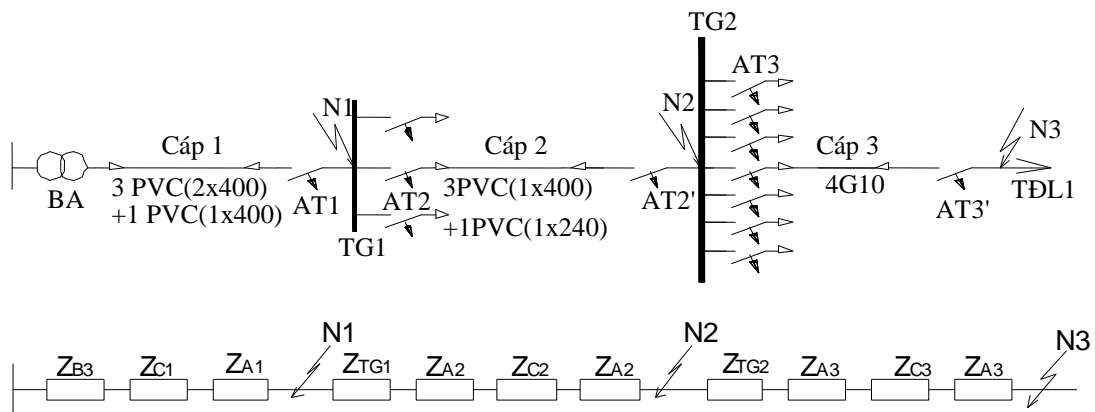
Tương tự với các cáp còn lại ta có kết quả sau:

Bảng 4.3: Lựa chọn tuyến cáp

Tên tuyến cáp	S_{tt} , kVA	I_{tt} , A	$F_{cáp}$, mm^2	L, m	I_{cp} , A	$1,25$ $I_{đm\Delta}/1,5$
TPP – TĐL 1	49,06	74,54	4G10	15	87	83,33
TPP – TĐL 2	52,08	79,13	4G10	60	87	83,33
TPP – TĐL 3	93,84	142,58	4G25	15	144	133,33
TPP – TĐL 4	94,82	144,06	4G35	20	174	133,33
TPP – TĐL 5	154,25	234,36	4G70	60	254	208,33
TPP – TĐL 6	84,84	128,91	4G25	50	144	133,33

4.4 Tính toán ngắn mạch phía hạ áp để kiểm tra kiểm tra cáp và aptômát

4.4.1 Sơ đồ thay thế và các thông số



Hình 4.2: Sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch

Để tính ngắn mạch phía hạ áp ta coi MBA phân phối 35/0,4 kV là nguồn.

1. Thông số MBA B_4

$$S_{đm} = 1000 \text{ kVA}; \Delta P_N = 10 \text{ kW}; \Delta U_N \% = 6 \%$$

$$Z_B = \frac{10,0,4^2}{1000^2} \cdot 10^6 + j \frac{6,0,4^2}{1000} \cdot 10^4 = 1,6 + j9,6 \text{ m}\Omega$$

2. Thông số thanh góp

Thanh góp TBA phân xưởng (TG1) có kích thước $100 \times 8 \text{ mm}^2$, dài $L = 1,2$ m, $D = 300 \text{ mm}$. Tra bảng 7.1 [2,363] ta có:

$$r_0 = 0,02 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{TG1} = r_0 \cdot L = 0,02 \times 1,2 = 0,024 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,157 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{\text{TG1}} = x_0 \cdot L = 0,157 \times 1,2 = 0,188 \text{ m}\Omega$$

Thanh góp trong tủ phân phối (TG2) có kích thước $40 \times 5 \text{ mm}^2$ có chiều dài $L = 1,2 \text{ m}$, $D = 200 \text{ mm}$. Tra bảng 7.1 [2,363] ta có:

$$r_0 = 0,167 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{\text{TG2}} = r_0 \cdot L = 0,167 \times 1,2 = 0,200 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,235 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{\text{TG2}} = x_0 \cdot L = 0,235 \times 1,2 = 0,282 \text{ m}\Omega$$

3. Thông số áptômát

Áptômát tổng của TBA B₅ (A₁) là loại C1250H có:

$$R_{A1} = R_1 + R_2 = 0,06 + 0,2 = 0,26 \text{ m}\Omega$$

$$X_{A1} = 0,09 \text{ m}\Omega$$

Áptômát đầu nguồn cấp cho phân xưởng SCCK đặt tại TBA B₅ (A₂) và áptômát tổng của TĐL là loại C801H có:

$$R_{A2} = R_1 + R_2 = 0,2 + 0,5 = 0,7 \text{ m}\Omega$$

$$X_{A2} = 0,26 \text{ m}\Omega$$

Áptômát của TĐL (A₃) có:

$$R_{A3} = R_1 + R_2 = 2 + 1,15 = 3,15 \text{ m}\Omega$$

$$X_{A3} = 3,93 \text{ m}\Omega$$

4. Thông số cáp

Cáp từ tổng hạ áp có $L = 10 \text{ m}$:

$$r_0 = 0,028 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{C1} = \frac{1}{2} r_0 \cdot L = \frac{1}{2} \times 0,028 \times 10 = 0,14 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,1 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{C1} = \frac{1}{2} x_0 \cdot L = \frac{1}{2} \times 0,1 \times 10 = 0,5 \text{ m}\Omega$$

Cáp từ TBA B₅ về TPP có tiết diện là $(3 \times 400 + 1 \times 240)$; $L = 26 \text{ m}$ và:

$$r_0 = 0,193 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{C2} = r_0 \cdot L = 0,193 \times 26 = 5,983 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,1 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{C2} = x_0 \cdot L = 0,1 \times 26 = 2,6 \text{ m}\Omega$$

Cáp từ TPP tới các TĐL ta tính với đoạn cáp TPP – TĐL1 có $F = 10 \text{ mm}^2$ và $L = 15 \text{ m}$:

$$r_0 = 12,1 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{C3} = r_0 \cdot L = 12,1 \times 15 = 181,5 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,1 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{C3} = x_0 \cdot L = 0,1 \times 15 = 1,5 \text{ m}\Omega$$

4.4.2 Tính toán ngắn mạch và kiểm tra các thiết bị đã chọn

1. Tính ngắn mạch tại N_1

Điện trở và điện kháng tính đến điểm ngắn mạch:

$$R_{N1} = R_{B5} + R_{C1} + R_{A1} = 1,6 + 0,47 + 0,26 = 2,33 \text{ m}\Omega$$

$$X_{N1} = X_{B5} + X_{C1} + X_{A1} = 9,6 + 1 + 0,09 = 10,69 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở tính đến điểm ngắn mạch:

$$Z_{N1} = \sqrt{R_{N1}^2 + X_{N1}^2} = \sqrt{2,33^2 + 10,69^2} = 10,9 \text{ m}\Omega$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N_1 bằng:

$$I_{N1} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_{N1}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,9} = 21,19 \text{ kA}$$

- Kiểm tra aptômát C1250H (A_1), C801H (A_2) theo điều kiện: $I_{cắt\text{dm}A} \geq I_N$

$$I_{cắt\text{dm}A1} = 50 \text{ kA} > I_{N1} = 21,19 \text{ kA.}$$

$$I_{cắt\text{dm}A2} = 40 \text{ kA} > I_{N1} = 21,19 \text{ kA.}$$

- Kiểm tra cáp C_1 theo điều kiện (3.25):

$$F = 400 \text{ mm}^2 > \alpha \cdot I_{N1} \cdot \sqrt{t_{qd}} = 7 \cdot 21,19 \cdot \sqrt{0,5} = 104 \text{ mm}^2$$

Kết luận: Aptômát và cáp chọn hợp lý.

2. Tính ngắn mạch tại N_2

Điện trở tính và điện kháng tính đến điểm ngắn mạch:

$$R_{N2} = R_{N1} + R_{TG1} + 2 \cdot R_{A2} + R_{C2} = 1,6 + 0,037 + 2 \times 0,7 + 5,983 = 9 \text{ m}\Omega$$

$$X_{N2} = X_{N1} + X_{TG1} + 2 \cdot X_{A2} + X_{C2} = 10,69 + 0,215 + 2 \times 0,26 + 2,6 = 14,1 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở tính đến điểm ngắn mạch:

$$Z_{N2} = \sqrt{R_{N2}^2 + X_{N2}^2} = \sqrt{9^2 + 14,1^2} = 16,7 \text{ m}\Omega$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N_2 bằng:

$$I_{N2} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_{N2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 16,7} = 13,8 \text{ kA}$$

- Kiểm tra aptomat NS100H, NS160H, NS250H (A_3) theo điều kiện:

$$I_{\text{cátđmA}} \geq I_{N2}$$

$$I_{\text{cátđmA}3} = 20 \text{ kA} > I_{N2} = 13,8 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cátđmA}3} = 15 \text{ kA} > I_{N2} = 13,8 \text{ kA}$$

- Kiểm tra cáp C_2 theo điều kiện (3.25):

$$F = 400 \text{ mm}^2 > \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{\text{qd}}} = 7.13,8 \cdot \sqrt{0,5} = 68 \text{ mm}^2$$

Kết luận: Aptomat và cáp chọn hợp lý.

3. Tính ngắn mạch tại N_3

Điện trở và điện kháng tính đến điểm ngắn mạch:

$$R_{N3} = R_{N2} + R_{TG2} + 2 \cdot R_{A3} + R_{C3} = 12,534 + 0,20 + 2 \cdot 3,15 + 18,3 = 37,33 \text{ m}\Omega$$

$$X_{N3} = X_{N2} + X_{TG2} + 2 \cdot X_{A3} + X_{C3} = 20,208 + 0,282 + 2 \cdot 3,93 + 1 = 29,35 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở tính đến điểm ngắn mạch:

$$Z_{N3} = \sqrt{R_{N3}^2 + X_{N3}^2} = \sqrt{37,33^2 + 29,35^2} = 47,49 \text{ m}\Omega$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N_3 bằng:

$$I_{N3} = \frac{U_{\text{tb}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{N3}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 47,49} = 3,65 \text{ kA}$$

- Kiểm tra aptomat NS100H, NS160H, NS250H ($A_{3'}$) theo điều kiện:

$$I_{\text{cátđmA}} \geq I_{N3}. \text{ Ta có:}$$

$$I_{\text{cátđmA}3'} = 10 \text{ kA} > I_{N3} = 3,65 \text{ kA}$$

Kết luận: Aptomat chọn hợp lý.

- Kiểm tra cáp TPP – TĐL3 theo điều kiện (3.25):

$$F = 10 \text{ mm}^2 < \alpha \cdot I_{N3} \cdot \sqrt{t_{\text{qd}}} = 6.3,65 \cdot \sqrt{0,5} = 15,53 \text{ mm}^2$$

Kết luận: Cáp chọn cần nâng tiết diện lên loại 4G16.

Tương tự ta có dòng ngắn mạch tại thanh góp của các TĐL còn lại như sau:

Bảng 4.4: Trị số ngắn mạch tại các thanh góp TĐL

Tên tuyến cáp	$F_{\text{cáp}}$, mm^2	L, m	r_0 , $\text{m}\Omega/\text{m}$	x_0 , $\text{m}\Omega/\text{m}$	R, $\text{m}\Omega$	X, $\text{m}\Omega$	I_{N3} , kA
---------------	----------------------------------	------	-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------

TPP – TĐL 1	4G10	15	12,1	0,1	181,5	1,5	1,45
TPP – TĐL 2	4G10	60	12,1	0,1	726	6,0	0,44
TPP – TĐL 3	4G25	15	6,51	0,1	97,65	1,5	2,10
TPP – TĐL 4	4G35	20	4,32	0,1	86,40	2,0	2,08
TPP – TĐL 5	4G70	60	2,43	0,1	145,80	6,0	1,04
TPP – TĐL 6	4G25	50	6,51	0,1	325,5	5,0	0,65

Nhận thấy các áp tô mát đều có trị số $I_{Nmax} > I_{N3}$ ở tất cả các tuyến vào TĐL.

Bảng kiểm tra cáp:

Bảng 4.5: Kiểm tra cáp đã chọn

Tên tuyến cáp	$F_{cáp}, mm^2$	I_{N3}, kA	$\alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}}, mm^2$	Kết luận
TPP – TĐL 1	4G10	1,45	7,17	Hợp lý
TPP – TĐL 2	4G10	0,44	2,18	Hợp lý
TPP – TĐL 3	4G25	2,10	10,39	Hợp lý
TPP – TĐL 4	4G35	2,08	10,30	Hợp lý
TPP – TĐL 5	4G70	1,04	5,15	Hợp lý
TPP – TĐL 6	4G25	0,65	3,22	Hợp lý

4.5 Lựa chọn thiết bị trong TĐL và dây dẫn đến thiết bị của phân xưởng

4.5.1 . Lựa chọn aptômát tổng của các TĐL

Áptômát tổng của các TĐL được chọn giống như aptômát nhánh của TPP dẫn điện tới TĐL tương ứng.

Bảng 4.6: Lựa chọn aptômát tổng của TĐL

Tên TĐL	S _{tt} , kVA	I _{tt} , A	Loại	U _{dm} , V	I _{dm} , A	I _{Nmax} , kA
TĐL 1	49,06	74,54	NS100H	440	100	10
TĐL 2	52,08	79,13	NS100H	440	100	10
TĐL 3	93,84	142,58	NS160H	440	160	10
TĐL 4	94,82	144,06	NS160H	440	160	10
TĐL 5	154,25	234,36	NS250H	440	250	10
TĐL 6	84,84	128,91	NS160H	440	160	10

4.5.2 . Lựa chọn aptômat nhánh và dây dẫn đến từng thiết bị trong nhóm

Các aptômat nhánh đặt đầu đường dây cấp điện tới các thiết bị trong nhóm được chọn giống như chọn các aptômat khác.

$$U_{dm} \geq U_{dmL}$$

$$I_{dm} \geq I_{dmđc} = \frac{P_{đat}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi}$$

Dây dẫn điện từ TĐL đến các thiết bị được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài (3.11) và kiểm tra điều kiện kết hợp với thiết bị bảo vệ (4.1). Dây dẫn chọn loại 4 lõi đặt trong ống thép có đường kính 3/4” chôn ngầm dưới nền phân xưởng.

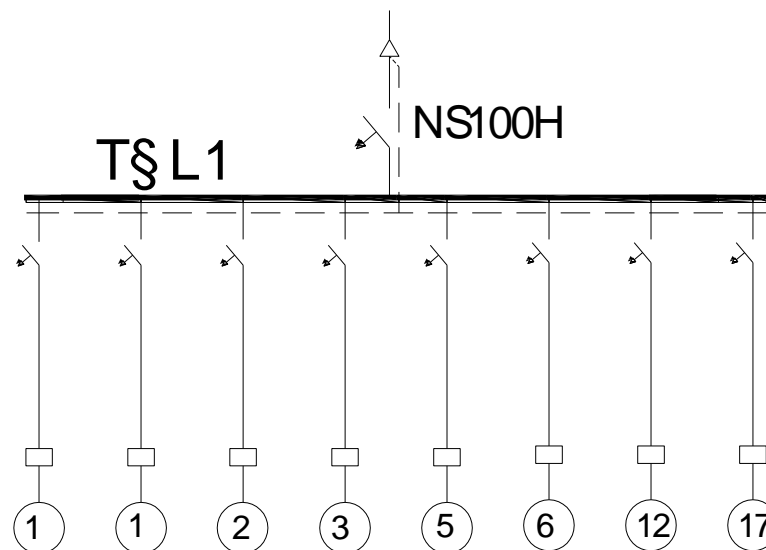
Phân xưởng SCCK được chia thành 6 nhóm thiết bị. Sau đây ta chỉ tính toán mẫu cho nhóm 1, các nhóm còn lại được tính toán tương tự.

Bảng 4.7: Thông số thiết bị nhóm 1

TT	Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu trên mặt bằng	P _{dm} , kW		I _{dm} , A
				1 máy	Toàn bộ	
1	Búa hơi để rèn	02	1	10	20	2x25,32
2	Búa hơi để rèn	01	2	28	28	70,9

3	Lò rèn	01	3	4,5	4,5	11,40
4	Quạt lò	01	5	2,8	2,8	7,09
5	Quạt thông gió	01	6	2,5	2,5	6,33
6	Máy mài sắc	01	12	3,2	3,2	8,10
7	Máy biến áp	01	17	2,2	2,2	5,56
TỔNG		08			63,20	

Sơ đồ TĐL nhóm 1:



Hình 4.3: Sơ đồ TĐL nhóm 1

• **Chọn aptômat và cáp tới búa hơi để rèn (1):**

+ Chọn aptômat:

$$U_{\text{đm}} \geq U_{\text{đmL}} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{\text{đm}} \geq I_{\text{đmđc}} = 25,32 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptômat loại C60a do Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{\text{đm}} = 440 \text{ V}, I_{\text{đm}} = 32 \text{ A}, I_{\text{cắtđm}} = 3 \text{ kA}.$$

+ Chọn cáp:

$$I_{\text{cp}} \geq I_{\text{tt}} = 25,32 \text{ A}$$

$$I_{\text{cp}} \geq \frac{1,25 \cdot I_{\text{đmA}}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 32}{1,5} = 26,66 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G1,5 do LENS chế tạo có $I_{\text{cp}} = 31 \text{ A}$.

• **Chọn aptomat và cáp tới búa hơi để rên (2):**

+ Chọn aptomat:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{dmđc} = 70,9 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptomat loại C60a do Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{dm} = 440 \text{ V}, I_{dm} = 75 \text{ A}, I_{cátđm} = 3 \text{ kA}.$$

+ Chọn cáp:

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 70,90 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{đmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 75}{1,5} = 62,5 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G10 do LENS chế tạo có I_{cp} (trong nhà) = 87 A.

• **Chọn aptomat và cáp tới lò rên (3):**

+ Chọn aptomat:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{dmđc} = 11,40 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptomat loại C60a do Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{dm} = 440 \text{ V}, I_{dm} = 16 \text{ A}, I_{cátđm} = 3 \text{ kA}.$$

+ Chọn cáp:

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 11,40 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{đmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 16}{1,5} = 13,33 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G1,5 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 31 \text{ A}$.

• **Chọn aptomat và cáp tới quạt lò (5):**

+ Chọn aptomat:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{dmđc} = 7,09 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptomat loại C60a do Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{dm} = 440 \text{ V}, I_{dm} = 10 \text{ A}, I_{cátđm} = 3 \text{ kA}.$$

+ Chọn cáp:

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 7,09 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{dmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 10}{1,5} = 8,33 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G1,5 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 31 \text{ A}$.

• **Chọn aptomat và cáp tới quạt thông gió (6):**

+ Chọn aptomat:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{dmc} = 6,33 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptomat loại C60a do Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{dm} = 440 \text{ V}, I_{dm} = 10 \text{ A}, I_{cátdm} = 3 \text{ kA}.$$

+ Chọn cáp:

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 6,33 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{dmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 10}{1,5} = 8,33 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G1,5 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 31 \text{ A}$.

• **Chọn aptomat và cáp tới máy mài sắc (12):**

+ Chọn aptomat:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{dmc} = 8,10 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptomat loại C60a do Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{dm} = 440 \text{ V}, I_{dm} = 10 \text{ A}, I_{cátdm} = 3 \text{ kA}.$$

+ Chọn cáp:

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 8,10 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{dmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 10}{1,5} = 8,33 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G1,5 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 31 \text{ A}$.

• **Chọn aptomat và cáp tới máy biến áp (17):**

+ Chọn aptomat:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{dmđc} = 5,56 \text{ A}$$

Vậy ta chọn aptomat loại C60a do Merlin Gerin chế tạo có:

$$U_{dm} = 440 \text{ V}, I_{dm} = 6 \text{ A}, I_{cắtdm} = 3 \text{ kA}.$$

+ Chọn cáp:

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 5,56 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{dm\Delta}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 6}{1,5} = 5 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G1,5 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 31 \text{ A}$.

Tương tự với các nhóm còn lại ta được bảng tổng kết lựa chọn như sau:

Bảng 4.7: Lựa chọn aptômat và dây dẫn từ TĐL đến từng thiết bị

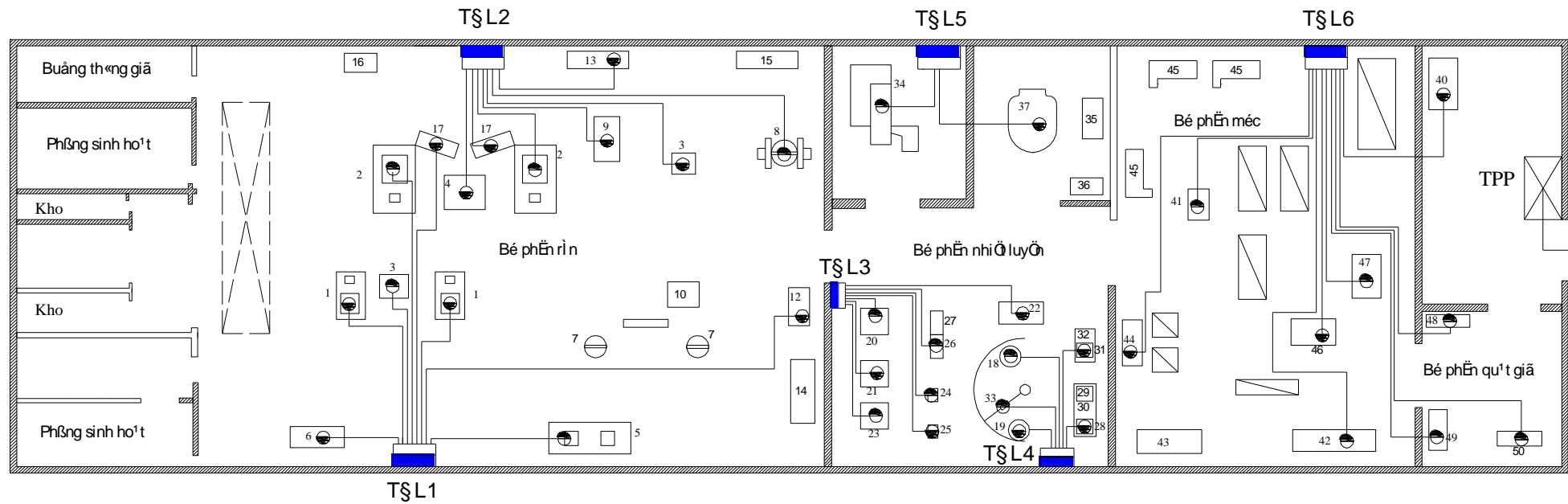
T T	Tên thiết bị	Ghi chú	Số trên bản vẽ	Phụ tải		Dây dẫn		Áptômat			
				P _{tt} , kW	I _{tt} , kW	F, mm ²	I _{cp} , A	Mã hiệu	I _d m, A	I _{kđnh} / 1,5	
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	
Nhóm 1											
1	Búa hơi để rèn		1	10	25,32	4G1, 5	31	C60 a	32	26,6 6	
2	Búa hơi để rèn		1	10	25,32	4G1, 5	31	C60 a	32	26,6 6	
3	Búa hơi để rèn		2	28	70,9	4G10	87	C60 a	75	62,5	
4	Lò rèn		3	4,5	11,40	4G1, 5	31	C60 a	16	13,3 3	
5	Quạt lò		5	2,8	7,09	4G1, 5	31	C60 a	10	8,33	
6	Quạt thông gió		6	2,5	6,33	4G1, 5	31	C60 a	10	8,33	
7	Máy mài sắc		12	3,2	8,10	4G1, 5	31	C60 a	10	8,33	
8	Máy biến áp		17	2,2	5,56	4G1, 5	31	C60 a	6	5	
Tổng					29,48	74,54	4G1 0	87	NS1 00H	10 0	83,3 3
Nhóm 2											
1	Búa hơi để rèn		2	28	70,9	4G10	87	C60	75	62,5	

								a		
2	Lò rèn		3	4,5	11,40	4G1, 5	31	C60 a	16	13,3 3
3	Lò rèn		4	6	15,19	4G1, 5	31	C60 a	16	13,3 3
4	Máy ép ma sát		8	10	25,32	4G1, 5	31	C60 a	32	26,6 6
5	Lò điện		9	15	37,98	4G2, 5	41	C60 a	40	33,3 3
6	Quạt ly tâm		13	7	17,73	4G1, 5	31	C60 a	16	13,3 3
7	Máy biến áp		17	2,2	8,36	4G1, 5	31	C60 a	6	5
Tổng				31,30	79,13	4G1 0	87	NS1 00H	10 0	83,3 3
Nhóm 3										
1	Lò điện		20	30	75,97	4G10	87	C60 a	75	62,5
2	Lò điện để rèn		21	36	91,16	4G16	12 7	C60 a	10 0	83,3 3
3	Lò điện		23	20	50,65	4G6	66	C60 a	63	52,5
4	Lò điện		22	20	50,65	4G6	66	C60 a	63	52,5
5	Bể dầu		24	4	10,13	4G1, 5	31	C60 a	16	13,3 3
6	Thiết bị tôi bánh răng		25	18	45,58	4G6	66	C60 a	63	52,5

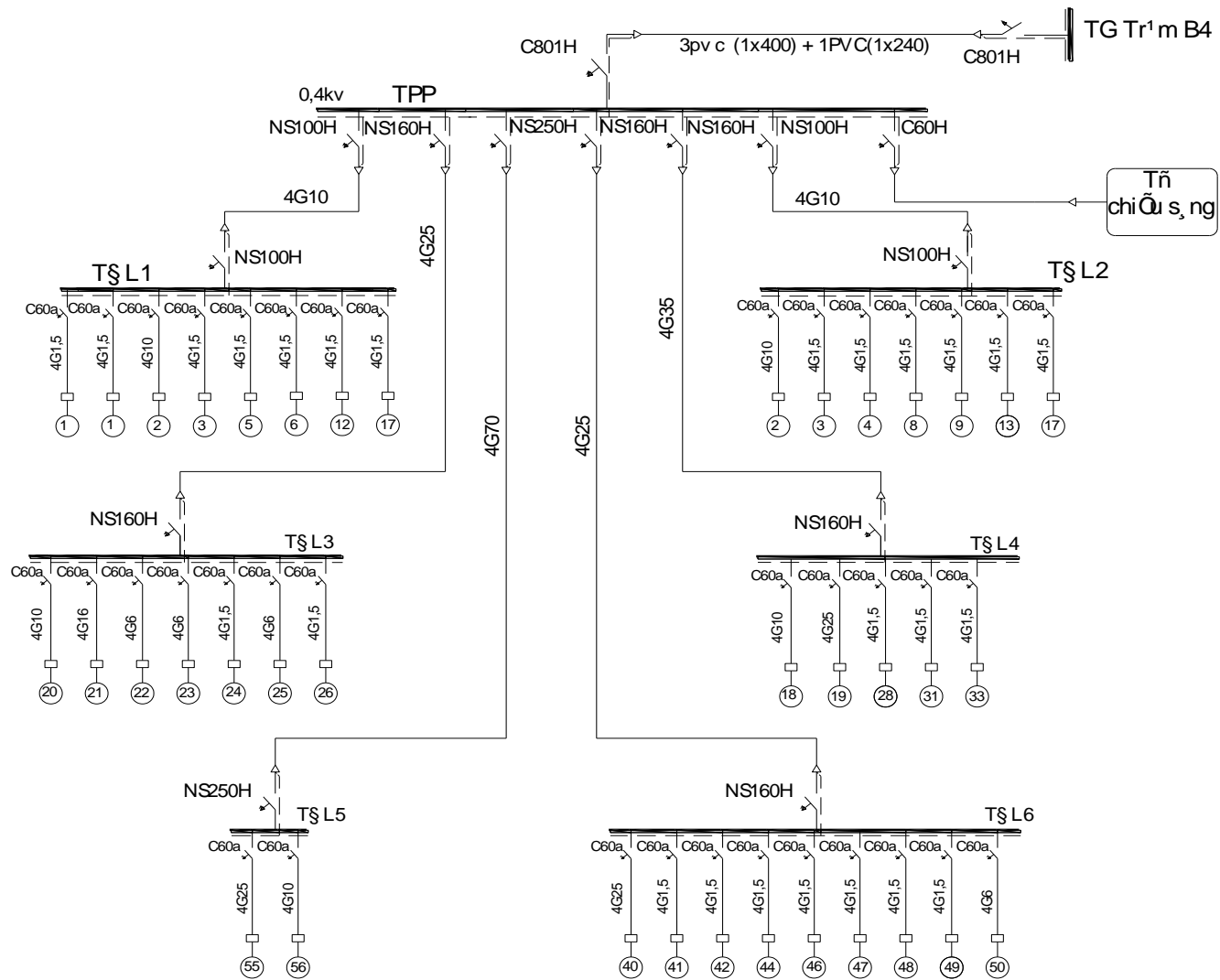
7	Bể tăng dầu nhiệt độ		26	3	7,6	4G1, 5	31	C60 a	10	8,33
	Tổng			56,40	142,5 8	4G2 5	14 4	NS1 60H	16 0	133, 3
Nhóm 4										
1	Lò điện		18	30	75,97	4G10	87	C60 a	75	62,5
2	Lò điện hóa cứng kim loại		19	90	127,9 0	4G25	14 4	C60 a	15 0	125
3	Máy đo độ cứng đầu côn		28	0,6	1,52	4G1, 5	31	C60 a	6	5
4	Máy mài sắc		31	0,25	0,63	4G1, 5	31	C60 a	6	5
5	Cần trục có pa-lăng điện		33	1,3	3,29	4G1, 5	31	C60 a	6	5
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>
	Tổng			56,98	144,0 6	4G3 5	17 4	NS1 60H	16 0	133, 3
Nhóm 5										
1	Thiết bị cao tần		55	80	102,5 8	4G25	14 4	C60 a	12 0	100
2	Thiết bị đo bi		56	23	58,24	4G10	87	C60 a	63	52,5
	Tổng			92,70	234,3 6	4G7 0	25 4	NS2 50H	25 0	208, 3
Nhóm 6										
1	Máy nén khí		40	45	113,9 5	4G25	14 4	C60 a	12 0	100

2	Máy bào gỗ		41	6,5	16,46	4G1, 5	31	C60 a	25	20,8 3
3	Máy khoan		42	1,5	3,80	4G1, 5	31	C60 a	6	5
4	Máy cưa đại		44	4,5	11,40	4G1, 5	31	C60 a	16	13,3 3
5	Máy bào gỗ		46	10	25,32	4G1, 5	31	C60 a	32	26,6 6
6	Máy cưa tròn		47	2,8	7,09	4G1, 5	31	C60 a	10	8,33
7	Quạt gió trung gian		48	9	22,79	4G1, 5	31	C60 a	25	20,8 3
8	Quạt gia số 9,5		49	12	30,39	4G1, 5	31	C60 a	32	26,6 6
9	Quạt gia số 14		50	18	45,58	4G6	66	C60 a	63	52,5
Tổng				50,99	128,9	4G2	14	NS1	12	104,
					1	5	4	25H	5	2

Tổng kết lại ta có sơ đồ đi dây phân xưởng sửa chữa cơ khí như sau:



Hình 4.4: Mặt bằng đi dây phân xưởng SCCK



Hình 4.5: Sơ đồ chi tiết mạng hạ áp phân xưởng SCCK

CHƯƠNG 5

THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG CHUNG CỦA PHÂN XƯỞNG SỬA CHỮA CƠ KHÍ

5.1 Đặt vấn đề

Trong bất kỳ xí nghiệp, nhà máy nào thì ngoài chiếu sáng tự nhiên còn phải sử dụng đến chiếu sáng nhân tạo và đèn điện chiếu sáng thường được sử dụng để làm chiếu sáng nhân tạo vì các thiết bị đơn giản, dễ sử dụng giá thành rẻ và tạo ra được ánh sáng gần giống với ánh sáng tự nhiên. Hệ thống chiếu sáng có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng sản phẩm, nâng cao năng suất lao động, an toàn trong sản xuất và sức khỏe của người lao động. Vì vậy vấn đề chiếu sáng được nghiên cứu trên nhiều lĩnh vực và nói chung phải đảm bảo những yêu cầu sau:

- Không bị loá mắt.
- Không bị loá do phản xạ.
- Không tạo ra những khoảng tối bởi những vật bị che khuất.
- Phải có độ rọi đồng đều.
- Phải tạo được ánh sáng càng gần ánh sáng tự nhiên càng tốt.

5.2 Lựa chọn số lượng và công suất của hệ thống đèn chiếu sáng chung

Hệ thống chiếu sáng của phân xưởng SCCK sẽ dùng bóng đèn sợi đốt sản xuất tại Việt Nam. Nguồn điện sử dụng $U = 220 \text{ V}$ lấy từ tủ chiếu sáng của phân xưởng

Độ cao treo đèn:

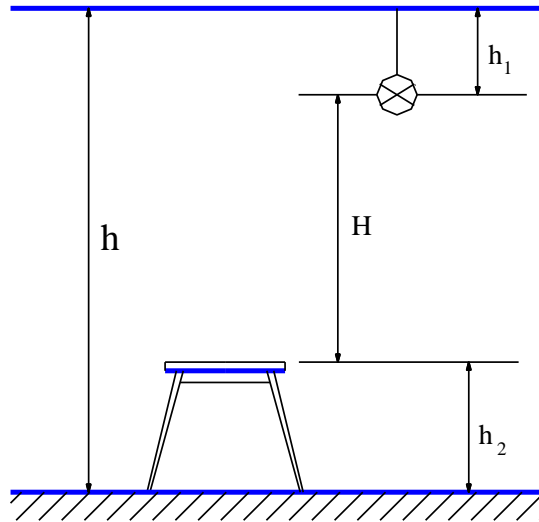
$$H = h - h_1 - h_2 \quad (5.1)$$

Trong đó:

- + H: độ cao treo đèn
- + h: chiều cao trần nhà phân xưởng, $h = 4,5 \text{ m}$.
- + h_1 : khoảng cách từ trần nhà đến bóng đèn, $h_1 = 0,7 \text{ m}$.
- + h_2 : độ cao mặt bàn làm việc, $h_2 = 0,8 \text{ m}$.

Vậy độ cao treo đèn tính theo (5.1) bằng:

$$H = h - h_1 - h_2 = 4,5 - 0,7 - 0,8 = 3 \text{ m}$$



Hình 5.1: Sơ đồ tính toán chiều sáng

Để tính toán chiếu sáng cho phân xưởng SCCK, ở đây ta chọn phương pháp hệ số sử dụng. Công thức tính toán:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{n \cdot k_{sd}} \text{ (lumen)} \quad (5.2)$$

Trong đó:

- + F: quang thông mỗi đèn, lumen.
- + E: độ rọi yêu cầu, lx (chọn E = 30 lx).
- + S: diện tích cần chiếu sáng, m².
- + k: hệ số dự trữ, chọn k = 1,3
- + n: số bóng đèn có trong hệ thống chiếu sáng chung.
- + k_{sd}: hệ số sử dụng
- + Z: hệ số phụ thuộc vào loại đèn và tỉ lệ L/H, thường lấy Z = 0,8 ÷ 1,4

Các hệ số được tra trong bảng 5.1 ÷ 5.5 [1,134] và phụ lục PL VIII.1 [1,324].

Tra bảng 5.1, với bóng đèn sợi đốt loại bóng vạng năng có L/H = 1,8. Ta xác định được khoảng cách giữa các đèn:

$$L = 1,8 \cdot H = 1,8 \times 3 = 5,4 \text{ m}$$

Căn cứ vào bề rộng phòng $b = 21$ m, ta chọn $L = 5$ m. Vậy ta bố trí đèn như sau:

+ Bố trí chia làm 8 dãy, mỗi dãy có 5 bóng cách nhau 5m, cách tường theo chiều rộng là 0,5 m, theo chiều dài là 2m.

Tổng cộng ta có 40 bóng.

Xác định chỉ số phòng:

$$\varphi = \frac{a.b}{H.(a + b)} \quad (5.3)$$

+ a: chiều dài phòng

+ b: chiều rộng phòng

+ H: độ cao treo đèn

Vậy ta có:

$$\varphi = \frac{a.b}{H.(a + b)} = \frac{21 \times 39}{3.(21 + 39)} = 5,29$$

Chọn hệ số phản xạ của tường $\rho_{tg} = 50\%$, hệ số phản xạ của trần $\rho_{tr} = 30\%$, tra bảng PL VIII.1 [1,324] ta được $k_{sd} = 0,48$.

Chọn hệ số dự trữ $k = 1,3$; hệ số tính toán $Z = 1,1$, xác định được quang thông mỗi đèn là:

$$F = \frac{k.E.S.Z}{n.k_{sd}} = \frac{1,3.30.819.1,1}{71.0,48} = 1297,83 \text{ lm}$$

Tra bảng 5.5, chọn bóng 200 W, có quang thông $F = 2528$ lm.

Tổng công suất chiếu sáng của phân xưởng là:

$$P_{cs} = n.P_d = 40 \times 200 = 8000 \text{ W} = 8 \text{ kW}$$

5.3 Thiết kế mạng điện của hệ thống chiếu sáng chung

Để cung cấp điện cho hệ thống chiếu sáng chung của phân xưởng ta đặt riêng một tủ chiếu sáng cho phân xưởng gồm một aptomat tổng 3 pha và 8 aptomat nhánh một pha, mỗi aptomat cấp điện cho 5 bóng điện.

5.3.1 Chọn aptomat

Điều kiện chọn aptomat tương tự như áp tô mát ở các phần trước.

- Chọn áp tô mát tổng

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,38 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{tt} = \frac{P_{cs}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{8}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 12,15 \text{ A}$$

Vậy ta chọn loại aptômat C60H do Merlin Gerin chế tạo có $I_{dm} = 16 \text{ A}$.

- Chọn aptômat nhánh

+ Chọn aptomat cấp điện cho 5 bóng:

$$U_{dm} \geq U_{dmL} = 0,22 \text{ kV}$$

$$I_{dm} \geq I_{dm} = \frac{n \cdot P_{đạt}}{U_{dm}} = \frac{5 \cdot 0,2}{0,22} = 4,54 \text{ A}$$

Vậy chọn 8 aptômat 1 pha C60a do Merlin Gerin chế tạo có $I_{cp} = 6 \text{ A}$.

Bảng 5.1: Thông số aptômat tổng và aptômat nhánh

Loại	$U_{dm}, \text{ V}$	$I_{dm}, \text{ A}$	$I_{Nmax}, \text{ kA}$
C60H	440	25	10
C60a	440	6	3

5.3.2 Chọn cáp từ tủ phân phối tới tủ chiếu sáng

Cáp được chọn theo điều kiện phát nóng và kiểm tra theo điều kiện phối hợp với thiết bị bảo vệ.

$$I_{cp} \geq I_{tt} = \frac{P_{cs}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{8}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 12,15 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{dmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 16}{1,5} = 13,33 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 4 lõi loại 4G2,5 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 31 \text{ A}$.

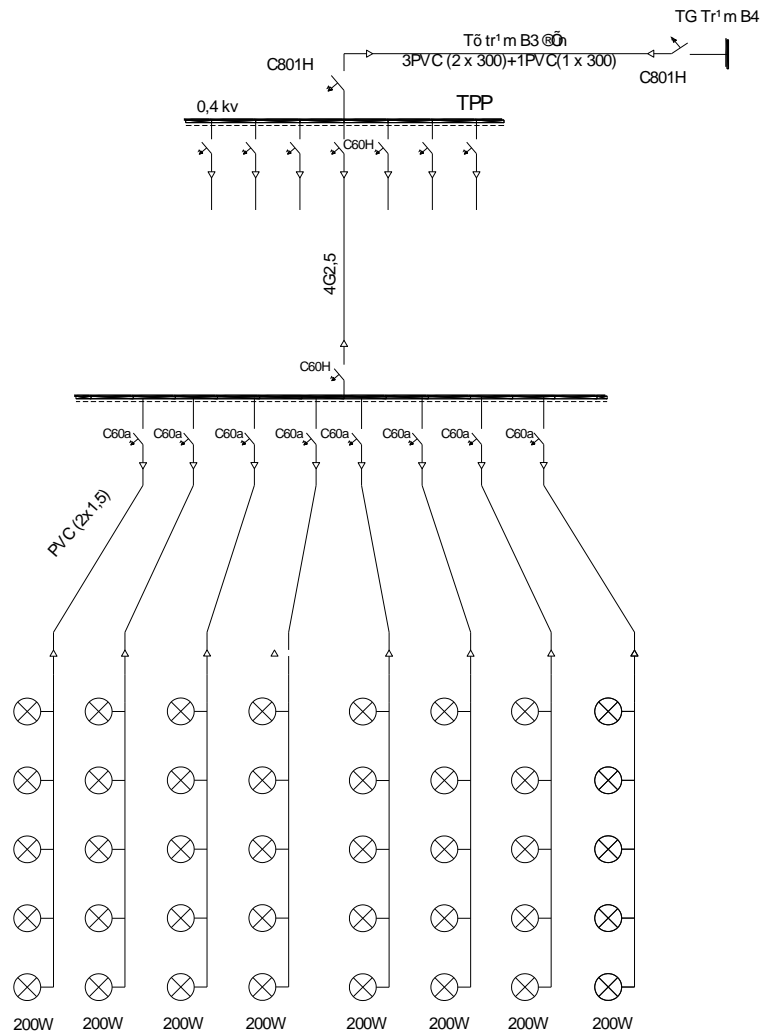
5.3.3 Chọn dây dẫn từ aptômat nhánh đến cụm đèn

Điều kiện chọn cáp:

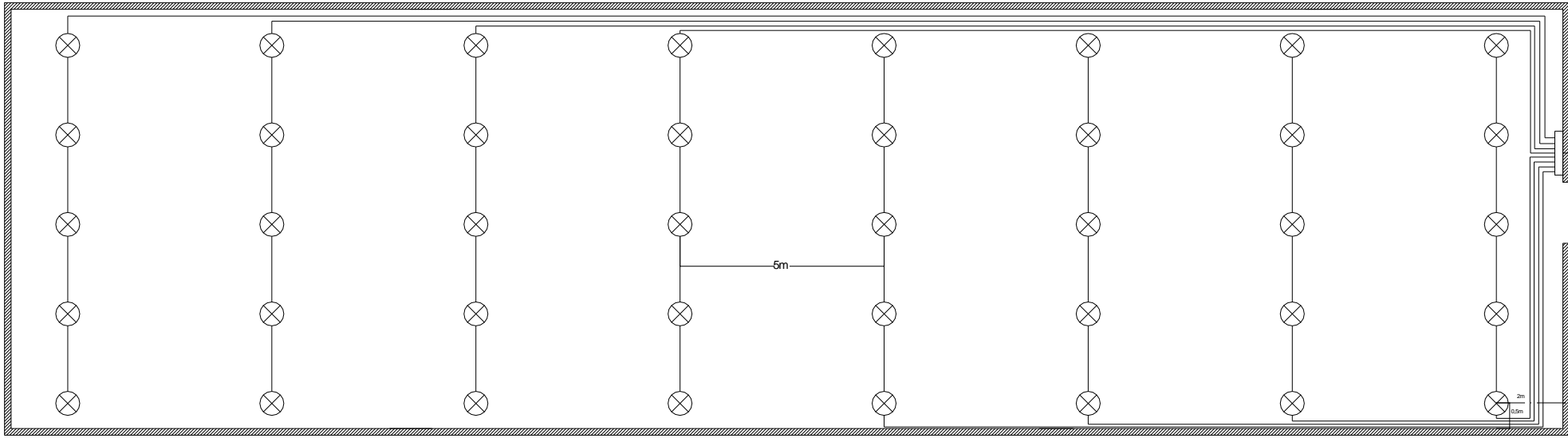
$$I_{cp} \geq I_{tt} = \frac{n \cdot P_{đạt}}{U_{dm}} = \frac{4 \cdot 0,2}{0,22} = 4,54 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 \cdot I_{dmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 6}{1,5} = 5 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp 2 lõi loại 2 x 1,5 do LENS chế tạo có $I_{cp} = 23 \text{ A}$.



Hình 5.2: Sơ đồ nguyên lý mạng điện chiếu sáng phân xưởng SCCK



Hình 5.3: Sơ đồ đi dây chiếu sáng phân xưởng SCCK

CHƯƠNG 6.

TÍNH TOÁN BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

ĐỀ NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT CHO NHÀ MÁY

6.1. Đặt vấn đề

Vấn đề sử dụng hợp lý và tiết kiệm điện năng trong các xí nghiệp công nghiệp có ý nghĩa rất to lớn đối với nền kinh tế vì các xí nghiệp này tiêu thụ khoảng 70% tổng số điện năng sản xuất ra. Hệ số công suất $\cos\varphi$ là một trong các chỉ tiêu để đánh giá xí nghiệp dùng điện có hợp lý và tiết kiệm hay không. Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ là một chủ trương lâu dài gắn liền với mục đích phát huy hiệu quả cao nhất quá trình sản xuất, phân phối và sử dụng điện năng.

Hệ số công suất $\cos\varphi$ của các xí nghiệp nước ta hiện nay nói chung đang còn thấp, khoảng $0,6 \div 0,7$, cần nâng cao dần lên tới trên $0,95$.

Hệ số $\cos\varphi$ được nâng lên cao sẽ đưa đến các hiệu quả sau:

- + Giảm được tổn thất công suất và tổn thất điện năng trong mạng điện.
- + Giảm được tổn thất điện áp trong mạng điện.
- + Tăng khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp.
- + Tăng khả năng phát của máy phát điện.

Để nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ có 2 cách:

- + Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ tự nhiên: là biện pháp không phải đặt thêm các thiết bị bù.
- + Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ bằng phương pháp bù: đặt thêm các thiết bị bù để cung cấp công suất phản kháng cho các hộ tiêu thụ.

Trong chương này xét đến nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ nhà máy bằng phương pháp bù công suất phản kháng.

6.1 Lựa chọn thiết bị bù và vị trí đặt bù

Vị trí đặt thiết bị bù:

Về nguyên tắc để có lợi nhất về mặt giảm tổn thất điện năng cho đối tượng dùng điện là đặt phân tán các bộ tụ bù cho từng động cơ điện, tuy nhiên nếu đặt phân tán sẽ không có lợi về vốn đầu tư, lắp đặt và quản lý vận hành. Vì vậy việc đặt các thiết bị bù tập trung hay phân tán là tùy thuộc vào cấu trúc hệ thống cung cấp điện của đối tượng, theo kinh nghiệm ta đặt các thiết bị bù ở phía hạ áp của trạm biến áp phân xưởng tại tủ phân phối, và ở đây ta coi giá tiền đơn vị (đ/kVAr) thiết bị bù hạ áp lớn không đáng kể so với giá tiền đơn vị (đ/kVA) tổn thất điện năng qua máy biến áp.

• Chọn thiết bị bù :

Như đã phân tích ở trên và từ các đặc điểm trên ta có thể lựa chọn thiết bị bù là các tụ điện tĩnh. Nó có ưu điểm là giá đầu tư 1 đơn vị công suất bù không phụ thuộc vào dung lượng tụ bù nên thuận tiện cho việc chia nhỏ thành nhóm và đặt gần các phụ tải. Mặt khác tụ điện tĩnh tiêu thụ rất ít công suất tác dụng từ 0,003 ÷ 0,005 kW và vận hành đơn giản, ít sự cố.

6.2 Xác định và phân bố dung lượng bù

6.3.1 Xác định dung lượng bù

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

$$Q_{bù} = P_{tmm} (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \cdot \alpha \quad (6.1)$$

Trong đó:

- + P_{tmm} : phụ tải tính toán của nhà máy, kW.
- + φ_1 : góc ứng với hệ số công suất $\cos\varphi_1$ trước khi bù.
- + φ_2 : góc ứng với hệ số công suất $\cos\varphi_2$ muốn đạt được sau khi bù.
- + α : hệ số xét tới khả năng nâng cao $\cos\varphi$ bằng phương pháp

không đòi hỏi đặt thiết bị bù, $\alpha = 0,9 \div 1$.

Với nhà máy đang thiết kế ta có:

$$P_{tmm} = 8452,44 \text{ kW} ; \cos\varphi_1 = 0,74 (\operatorname{tg}\varphi_1 = 0,91).$$

Yêu cầu nâng cao hệ số công suất lên $\cos\varphi_2 = 0,95 (\operatorname{tg}\varphi_2 = 0,33)$.

Vậy tổng công suất phản kháng cần bù để nâng $\cos\varphi$ của nhà máy từ 0,74 lên 0,95 là: $Q_{bù} = P_{\text{tmm}} (\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) \cdot \alpha = 8452,44 \cdot (0,91 - 0,33) = 4902,42 \text{ kVAr}$

6.3.2 Phân bố dung lượng bù cho các TBA phân xưởng

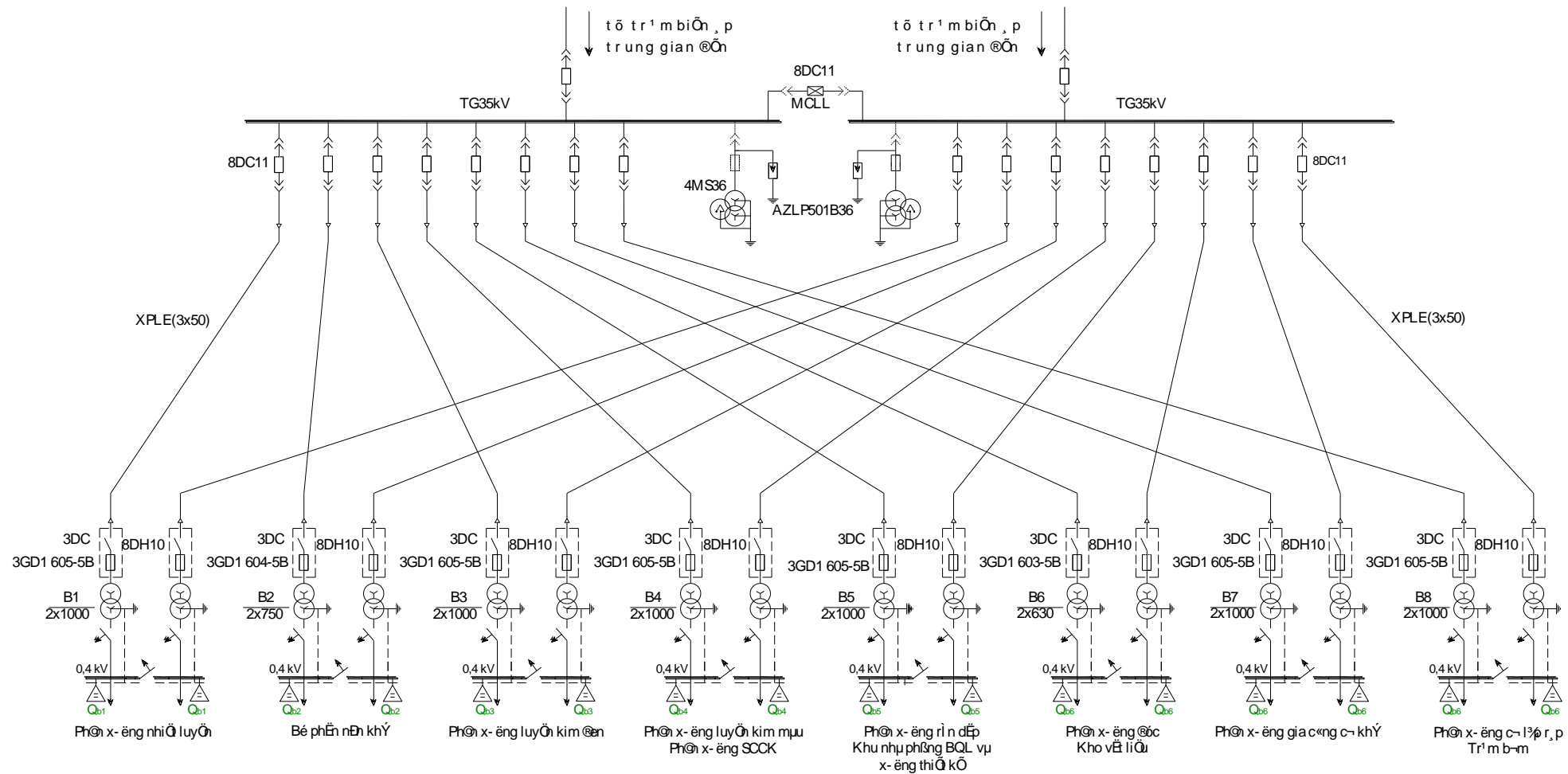
Sau khi xác định tổn thất công suất bù $Q_{bù}$, vì bù phân tán nên cần phải xác định công suất bù cho từng điểm đặt bộ tụ sao cho hiệu quả bù cao nhất. Thường mạng điện xí nghiệp có dạng hình tia, công suất bù tại điểm i nào đó được xác định theo công thức:

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_{\Sigma} - Q_{bù}) \frac{R_{td}}{R_i} \quad (6.2)$$

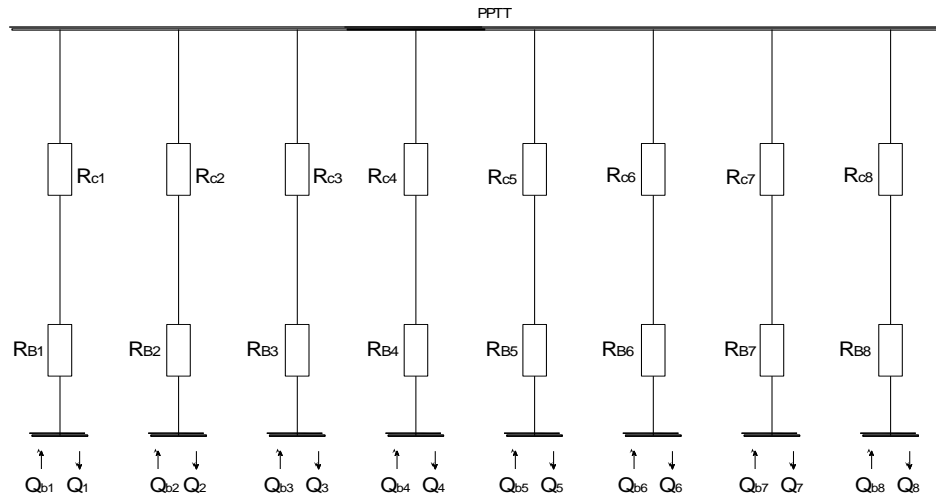
Trong đó:

- + Q_{Σ} : công suất phản kháng toàn xí nghiệp.
- + $Q_{bù}$: tổng công suất bù.
- + Q_i : công suất phản kháng tại điểm i .
- + Q_{bi} : công suất bù cần đặt tại điểm i .
- + R_i : điện trở nhánh i .
- + R_{td} : điện trở tương đương cả mạng.

Sơ đồ đặt tụ điện bù như sau:



Hình 6.1: Sơ đồ nguyên lý đặt tụ bù



Hình 6.2: Sơ đồ thay thế mạng cao áp để tính toán phân bố dung lượng bù

• **Số liệu tính toán các đường cáp cao áp 35 kV:**

Theo bảng 3.14 chương 3 ta có điện trở của đường cáp 35 kV như sau:

Bảng 6.1: Điện trở các đường cáp 35 kV

Đường cáp	Số lộ n	l, m	$r_0, \Omega/\text{km}$	R_C, Ω
TPPTT – B ₁	2	125	0,494	0,031
TPPTT – B ₂	2	250	0,494	0,062
TPPTT – B ₃	2	142	0,494	0,035
TPPTT – B ₄	2	119	0,494	0,029
TPPTT – B ₅	2	247	0,494	0,061
TPPTT – B ₆	2	266	0,494	0,066
TPPTT – B ₇	2	187	0,494	0,046
TPPTT – B ₈	2	120	0,494	0,030

• **Số liệu tính toán các trạm biến áp phân xưởng:**

Điện trở của máy biến áp được tính như sau:

$$R_B = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dmB}^2}{n \cdot S_{dmB}^2} \cdot 10^3 (\Omega)$$

Bảng 6.2: Điện trở các MBA

Tên trạm	S_{dmB}, kVA	Số máy n	$\Delta P_N, \text{kW}$	R_B, Ω
----------	-----------------------	----------	-------------------------	---------------

B ₁	1000	2	10	6.125
B ₂	750	2	7.1	7.731
B ₃	1000	2	10	6.125
B ₄	1000	2	10	6.125
B ₅	1000	2	10	6.125
B ₆	630	2	6.21	9.583
B ₇	1000	2	10	6.125
B ₈	1000	2	10	6.125

Vậy ta có kết quả tính điện trở các nhánh:

Bảng 6.3: Điện trở các nhánh

Tên nhánh	R _B , Ω	R _C , Ω	R = R _B + R _C , Ω
TPPTT – B ₁	6,125	0,031	6,156
TPPTT – B ₂	7,731	0,062	7,793
TPPTT – B ₃	6,125	0,035	6,160
TPPTT – B ₄	6,125	0,029	6,154
TPPTT – B ₅	6,125	0,061	6,186
TPPTT – B ₆	9,583	0,066	9,649
TPPTT – B ₇	6,125	0,046	6,171
TPPTT – B ₈	6,125	0,030	6,155

Điện trở tương đương toàn mạng cao áp:

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_8}} = 0,83 \Omega$$

Công suất phản kháng tại thanh cái các TBA phân xưởng:

$$Q_1 = Q_{pxnhietyluyen} = 1050 \text{ kVAr}$$

$$Q_2 = Q_{BP \text{ nén khí}} = 765 \text{ kVAr}$$

$$Q_3 = Q_{px \text{ luyện kim đen}} = 1125 \text{ kVAr}$$

$$Q_4 = Q_{px \text{ luyện kim màu}} + Q_{px \text{ SCCCK}} = 1101,6 + 359,17 = 1460,77 \text{ kVAr}$$

$$Q_5 = Q_{\text{px rền đập}} + Q_{\text{BQL}} = 1396,5 + 128,4 = 1524,9 \text{ kVAr}$$

$$Q_6 = Q_{\text{px đúc}} + Q_{\text{kho VL}} = 675 + 31,5 = 706,5 \text{ kVAr}$$

$$Q_7 = Q_{\text{pxgia công cơ khí}} = 1101,6 \text{ kVAr}$$

$$Q_8 = Q_{\text{px cơ lắp ráp}} + Q_{\text{trạm bom}} = 1276,8 + 180 = 1456,8 \text{ kVAr}$$

Vậy dung lượng bù tại thanh cái các TBAPX theo công thức (6.2) như sau:

$$Q_{b1} = 1050 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{6,156} = 503,01 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b2} = 765 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{7,793} = 332,91 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b3} = 1125 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{6,16} = 578,39 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b4} = 1460,77 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{6,154} = 913,35 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b5} = 1524,9 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{6,186} = 980,58 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b6} = 706,5 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{9,649} = 357,53 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b7} = 1101,6 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{6,171} = 557,97 \text{ kVAr}$$

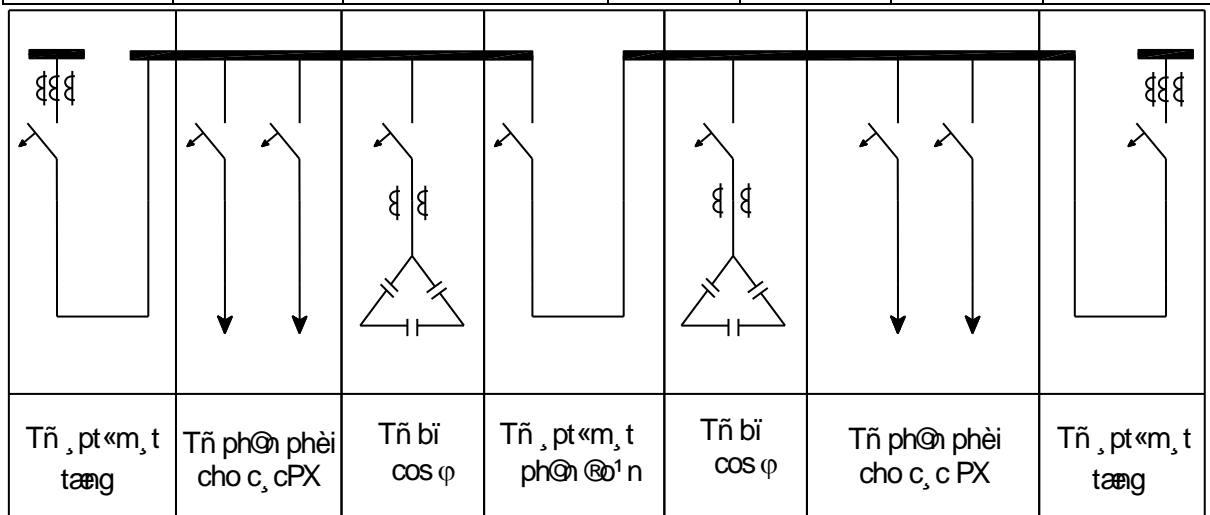
$$Q_{b8} = 1456,8 - (8961,24 - 4902,42) \frac{0,83}{6,155} = 909,70 \text{ kVAr}$$

Kết quả phân bố dung lượng bù cho từng nhánh:

Bảng 6.4: Số lượng tụ bù cho từng nhánh

Tên trạm	Q_{bi} , kVAr	Loại tụ	Số pha	Q, kVAr	Số lượng	$Q_{b\phi}$, kVAr
B1	503,01	DLE – 4D40K5T	3	40	14	560
B2	332,91	DLE – 4D35K5T	3	35	10	350

B3	578,39	DLE – 4D35K5T	3	35	18	630
B4	913,35	DLE – 4D35K5T	3	35	30	1050
B5	980,58	DLE – 4D35K5T	3	35	30	1050
B ₆	357,53	DLE – 4D40K5T	3	40	10	400
B ₇	555,97	DLE – 4D40K5T	3	40	14	560
B ₈	909,70	DLE – 4D35K5T	3	35	26	910



Hình 6.3: Sơ đồ lắp ráp tụ bù cosφ cho trạm biến áp 2 máy

CHƯƠNG 7.

THIẾT KẾ TRẠM BIẾN ÁP PHÂN XỬỞNG

7.1 . Giới thiệu chung

Nhà máy sản xuất máy kéo nằm trên một diện tích rộng, cách xa khu dân cư để đảm bảo điều kiện môi trường. Trong quá trình sản xuất, nhà máy thải ra nhiều khói bụi ảnh hưởng tới môi trường cũng như thiết bị. Để đảm bảo an toàn trong vận hành và mỹ quan của nhà máy, các TBA đều là loại trạm kín, xây liền kề với phân xưởng mà nó cung cấp điện.

Trong chương này ta thiết kế TBA cho bộ phận nén khí (TBA B₂), trạm có 2 MBA công suất 2 x 750 kVA – 35/0,4 kV.

7.2 Sơ đồ nguyên lý trạm

Trạm biến áp phân xưởng B₂ cung cấp điện cho bộ phận nén khí. Phía cao áp nhận điện từ TPPTT bằng hai đường cáp 35 kV qua dao cách ly và cầu chì cao áp vào 2 máy biến áp 750 kVA – 35/0,4 kV. Phía hạ áp dùng 7 tủ tự tạo gồm:

- * Tủ đặt aptomat phân đoạn.
- * 2 tủ đặt aptomat tổng, 2 tủ đặt aptomat nhánh.
- * 2 tủ đặt tụ bù.

Để kiểm tra thường xuyên trên mỗi thanh cái của 1 máy biến áp có đặt 3 đồng hồ Ampe kế kèm theo biến dòng điện, 1 đồng hồ đo Volt, 1 khóa chuyển mạch đo điện áp pha - dây, 2 công tơ hữu công và vô công 3 pha.

7.3 Lựa chọn các phần tử của sơ đồ cấp điện

7.3.1 Lựa chọn thiết bị điện cao áp

Theo tính toán ở chương 3 ta lựa chọn được các thiết bị cao áp sau:

1. Máy biến áp

Bảng 7.1: Thông số MBA

Tên TBA	S _{đm} , kVA	U _C /U _H	ΔP ₀ , kW	ΔP _N , kW	U _N , %	I ₀ , %	Số máy
B ₂	750	35/0,4	1,35	7,1	5,5	1,4	2

2. Cấp cao áp

Cấp từ TPPTT về TBA B₂ dùng cáp 35 kV, cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA sản xuất có tiết diện 50 mm². Ký hiệu: 2 XLPE (3 x 50) mm².

3. Dao cách ly và cầu chì cao áp

Bảng 7.2: Thông số dao cách ly

Loại DCL	U _{đm} , kV	I _{đm} , A	I _{cđm} , kA	I _{nh.đm} , A
3DC	36	630	50	20

Bảng 7.3: Thông số cầu chì cao áp

Loại CC	U _{đm} , kV	I _{đm} , A	I _{cđm} , kA	I _{cmin} , A
3GD1 604-5B	36	20	31,5	120

4. Lựa chọn thanh góp cao áp

Thanh góp lựa chọn theo điều kiện phát nóng và kiểm tra điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt.

+ Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép: $k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$. (7.1)

- $k_1 = 1$ với thanh đặt đứng, $k_1 = 0,95$ với thanh đặt ngang.

- k_2 : hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ ($k_2 = 1$).

+ Khả năng ổn định động: $\sigma_{cp} \geq \sigma_{tt}$ (7.2)

- σ_{cp} : ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh góp ($\sigma_{cpCu} = 1400$ kG/cm²; $\sigma_{cpAl} = 700$ kG/cm²).

- $\sigma_{tt} = \frac{M}{W}$ (kG/cm²) (7.3)

Mômen uốn tính toán:

$$- \quad M = \frac{F_{tt} \cdot l}{10} \text{ (kG/m):} \quad (7.4)$$

Lực tính toán do dòng ngắn mạch tác động:

$$- \quad F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{xk}^2 \text{ (kG)} \quad (7.5)$$

○ l : khoảng cách giữa các sứ của 1 pha, cm.

○ a : khoảng cách giữa các pha, cm.

$$+ \quad \text{Khả năng ổn định nhiệt: } F \geq \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qđ}} \quad (7.7)$$

Dòng điện làm việc lớn nhất qua thanh góp:

$$I_{cb} = \frac{1,4 \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4 \cdot 750}{\sqrt{3} \cdot 35} = 17,32 \text{ A}$$

Vậy ta chọn thanh dẫn bằng đồng tiết diện tròn $\Phi 8$ có $I_{cp} = 159 \text{ A}$.

• Kiểm tra ổn định nhiệt

Theo tính toán ngắn mạch ở chương 3 ta xác định được ngắn mạch tại thanh cái cao áp TBA B₂ (điểm N₂) là $I_{\infty} = 2,21 \text{ kA}$, $i_{xk} = 5,62 \text{ kA}$.

Giả thiết $t_{qđ} = t_{cắt} = 0,5 \text{ s}$. Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện (7.7) ta có:

$$F = \pi R^2 = \pi \cdot 4^2 = 50,27 \text{ mm}^2 > \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qđ}} = 6,2 \cdot 2,21 \cdot \sqrt{0,5} = 9,38 \text{ mm}^2$$

Kết luận: Thanh cái đã chọn hợp lý.

• Kiểm tra ổn định động

Dự định đặt 3 thanh góp 3 pha cách nhau 50 cm, mỗi thanh được đặt trên 2 sứ khung tủ cách nhau 80 cm. Theo công thức (7.5) và (7.4) ta có:

$$F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{xk}^2 = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{80}{50} \cdot 5,62^2 = 0,89 \text{ kG}$$

$$M = \frac{F_{tt} \cdot l}{10} = \frac{0,89 \times 80}{10} = 7,12 \text{ kG.cm}$$

Mô men chống uốn của thanh dẫn tròn bằng:

$$W = \frac{\pi D^3}{32} = \frac{\pi \cdot 8^3}{32} = 50,27 \text{ mm}^3$$

Kiểm tra điều kiện (7.2) ta có:

$$\sigma_{cp} = 1400 > \sigma_{tt} = \frac{M}{W} = \frac{7,12}{50,27 \cdot 10^{-3}} = 141,64 \text{ kG/cm}^2$$

Kết luận: Thanh gốp thỏa mãn điều kiện ổn định động.

5. Lựa chọn sứ cao áp

Điều kiện chọn:

- Điện áp định mức của sứ: $U_{đms} \geq U_{đmm}$
- Lực cho phép tác động lên đầu sứ: $F_{cp} \geq F_{tt}$

Trong đó:

- F_{cp} : lực cho phép tác động lên đầu sứ: $F_{cp} = 0,6 \cdot F_{ph}$
- F_{ph} : lực phá hoại định mức của sứ.
- F_{tt} : lực tác động lên thanh dẫn khi ngắn mạch ba pha.

Tra bảng chọn sứ có các thông số kỹ thuật như sau:

Bảng 7.4: Thông số sứ

Loại sứ	$U_{đm}$, kV	Lực phá hoại, kG	Chiều cao, mm
O ϕ -35-375Y3	35	375	372

Kiểm tra sứ:

$$F_{ph} \geq \frac{F_{tt}}{0,6} = \frac{0,89}{0,6} = 1,48 \text{ kG}$$

Vậy sứ đã chọn thỏa mãn.

7.3.2 Lựa chọn thiết bị điện hạ áp

1. Lựa chọn aptomat

Trạm có 5 aptomat bao gồm: 2 aptomat tổng, 1 aptomat phân đoạn, 2 aptomat nhánh. Theo kết quả lựa chọn ở chương 3 ta có thông số aptomat:

Bảng 7.5: Thông số aptomat

Loại	$U_{đm}$, kV	$I_{đm}$, A	$I_{cắtN}$, kA
C1600H	690	1600	50

C1001H	690	1000	40
--------	-----	------	----

2. Lựa chọn thanh góp

Theo chương 3, thanh góp của trạm B₂ lựa chọn được là thanh góp bằng đồng hình chữ nhật có tiết diện 80 x 80, mỗi pha ghép 1 thanh, I_{cp} = 1690 A.

3. Lựa chọn cáp tổng từ B₂ đến aptômat tổng

Cáp từ TBA B₂ đến aptômat tổng được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép. Dòng điện tính toán để chọn cáp tổng là dòng quá tải của máy biến áp khi sự cố 1 máy:

$$I_{tt} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{đmBA}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}} = \frac{1,4 \cdot 750}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1515,54 \text{ A}$$

Điều kiện chọn cáp là: $k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{tt} = 1515,54 \text{ A}$.

Tra bảng 4.23 [2,248] ta chọn cáp đồng 1 lõi do LENS chế tạo có tiết diện 500 mm², I_{cp} = 946 A.

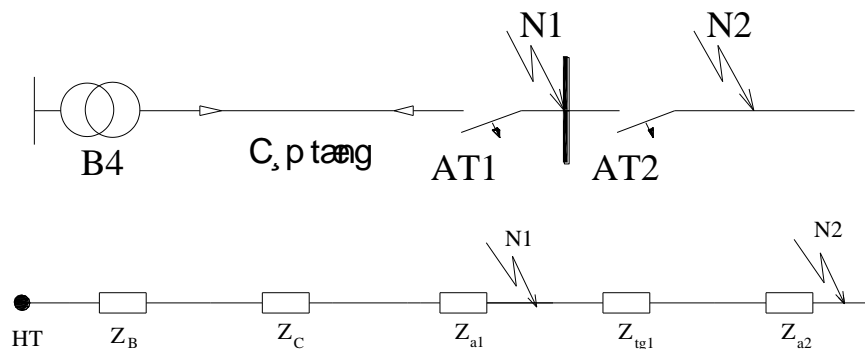
Ta bố trí mỗi pha 2 sợi cáp 1 lõi, do đó k₂ = 0,85; không cần hiệu chỉnh nhiệt độ nên k₁ = 1.

$$\rightarrow 2 \cdot 0,85 \cdot 946 = 1608,2 \text{ A} > I_{tt} = 1515,54 \text{ A}$$

Vậy cáp đã chọn hợp lý.

Do cáp có chiều dài ngắn nên không cần kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp.

4. Tính toán ngắn mạch kiểm tra các thiết bị hạ áp



Hình 7.1: Sơ đồ tính toán ngắn mạch

Tổng trở MBA quy về phía hạ áp:

$$Z_B = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dmBA}^2}{S_{dmBA}^2} \cdot 10^6 + j \frac{U_N \% \cdot U_{dmBA}^2}{S_{dmBA}} \cdot 10^4$$

$$= \frac{7,1,0,4^2}{750^2} \cdot 10^6 + j \frac{5,5,0,4^2}{750} \cdot 10^4 = 2,02 + j1,73 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở của cáp tổng:

$$Z_C = \frac{1}{2} r_{0,1} + j \frac{1}{2} x_{0,1} = \frac{1}{2} \cdot 0,0366 \cdot 10 + j \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 10 = 0,183 + j0,5 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở của aptômát tổng C1600H:

$$Z_{A1} = (R_1 + R_2) + j \cdot X_{AT} = (0,03 + 0,06) + j \cdot 0,02 = 0,09 + j 0,02 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở thanh góp TBA B₂:

Thanh góp hạ áp TBA phân xưởng (TG1) có kích thước 80 x 8 mm², dài L = 0,7 m, khoảng cách trung bình hình học giữa các pha D = 150 mm. Tra bảng 7.1 [TL] ta có:

$$r_0 = 0,031 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow R_{TG1} = r_0 \cdot L = 0,031 \times 0,7 = 0,022 \text{ m}\Omega$$

$$x_0 = 0,126 \text{ m}\Omega/\text{m} \rightarrow X_{TG1} = x_0 \cdot L = 0,126 \times 0,7 = 0,088 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở aptômát nhánh C1001N:

$$Z_{A2} = (R_1 + R_2) + j \cdot X_{AT} = (0,05 + 0,15) + j \cdot 0,04 = 0,20 + j 0,04 \text{ m}\Omega$$

• **Tính ngắn mạch tại thanh góp hạ áp TBA B₂ (N₁):**

$$R_{\Sigma 1} = R_B + R_C + R_{A1} = 2,02 + 0,183 + 0,09 = 2,293 \text{ m}\Omega$$

$$X_{\Sigma 1} = X_B + X_C + X_{A1} = 11,73 + 0,5 + 0,02 = 12,25 \text{ m}\Omega$$

$$I_{N1} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma 1}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,293^2 + 12,25^2}} = 18,53 \text{ kA}$$

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{N1} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 18,53 = 47,17 \text{ kA}$$

• **Tính ngắn mạch tại điểm N₂:**

$$R_{\Sigma 2} = R_{\Sigma 1} + R_{TG1} + R_{A2} = 2,293 + 0,022 + 0,2 = 2,515 \text{ m}\Omega$$

$$X_{\Sigma 2} = X_{\Sigma 1} + X_{TG1} + X_{A2} = 12,25 + 0,088 + 0,04 = 12,378 \text{ m}\Omega$$

$$I_{N2} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma 2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,515^2 + 12,378^2}} = 18,28 \text{ kA}$$

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{N2} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 18,28 = 46,54 \text{ kA}$$

- **Kiểm tra cáp tổng:**

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện (7.7):

$$F = 500 \text{ mm}^2 > \alpha \cdot I_{N1} \cdot \sqrt{t_{qd}} = 6 \cdot 18,53 \cdot \sqrt{0,5} = 78,62 \text{ mm}^2$$

Vậy cáp đã chọn hợp lý.

- **Kiểm tra aptomat tổng:**

Kiểm tra aptomat theo điều kiện: $I_{cdmA} \geq I_N$.

Ta có: $I_{cdmA} = 50 \text{ kA} > I_{N1} = 18,53 \text{ kA}$. Vậy aptomat chọn hợp lý.

- **Kiểm tra aptomat nhánh:**

Tương tự như aptomat tổng ta có: $I_{cdmA} = 40 \text{ kA} > I_{N2} = 18,28 \text{ kA}$.

Vậy aptomat chọn hợp lý.

- **Kiểm tra thanh góp hạ áp:**

Dự định đặt 3 thanh góp 3 pha cách nhau 15 cm, mỗi thanh được đặt trên 2 sứ khung tủ cách nhau 70 cm. Ta có:

$$F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{70}{15} \cdot 47,17^2 = 182,75 \text{ kG}$$

$$M = \frac{182,75 \cdot 70}{10} = 1279,23 \text{ kG.cm}$$

Mô men chống uốn của thanh M80 x 8 đặt ngang:

$$W = \frac{80^2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{6} = 8,53 \text{ cm}^3$$

Kiểm tra điều kiện (7.2) ta có:

$$\sigma_{cp} = 1400 \geq \sigma_{tt} = \frac{M}{W} = \frac{1279,23}{8,53} = 149,91 \text{ kG/cm}^2$$

→ Thanh góp thỏa mãn điều kiện ổn định động.

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt (7.7):

$$F = 80 \times 60 = 480 \text{ mm}^2 > \alpha \cdot I_{N1} \cdot \sqrt{t_{qd}} = 6 \cdot 18,53 \cdot \sqrt{0,5} = 78,62 \text{ mm}^2$$

Vậy thanh góp đã thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

5. Lựa chọn sứ đỡ

Sứ đỡ hạ áp được chọn giống như sứ cao áp. Ta có thông số sứ hạ áp:

Bảng 7.6: Thông số sứ đỡ hạ áp

Loại sứ	U_{dm} , kV	Lực phá hoại, kG	Chiều cao, mm
O ϕ -1-7500YT3	1	750	72

Kiểm tra sứ:

$$F_{ph} \geq \frac{F_u}{0,6} = \frac{182,75}{0,6} = 304,58 \text{ kG}$$

Vậy sứ đã chọn thỏa mãn.

7.3.3 . Lựa chọn các thiết bị đo đếm

Các đồng hồ đo đếm được chọn theo cấp chính xác:

Bảng 7.7: Thiết bị đo đếm

Tên	Kí hiệu	Loại	Cấp chính xác	Công suất tiêu thụ	
				Cuộn áp	Cuộn dòng
Ampemet	A	\exists -379	1,5		0,5
Volmet	V	\exists -379	1,5	2	
Công tơ tác dụng	Wh	N- 672M	2	1,5	2,5
Công tơ phản kháng	Varh	N- 673M	2	3	2,5

7.3.4 . Chọn máy biến dòng

Chọn máy biến dòng theo các điều kiện:

Điện áp định mức : $U_{dmBI} \geq 0,4 \text{ kV}$

$$\text{Dòng sơ cấp định mức: } I_{dmBI} \geq \frac{I_{cb}}{1,2} = \frac{1,4.750}{1,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 1262,95 \text{ A}$$

Chọn máy biến dòng điện BD34 do Công ty thiết bị đo điện chế tạo:

Bảng 7.8: Thông số máy biến dòng

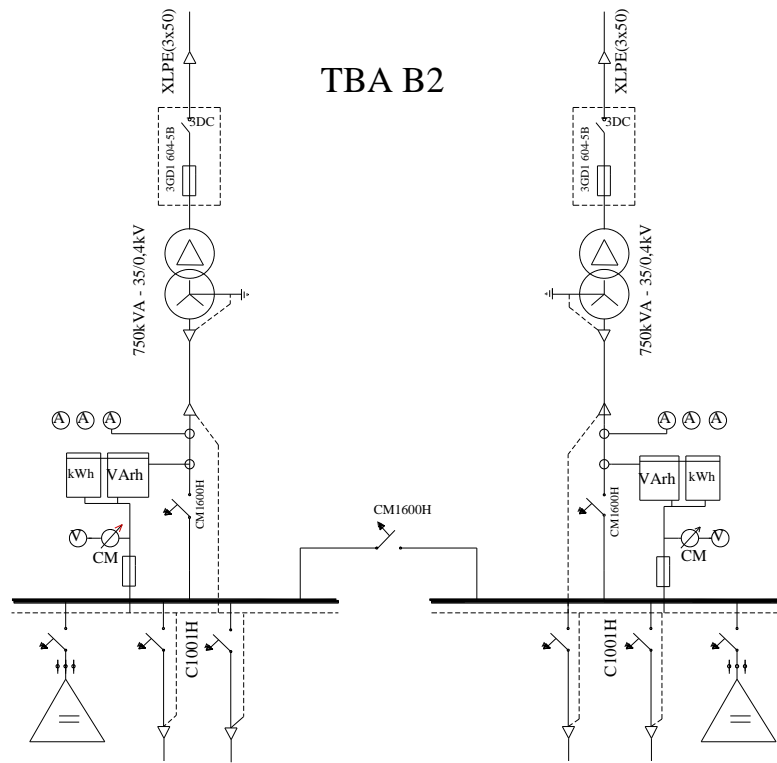
Loại	$U_{dm},$ V	$I_{dm},$ A	$I_{2dm},$ A	Số vòng sơ cấp	Dung lượng, VA	Cấp chính xác
BD34	600	2000	5	0,5	20	0,5

7.4 Kết cấu trạm biến áp

TBA B₂ là TBA kiểu xây kín nhằm phù hợp với đặc thù nhiều khói bụi và hóa chất của các xí nghiệp công nghiệp. Trạm được xây với kích thước 10 x 3,6 x 4 m bao gồm 4 gian riêng biệt:

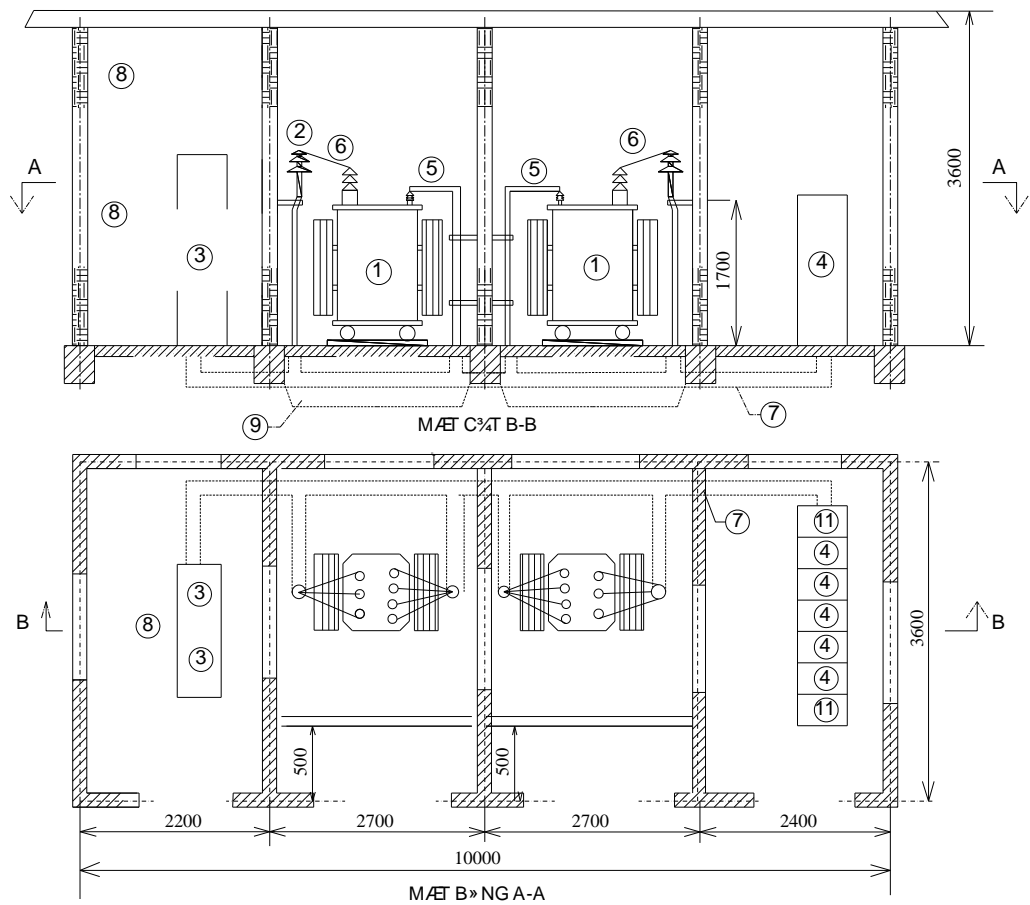
- + 2 gian đặt máy biến áp, mỗi gian có kích thước 2,7 x 3,6 x 4 m trong đó đặt 1 MBA 750 kVA – 35/0,4 kV (kích thước 1,8 x 1,0 x 2,1 m).
- + 1 gian đặt tủ cao áp kích thước 2,2 x 3,6 x 4 m trong đó đặt 2 tủ cao áp nhận điện từ TPPTT qua đường cáp ngầm để nối vào thanh cái cao áp, sau đó đưa điện vào phía cao áp của mỗi MBA.
- + 1 gian đặt tủ hạ áp kích thước 2,2 x 3,6 x 4 m trong đó đặt 2 tủ aptômat tổng, 2 tủ aptômat nhánh, 2 tủ bù cosφ, 1 tủ aptômat phân đoạn.

Ngoài ra, với trạm xây cần có hố chứa dầu sự cố dưới bệ máy biến áp, có cửa thông gió cho phòng máy, cửa ra vào phải có khóa chắc chắn, kín đê phòng chim, chuột, rắn.



TBA BỘ PHẬN NÉN KHÍ
Hình 7.2: Sơ đồ nguyên lý trạm B₂

KẾT CẤU TBA PHẠM XÌ ÒNG



- GHI CHÚ:
- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Máy biến áp | 6. Thanh c, i cài , p |
| 2. Tủ đo vôn | 7. R. nh c, p |
| 3. Tủ cao , p | 8. Thanh giã |
| 4. Tủ h ¹ , p | 9. Hệ d, u sù cè |
| 5. Thanh c, i h ¹ , p | 10. L- í i ch ³ á an toà |
| | 11. Tủ tô b |

Hình 7.3: Kết cấu trạm biến áp B₂

7.5 Tính toán nối đất

Hệ thống nối đất TBA có 2 chức năng: nối đất làm việc, nối đất an toàn. Hệ thống nối đất bao gồm các thanh thép góc L 60×60×6 dài 2,5 m được nối với nhau bằng thanh thép dẹt 40×4 mm tạo thành mạch vòng nối đất bao quanh TBA. Các cọc được đóng sâu dưới mặt đất 0,7 m, thép dẹt được hàn chặt với các cọc ở độ sâu 0,8 m.

Trình tự tính toán hệ thống nối đất như sau:

Xác định điện trở nối đất của một thanh thép góc (1 cọc)

$$R_{lc} = 0,00298 \cdot \rho, \Omega/\text{cm} \quad (7.6)$$

ρ : điện trở suất của đất, Ω/cm . Khi ρ là số liệu đo trong mùa mưa, phải nhân với hệ số mùa để tìm trị số lớn nhất.

$$\rho_{\max} = k_{\max} \cdot \rho \Omega/\text{cm} \quad (7.7)$$

Theo số liệu địa chất ta có thể lấy điện trở suất của đất tại khu vực xây dựng trạm biến áp phân xưởng B₂ là $\rho = 0,4 \cdot 10^4$. Theo công thức (7.6) và (7.7) ta có:

$$\rho_{\max} = k_{\max} \cdot \rho = 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10^4 = 0,6 \cdot 10^4 \Omega/\text{cm}$$

$$R_{lc} = 0,00298 \cdot \rho_{\max} = 0,00298 \cdot 0,6 \cdot 10^4 = 17,34 \Omega$$

Xác định sơ bộ số cọc

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c \cdot R_{yc}} \quad (7.8)$$

Trong đó:

η_c : hệ số sử dụng cọc, tra bảng ta có $\eta_c = 0,73$

R_{yc} : điện trở nối đất yêu cầu, $R_{yc} = 4 \Omega$

$$\rightarrow n = \frac{17,88}{0,73 \cdot 4} = 6,12$$

Ta lấy tròn số cọc là 6.

Xác định điện trở thanh nối nằm ngang.

$$R_t = \frac{0,366}{l} \cdot \rho_0 \cdot \lg \frac{2l^2}{bt} \quad (7.9)$$

Trong đó:

ρ_0 : điện trở suất của đất ở độ sâu chôn thanh.

$$\rho_0 = \rho_d \cdot 3 = 0,4 \cdot 10^4 \cdot 3 = 1,2 \cdot 10^4 \Omega/\text{cm}$$

l: chu vi mạch vòng, $l = 2 \cdot (10 + 3,6) \cdot 10^2 = 2720 \text{ cm}$.

b: chiều rộng thanh nối, $b = 4 \text{ cm}$;

t: chiều sâu chôn thanh nối $t = 0,8 \text{ m} = 80 \text{ cm}$.

Thay vào (7.9) ta được:

$$R_t = \frac{0,366.1,2.10^4}{2720} \cdot \lg \frac{2.2720^2}{4.80} = 7,5 \Omega$$

Điện trở của thanh nối đất thực tế còn cần phải xét đến hệ số sử dụng thanh η_t , tra bảng tìm được $\eta_t = 0,48$.

$$R'_T = \frac{R_t}{\eta_t} = \frac{7,5}{0,48} = 15,62 \Omega$$

Ta tính được điện trở nối đất cần thiết của toàn bộ số cọc là:

$$R_c = \frac{4.R'_T}{R'_T - 4} = \frac{4.15,62}{15,62 - 4} = 5,37 \Omega$$

Số cọc cần phải đóng là:

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c \cdot R_c} = \frac{17,88}{0,62.5,43} = 5,31$$

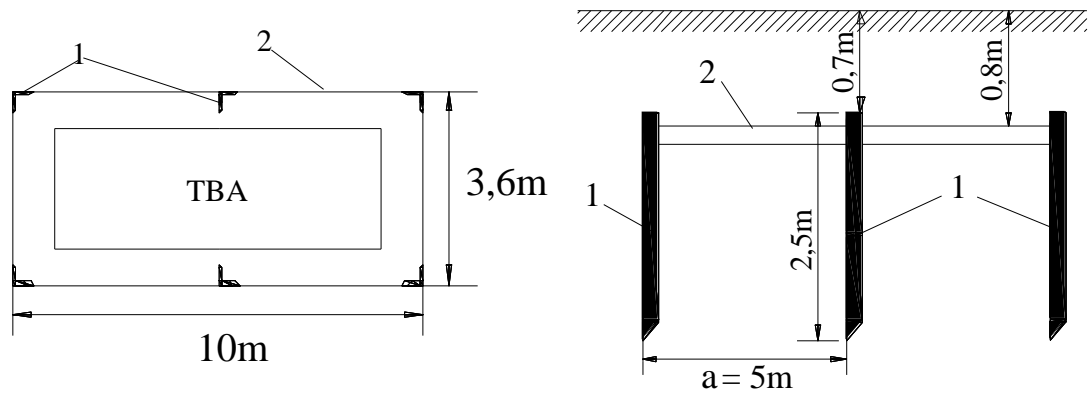
Vây hệ thống nối đất cho trạm được thiết kế như sau:

Dùng 6 thanh thép góc L 60×60×6 dài 2,5m chôn thành mạch vòng 27,2 m, nối với nhau bằng thép dẹt 40×4 mm đặt cách mặt đất 0,8m.

Điện trở nối đất thực tế của hệ thống là $R_d < 4 \Omega$.

Cách nối các thiết bị của trạm biến áp vào hệ thống tiếp địa như sau:

- + Từ hệ thống tiếp địa làm sẵn 2 đầu nối (con bài).
- + Trung tính 0,4 kV nối với một con bài bằng dây đồng mềm M – 95.
- + Toàn bộ các phần bằng sắt ở trạm gồm công trạm, vỏ máy biến áp, vỏ tủ phân phối, nối với 1 con bài bằng thép $\Phi 10$.



1. Cọc 2. Thanh nối đất

Hình 7.4: Sơ đồ mặt bằng và mặt cắt hệ thống nối đất

KẾT LUẬN

Trong thời gian vừa qua em được giao thực hiện đề án tốt nghiệp “*Thiết kế cung cấp điện cho nhà máy sản xuất máy kéo*” với sự hướng dẫn tận tình của Th.S Nguyễn Đoàn Phong em đã nắm bắt được một số vấn đề như sau:

- Tìm hiểu về thiết kế cung cấp điện cho nhà máy sản xuất máy kéo.
- Nắm bắt được các phụ tải trong nhà máy để qua đó thiết kế hệ thống cung cấp điện cho nhà máy.
- Tính toán lựa chọn các thiết bị điện cao áp, hạ áp, chiếu sáng cho nhà máy.
- Tính toán thiết kế nối đất và chống sét cho nhà máy

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

Em xin chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tâm (2008), *Thiết kế cấp điện*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
- [2] Ngô Hồng Quang (2007), *Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 – 500 kV*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
- [3] Phan Đăng Khải (2007), *Cơ sở lý thuyết tính toán và thiết kế hệ thống cung cấp điện*. Nhà xuất bản giáo dục.
- [4] Đào Quang Thạch, Phạm Văn Hòa (2004), *Phân điện nhà máy điện và trạm biến áp*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [5] Trần Bách (2007), *Lưới điện và hệ thống điện, tập 3*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [6] Nguyễn Văn Đạm (2004), *Thiết kế mạng điện và hệ thống điện*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [7] Lã Văn Út (2007), *Ngăn mạch trong hệ thống điện*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.