

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN

ĐỀ TÀI:

**ĐTÍNH TOÁN, THIẾT KẾ PHẦN ĐIỆN
TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN NGỪNG
HỒI CÔNG SUẤT 240 MW, GỒM 4 TỔ MÁY
CÔNG SUẤT 60 MW**

Giảng viên hướng dẫn: PGS. TS. NGÔ VĂN DƯỠNG

Sinh viên thực hiện : NGUYỄN KHẮC HOÀI BI – 20D1 - 105220078

Đà Nẵng – 2025

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên : **NGUYỄN KHẮC HOÀI BI** Số thẻ sinh viên: 105200078

Lớp: 20D1

Khoa: Điện

Ngành: Kỹ thuật điện

1. Tên đề tài đồ án

Tính toán, thiết kế phần điện trong nhà máy Nhiệt điện ngưng hơi

Công suất: 240 MW, gồm 4 tổ máy công suất 60 MW

2. Đề tài thuộc diện : ☐ Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

Nhà máy có nhiệm vụ cung cấp cho các phụ tải sau:

a. Phụ tải ở cấp điện áp máy phát:

- Công suất cực đại $P_{\max} = 110$ MW, hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$.

- Đồ thị phụ tải hình: hình 1

- Số liệu về đường dây: 4 đường dây kép x 20 MW dài 15 km.
2 đường dây đơn x 10 MW dài 10 km.

b. Phụ tải cấp điện áp trung: 110 kV.

- Công suất cực đại $P_{\max} = 80$ MW, hệ số công suất $\cos\varphi = 0,8$.

- Đồ thị phụ tải hình: hình 2

- Số liệu về đường dây: 2 đường dây kép x 30 MW
2 đường dây đơn x 10 MW

c. Phụ tải cấp điện áp cao: 220 kV.

- Công suất cực đại $P_{\max} = 40$ MW, hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$.

- Đồ thị phụ tải hình: hình 3

- Số liệu về đường dây: 1 đường dây kép x 40 MW.

d. Nhà máy được nối với hệ thống: 220 kV

- Công suất tổng [không tính đến nhà máy đang thiết kế] 2000 MVA.

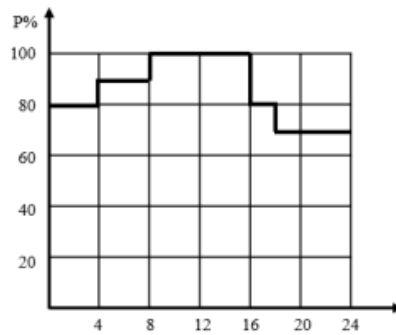
- Công suất dữ trữ : $S_{dt} = 4\%$.

- Điện kháng ngắn mạch tính đến thanh góp hệ thống: $X^*_{HT} = 0,23$.

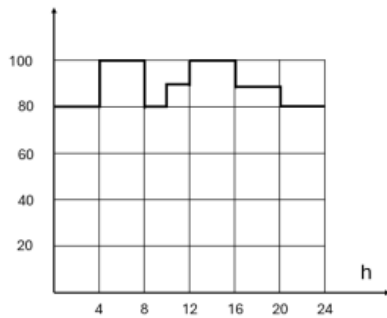
- Đường dây liên lạc : Nhà máy liên lạc ới hệ thống bằng một đường dây kép dài 200km

e. Công suất tự dùng: 5%, $\cos\varphi = 0,85$.

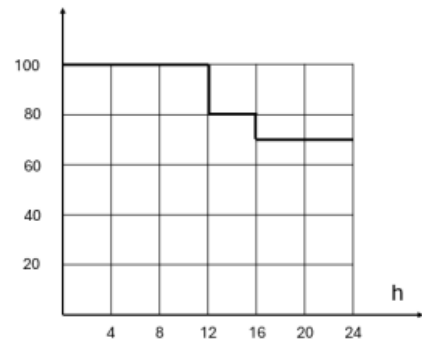
f. Đồ thị phụ tải:



H:1



H:2



H:3

Ghi chú: Đường dây địa phương dùng cáp nhôm tiết diện 150mm^2 .

Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

Tính toán cân bằng công suất, chọn sơ đồ nối điện, chọn máy biến áp, tính tổn thất điện năng trong máy biến áp, tính chọn kháng điện phân đoạn, tính toán ngắn mạch, tính chọn phương án tối ưu, tính chọn khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua, tính toán tự dùng cho nhà máy thiết kế.

4. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

Bản vẽ sơ đồ nguyên lý; Mặt bằng, mặt cắt thiết bị phân phối ngoài trời; Mặt bằng, mặt cắt thiết bị phân phối trong nhà.

5. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 24/02/2025.

6. Ngày hoàn thành đồ án: 06/6/2025.

Đà Nẵng, ngày 24 tháng 02 năm 2025

Người hướng dẫn

PGS.TS. Ngô Văn Dương

TÓM TẮT

Tên đề tài: Tính toán, thiết kế phần điện trong nhà máy Nhiệt điện ngưng hơi. Công suất: 240MW , gồm 4 tổ máy công suất 60MW

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Khắc Hoài Bi

Số thẻ SV: 105200078

Lớp: 20D1

Đồ án tập trung vào việc tính toán và thiết kế phần điện trong nhà máy nhiệt điện nhằm đảm bảo cấp điện ổn định, liên tục và hiệu quả cho các phụ tải trong nhà máy. Các nội dung chính bao gồm: Cân bằng công suất đề xuất phương án tính toán, chọn máy biến áp tính toán tổn thất điện năng, tính toán ngắn mạch, tính toán so sánh kinh tế - kỹ thuật của các phương án để chọn phương án tối ưu, chọn khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua, thiết kế phần tự dùng cho nhà máy điện .

Việc thiết kế được thực hiện trên cơ sở đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật, phù hợp với thực tế vận hành, đồng thời tối ưu chi phí đầu tư và vận hành hệ thống. Kết quả đồ án góp phần đảm bảo hệ thống điện trong nhà máy hoạt động an toàn, hiệu quả và tin cậy.

LỜI NÓI ĐẦU

Năng lượng là một phạm trù rộng lớn và dường như vô hạn khi xét trên quy mô toàn cầu. Tuy nhiên, khả năng khai thác và sử dụng hiệu quả các nguồn năng lượng lại đang là bài toán nan giải cho con người khi các nguồn truyền thống ngày càng khan hiếm, đồng thời nhu cầu sử dụng lại không ngừng tăng cao. Để chuyển hóa năng lượng sơ cấp thành dạng năng lượng cuối cùng phục vụ đời sống, chúng ta phải trải qua nhiều công đoạn từ khai thác, chế biến, vận chuyển cho đến phân phối, đòi hỏi nguồn lực lớn cả về tài chính lẫn kỹ thuật và quản lý. Đáng chú ý là trong quá trình này, hiệu suất chuyển đổi năng lượng còn chưa cao, gây tổn thất lớn. Do đó, việc lựa chọn giải pháp tối ưu nhằm khai thác hiệu quả nguồn năng lượng sơ cấp là một yêu cầu cấp thiết, vừa mang tính kinh tế, vừa đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững.

Trong hệ thống năng lượng hiện nay, điện năng là dạng năng lượng không thể thiếu. Hệ thống điện bao gồm các khâu phát điện, truyền tải và phân phối; trong đó, các nhà máy điện đóng vai trò quyết định trong việc biến đổi năng lượng sơ cấp như than đá, dầu mỏ, khí tự nhiên, thủy năng, năng lượng Mặt trời,... thành điện năng. Hiện tại, phần lớn lượng điện năng toàn cầu vẫn do các nhà máy nhiệt điện cung cấp. Dù đã có nhiều tiến bộ trong khai thác năng lượng tái tạo, chi phí và quy mô vẫn khiến nhiệt điện duy trì vai trò chủ lực, nhất là ở các quốc gia có nguồn nhiên liệu hóa thạch dồi dào.

Chính vì thế, việc nghiên cứu thiết kế và tính toán vận hành cho các nhà máy nhiệt điện là nội dung không thể thiếu đối với sinh viên ngành Hệ thống điện. Nó không chỉ là bước chuẩn bị cho công tác thực tế sau này mà còn giúp sinh viên tiếp cận tư duy kỹ thuật và tính toán kinh tế trong lĩnh vực sản xuất điện năng.

Xuất phát từ yêu cầu đó, đề tài đồ án tốt nghiệp “ Tính toán, thiết kế]phần điện trong nhà máy Nhiệt điện ngưng hơi” được xây dựng nhằm trang bị cho sinh viên kiến thức nền tảng về cấu trúc và nguyên lý hoạt động của nhà máy nhiệt điện. Đồ án bao gồm 6 chương trình bày toàn bộ quá trình từ lựa chọn máy phát điện, tính toán công suất các cấp điện áp, cân bằng công suất, đề xuất các phương án nối điện, tính toán kinh tế - kỹ thuật, so sánh lựa chọn phương án tối ưu, tính chọn khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua, tính chọn sơ đồ tự động trong nhà máy điện, kèm theo bản vẽ minh họa theo tiêu chuẩn kỹ thuật.

Trong quá trình thực hiện đồ án, em xin trân trọng cảm ơn PGS.TS Ngô Văn Dương đã tận tình hướng dẫn để em hoàn thành đồ án này. Đồng thời, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến quý thầy cô trong Khoa Điện – Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng đã tạo điều kiện thuận lợi để em hoàn thành tốt đồ án tốt nghiệp này.

Đà Nẵng, ngày 10 tháng 06 năm 2025
Sinh viên

Nguyễn Khắc Hoài Bi

CAM ĐOAN

Em xin cam đoan rằng toàn bộ nội dung trong đồ án là kết quả từ quá trình học tập, nghiên cứu và làm việc nghiêm túc của cá nhân em dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Ngô Văn Dưỡng

Các số liệu, kết quả tính toán và nội dung trình bày trong đồ án đều trung thực, có căn cứ rõ ràng

Các tài liệu tham khảo được trích dẫn đầy đủ và rõ ràng theo đúng quy định về liên chính học thuật.

Nếu phát hiện có bất kỳ hành vi sao chép, đạo văn hoặc vi phạm quy định học thuật nào, em xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Đà Nẵng, ngày 10 tháng 06 năm 2025
Sinh viên

Nguyễn Khắc Hoài Bi

MỤC LỤC

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TÓM TẮT

LỜI NÓI ĐẦU	i
CAM ĐOAN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH SÁCH CÁC BẢNG	vii
DANH SÁCH CÁC HÌNH	ix
DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT	x
CHƯƠNG 1. CÂN BẰNG CÔNG SUẤT, ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN TÍNH TOÁN	1
1.1. CHỌN MÁY PHÁT ĐIỆN:	1
1.2. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT:	1
1.2.1. Phụ tải cấp điện áp máy phát (10,5 KV):	1
1.2.2. Phụ tải cấp điện áp trung (110 KV):	2
1.2.3. Phụ tải cấp điện áp cao (220 KV):	3
1.2.4. Công suất tự dùng của nhà máy:	4
1.2.5. Công suất dự trữ của toàn hệ thống:.....	5
1.2.6. Bảng tổng hợp phân bố công suất trong toàn nhà máy:	5
1.2.7. Tổng hợp đồ thị phụ tải:	6
1.3. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ :	7
1.3.1. Phương án 1 :	7
1.3.2. Phương án 2.....	8
1.3.3. Phương án 3:	9
1.3.4. Phương án 4:	10
1.3.5. Phương án 5:	11
1.4. PHÂN TÍCH VÀ CHỌN PHƯƠNG ÁN TÍNH TOÁN:	12
CHƯƠNG 2. CHỌN MÁY BIẾN ÁP, TÍNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG	13
2.1. CHỌN MÁY BIẾN ÁP	13
2.1.1. Chọn máy biến áp cho phương án 1:.....	13
2.1.2. Chọn máy biến áp cho phương án 2:.....	14
2.2. KIỂM TRA QUÁ TẢI MÁY BIẾN ÁP ĐÃ CHỌN.....	15
2.2.1. Kiểm tra quá tải máy biến áp cho phương án 1.....	15

2.2.2.	Kiểm tra quá tải máy biến áp cho phương án 2.....	16
2.3.	TÍNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG CÁC MÁY BIẾN ÁP.....	17
2.3.1.	Tính tổn thất điện năng trong các máy biến áp cho phương án 1	17
2.3.2.	Tính tổn thất điện năng trong các máy biến áp cho phương án 2	19
2.4.	CHỌN KHÁNG ĐIỆN TRONG TỪNG PHẦN ĐOẠN	22
2.4.1.	Điều kiện chọn và điều kiện kiểm tra kháng điện.....	22
2.4.2.	Chọn kháng điện cho từng phần đoạn của phương án 1	22
2.4.3.	Chọn kháng điện cho từng phần đoạn của phương án 2	26
	CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH.....	29
3.1.	MỞ ĐẦU:.....	29
3.2.	TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN 1	29
3.2.1.	Sơ đồ tính toán:	29
3.2.2.	Các điểm ngắn mạch:	29
3.2.3.	Sơ đồ thay thế:.....	30
3.2.4.	Tính toán các thông số của sơ đồ thay thế:	31
3.2.5.	Xác định xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch	47
3.3.	TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN 2.....	49
3.3.1.	Sơ đồ tính toán:	49
3.3.2.	Các điểm ngắn mạch:	49
3.3.3.	Sơ đồ thay thế:.....	50
3.3.4.	Tính toán các thông số của sơ đồ thay thế:	51
3.3.5.	Xác định xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch	69
	CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN SO SÁNH KINH TẾ - KỸ THUẬT CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU	71
4.1.	TÍNH TOÁN CHỈ TIÊU KINH TẾ.....	71
4.1.1.	Các chỉ tiêu đánh giá	71
4.1.2.	Chọn các đại lượng cơ bản	71
4.1.3.	Chi phí vận hành hằng năm.....	72
4.2.	CHỌN MÁY CẮT ĐIỆN VÀ DAO CÁCH LY	72
4.2.1.	Điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt và dao cách ly	72
4.2.2.	Tính dòng điện cường bức và chọn máy cắt , dao cách ly cho phương án 1	73
4.2.3.	Tính dòng điện cường bức và chọn máy cắt , dao cách ly cho phương án 2	77
4.3.	TÍNH TOÁN CỤ THỂ CHO TỪNG PHƯƠNG ÁN.....	82
4.3.1.	Phương án 1.....	82
4.3.2.	Phương án 2.....	84

4.3.3.	Lựa chọn phương án tối ưu	85
CHƯƠNG 5. CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ CÁC PHẦN TỬ CÓ DÒNG ĐIỆN CHẠY QUA .		87
5.1.	ĐIỀU KIỆN CHUNG.....	87
5.1.1.	Khí cụ điện	87
5.2.	SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN.....	88
5.3.	CHỌN MÁY CẮT VÀ DAO CÁCH LY:	88
5.4.	CHỌN THANH GÓP, THANH DẪN VÀ CÁP ĐIỆN LỰC CẤP ĐIỆN ÁP	88
5.4.1.	Các mạch cấp điện áp máy phát 10,5kV:	88
5.4.2.	Các mạch phía trung áp 110kV :	100
5.4.3.	Các mạch phía cao áp 220kV :	102
5.5.	CHỌN SỨ CÁCH ĐIỆN	105
5.5.1.	Chọn sứ treo cho mạch 220kV	105
5.5.2.	Chọn sứ treo cho mạch 110kV	106
5.5.3.	Chọn sứ cho mạch cấp điện áp máy phát 10,5kV	106
5.6.	KIỂM TRA KHÁNG ĐIỆN PHÂN ĐOẠN.....	109
5.7.	CHỌN KHÁNG ĐIỆN ĐƯỜNG DÂY.....	110
5.7.1.	Điều kiện chọn và kiểm tra	110
5.7.2.	Tính toán phân bố công suất qua kháng.....	110
5.7.3.	Tính toán chọn giá trị $X_K\%$	111
5.8.	KIỂM TRA ỔN ĐỊNH NHIỆT CHO CÁP PHỤ TẢI CẤP ĐIỆN ÁP MÁY PHÁT 10,5 kV	115
5.9.	CHỌN MÁY CẮT SAU KHÁNG ĐIỆN ĐƯỜNG DÂY	116
5.9.1.	Điều kiện chọn và kiểm tra	116
5.9.2.	Đối với đường dây nối với kháng điện kép K3,K5	116
5.9.3.	Đối với đường dây nối với kháng điện kép K4.....	117
5.9.4.	Kiểm tra máy cắt đã chọn.....	117
5.10.	CHỌN CUỘN DẬP HỒ QUANG	117
5.10.1.	Điều kiện chọn	117
5.10.2.	Chọn cuộn dập hồ quang cho mạng cấp điện áp máy phát 10,5 kV	118
5.11.	CHỌN MÁY BIẾN DÒNG (BI)VÀ MÁY BIẾN ĐIỆN ÁP (BU).....	118
5.11.1.	Chọn máy biến dòng BI	119
5.11.2.	Chọn máy biến điện áp (BU)	120
CHƯƠNG 6. THIẾT KẾ PHẦN TỰ DÙNG CHO NHÀ MÁY ĐIỆN		123
6.1.	GIỚI THIỆU CHUNG	123
6.2.	CHỌN SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN TỰ DÙNG	123

6.3.	CHỌN SỐ LƯỢNG VÀ CÔNG SUẤT MÁY BIẾN ÁP TỰ DỪNG	125
6.3.1.	Máy biến áp tự dừng bậc 1	125
6.3.2.	Máy biến áp tự dừng bậc 2	125
6.4.	CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ CÁC PHẦN TỬ CÓ DÒNG ĐIỆN CHẠY QUA MẠCH TỰ DỪNG.....	126
6.4.1.	Xét các điểm ngắt mạch	126
6.4.2.	Chọn máy cắt, dao cách ly	129
6.4.3.	Chọn cáp cho mạch tự dừng.....	132
6.4.4.	Chọn thanh góp cho mạch tự dừng.....	139
6.4.5.	Chọn sứ đỡ thanh góp mạch tự dừng	142
	KẾT LUẬN	144
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	145

DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 1.1 Các tham số chính của máy phát điện.....	1
Bảng 1.2 Công suất phụ tải cấp điện áp máy phát	2
Bảng 1.3 Công suất phụ tải cấp điện áp trung	3
Bảng 1.4 Công suất phụ tải cấp điện áp cao.....	4
Bảng 1.5 Phân bố công suất trong toàn nhà máy	5
Bảng 2.1 Thông số của máy biến áp tự ngẫu	14
Bảng 2.2 Thông số của máy biến áp B3	14
Bảng 2.3 Thông số của máy biến áp B1 và B2	15
Bảng 2.4 Công suất truyền qua từng cuộn dây MBA tự ngẫu của phương án 1	18
Bảng 2.5 Công suất truyền qua từng cuộn dây của MBA tự ngẫu phương án 2.....	21
Bảng 2.6 Thông số tính toán của phương án 1	25
Bảng 2.7 Thông số kháng điện của phương án 1:	25
Bảng 2.8 Thông số tính toán của phương án 2	28
Bảng 2.9 Thông số kháng điện phân đoạn của phương án 2.....	28
Bảng 3.1 Kết quả tính toán ngắn mạch phương án 1	47
Bảng 3.2 Xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch phương án 1	48
Bảng 3.4 Xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch phương án 2	70
Bảng 4.1 Giá thành của máy biến áp.....	71
Bảng 4.2 Giá của kháng điện phân đoạn	72
Bảng 4.3 Loại và thông số máy cắt của phương án 1.....	75
Bảng 4.4 Loại và thông số dao cách ly của phương án 1	76
Bảng 4.5 Loại và thông số máy cắt của phương án 2.....	80
Bảng 4.6 Loại và thông số dao cách ly của phương án 2	81
Bảng 4.7 Các chi phí tính toán của 2 phương án.....	85
Bảng 5.1 Thông số của thanh góp cấp điện áp máy phát	89
Bảng 5.2 Thông số thanh dẫn cấp điện áp máy phát.....	92
Bảng 5.3 Thông số thanh dẫn cấp điện áp máy phát.....	95
Bảng 5.4 Thông số thanh góp cấp điện áp trung	100
Bảng 5.5 Thông số dây dẫn cấp điện áp trung	102
Bảng 5.6 Thông số thanh góp cấp điện áp cao	102
Bảng 5.7 Thông số dây dẫn cấp điện áp cao	104

Bảng 5.8 Thông số dây dẫn phụ tải cấp điện áp cao	104
Bảng 5.9 Thông số sứ đỡ thanh góp cấp điện áp máy phát.....	107
Bảng 5.10 Thông số sứ đỡ thanh dẫn từ đầu cực máy phát đến thanh góp 10,5kV	108
Bảng 5.11 Thông số sứ đỡ thanh dẫn từ thanh góp 10.5kV đến MBA liên lạc	108
Bảng 5.12 Thông số sứ xuyên	109
Bảng 5.13 Thông số kháng điện phân đoạn	109
Bảng 5.14 Phân bố công suất qua kháng lúc bình thường và sự cố	110
Bảng 5.15 Thông số kháng điện K3, K5	112
Bảng 5.16 Thông số kháng điện K4	114
Bảng 5.17 Thông số của máy cắt điện.....	116
Bảng 5.18 Thông số của máy cắt điện.....	117
Bảng 5.19 Thông số của máy biến dòng	119
Bảng 5.20 Phụ tải BU	121
Bảng 5.21 Thông số của máy biến điện áp.....	122
Bảng 6.1 Thông số máy biến áp tự dòng bậc 1	125
Bảng 6.2 Thông số máy biến áp tự dòng bậc 2	126
Bảng 6.3 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dòng làm việc bậc 1	129
Bảng 6.4 Thông số dao cách ly phía cao áp mba tự dòng làm việc bậc 1	129
Bảng 6.5 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dòng dự trữ bậc 1	130
Bảng 6.6 Thông số dao cách ly phía cao áp mba tự dòng dự trữ bậc 1	130
Bảng 6.7 Thông số máy cắt phía hạ áp mba tự dòng làm việc bậc 1	130
Bảng 6.8 Thông số máy cắt phía hạ áp mba tự dòng dự trữ bậc 1	131
Bảng 6.9 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dòng làm việc bậc 2	131
Bảng 6.10 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dòng dự trữ bậc 2	131
Bảng 6.11 Thông số aptomat.....	132
Bảng 6.12 Thông số của thanh dẫn phía hạ áp mba tự dòng làm việc bậc 2	134
Bảng 6.13 Thông số của thanh dẫn phía hạ áp mba tự dòng dự trữ bậc 2	137
Bảng 6.14 Thông số của thanh dẫn cấp 6.3kV	139
Bảng 6.15 Thông số của thanh dẫn cấp 0,4kV	142
Bảng 6.16 Thông số của sứ đỡ thanh góp cấp 6,3kV	142
Bảng 6.17 Thông số của sứ đỡ thanh góp cấp 0,4kV	142

DANH SÁCH CÁC HÌNH

Hình 1.1 Đồ thị phụ tải của cấp điện áp máy phát.....	2
Hình 1.2 Đồ thị phụ tải cấp điện áp trung	3
Hình 1.3 Đồ thị phụ tải cấp điện áp cao	4
Hình 1.4 Đồ thị phụ tải tổng nhà máy	6
Hình 1.5 Sơ đồ nối điện phương án 1	8
Hình 1.6 Sơ đồ nối điện phương án 2.....	9
Hình 1.7 Sơ đồ nối điện phương án 3.....	10
Hình 1.8 Sơ đồ nối điện phương án 4.....	11
Hình 2.1 Sơ đồ nối điện của phương án 1	13
Hình 2.2 Sơ đồ nối điện của phương án 2	14
Hình 2.3 Phân bố phụ các phân đoạn phương án 1	23
Hình 2.4 Phân bố phụ tải các phân đoạn của phương án 2.....	26
Hình 3.1 Sơ đồ nối điện và các điểm ngắt mạch của phương án 1.....	29
Hình 3.2 Sơ đồ thay thế của phương án 1	31
Hình 3.10 Sơ đồ nối điện và các điểm ngắt mạch của phương án 2.....	49
Hình 3.11 Sơ đồ thay thế của phương án 2	50
Hình 4.1 Sơ đồ nối điện chính phương án 1	82
Hình 4.2 Sơ đồ nối điện chính phương án 2.....	84
Hình 5.1 Sơ đồ nối điện chính của phương án 2	88
Hình 5.2: Tiết diện mặt cắt thanh dẫn hình máng	89
Hình 5.3 Phân bố công suất qua kháng	110

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT

MBA: Máy biến áp

MC: Máy cắt

DCL: Dao cách ly

ĐZ: Đường dây

MF: Máy phát

TG: Thanh góp

KCĐ: Khí cụ điện

TD: Tự dùng

LV: Làm việc

DT: Dự trữ

CHƯƠNG 1. CÂN BẰNG CÔNG SUẤT, ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN TÍNH TOÁN

1.1. CHỌN MÁY PHÁT ĐIỆN:

- Nhiệm vụ thiết kế: Thiết kế phần điện trong Nhà máy: NHIỆT ĐIỆN, Công suất: 240MW, gồm có: 4 tổ máy, mỗi tổ máy 60MW. Việc chọn số lượng và công suất máy phát cần chú ý các điểm sau đây:
- Máy phát có công suất càng lớn thì vốn đầu tư lớn, tiêu hao nhiên liệu để sản xuất ra một đơn vị điện năng và chi phí vận hành hàng năm càng nhỏ. Nhưng về mặt cung cấp điện thì đòi hỏi công suất của máy phát lớn nhất không được lớn hơn dự trữ quay về của hệ thống.
- Chọn điện áp định mức của máy phát lớn thì dòng định mức và dòng ngắn mạch ở cấp điện áp này sẽ nhỏ, do đó dễ dàng chọn khí cụ điện hơn.
- Để thuận tiện trong việc xây dựng cũng như vận hành về sau nên chọn máy phát cùng loại.
- Với công suất của các tổ máy đã có nên ta chỉ việc chọn máy phát có công suất tương ứng và có công suất cùng loại
- Theo nhiệm vụ ta thiết kế thì nhà máy cần thiết kế là nhà máy nhiệt điện ngưng hơi nên chọn máy phát là kiểu tua bin hơi
- Tra sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006.Theo phụ lục II trang 99, ta chọn được máy phát điện theo bảng 1.1

Bảng 1.1 Các tham số chính của máy phát điện

Loại máy phát	Thông số định mức						Điện kháng tương đối		
	n [v/ph]	S [MVA]	P [MW]	U [KV]	cosφ	I [A]	x_d''	x_d'	x_d
TBφ – 60 – 2	3000	75	60	10,5	0,8	4,125	0,146	0,22	1,691

Như vậy, công suất đặt toàn nhà máy là:

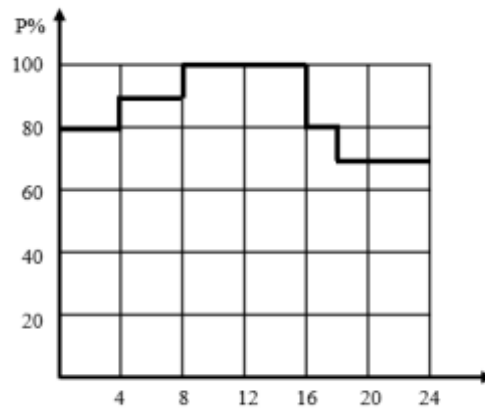
$$S_{NM} = 4 \times 75 = 300 \text{ [MVA]}$$

1.2. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT:

1.2.1. Phụ tải cấp điện áp máy phát (10,5 kV):

Công suất cực đại $P_{\max} = 100 \text{ MW}$.

Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$.



Hình 1.1 Đồ thị phụ tải của cấp điện áp máy phát

Công suất phụ tải cấp điện áp máy phát được tính theo công thức sau:

$$S_{UF}(t) = P\% \frac{P_{UFmax}}{\cos\varphi_{UF}} \quad (1.1)$$

Trong đó:

$S_{UF}(t)$: là công suất phụ tải cấp điện áp máy phát tại thời điểm t.

P%: là phần trăm công suất phụ tải cấp điện áp máy phát.

P_{UFmax} , $\cos\varphi_{UF}$: là công suất cực đại và hệ số công suất phụ tải cấp điện áp máy phát.

Áp dụng công thức (1.1) kết hợp với hình 1.1, ta có bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp máy phát như bảng 1.2:

Bảng 1.2 Công suất phụ tải cấp điện áp máy phát

t(h)	0 ÷ 4	4 ÷ 8	8 ÷ 12	12 ÷ 16	16 ÷ 18	18 ÷ 24
P%	80	90	100	100	80	70
$S_{UF}(t)$	94,12	105,88	117,64	117,64	94,12	82,35

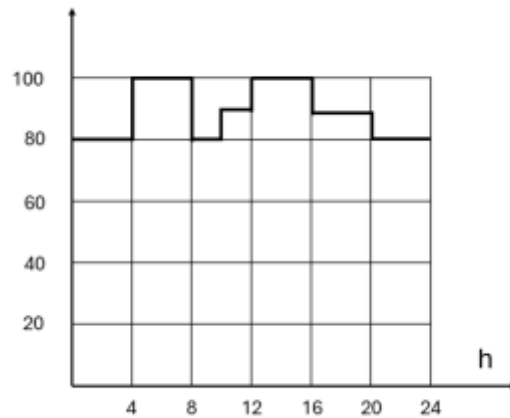
Công suất cực đại: $S_{UFmax} = 117,64$ [MVA]

Công suất cực tiểu: $S_{UFmin} = 82,35$ [MVA]

1.2.2. Phụ tải cấp điện áp trung (110 V):

Công suất cực đại $P_{max} = 80$ MW.

Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,8$.



Hình 1.2 Đồ thị phụ tải cấp điện áp trung

Công suất phụ tải cấp điện áp trung được tính theo công thức sau:

$$S_{UT}(t) = P\% \frac{P_{UTmax}}{\cos\varphi_{UT}} \quad (1.2)$$

Trong đó:

$S_{UT}(t)$: là công suất phụ tải cấp điện áp trung tại thời điểm t.

P% là: phần trăm công suất phụ tải cấp điện áp trung theo thời gian.

$P_{UTmax}, \cos\varphi_{UT}$: là công suất cực đại và hệ số công suất phụ tải cấp điện áp trung

Áp dụng công thức (1.2) kết hợp với hình 1.2, ta có bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp trung như bảng 1.3:

Bảng 1.3 Công suất phụ tải cấp điện áp trung

t(h)	0 ÷ 4	4 ÷ 8	8 ÷ 10	10 ÷ 12	12 ÷ 16	16 ÷ 20	20 ÷ 24
P%	80	100	80	90	100	90	80
$S_{UT}(t)$	80	100	80	90	100	90	80

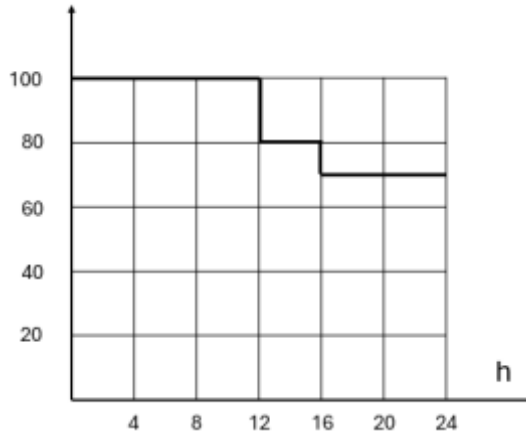
Công suất cực đại: $S_{UTmax} = 100$ [MVA]

Công suất cực tiểu: $S_{UTmin} = 80$ [MVA]

1.2.3. Phụ tải cấp điện áp cao (220 KV):

Công suất cực đại $P_{max} = 40$ MW.

Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$.



Hình 1.3 Đồ thị phụ tải cấp điện áp cao

Công suất phụ tải cấp điện áp cao được tính theo công thức sau:

$$S_{UC}(t) = P\% \frac{P_{UCmax}}{\cos\varphi_{UC}} \quad (1.3)$$

Trong đó:

$S_{UC}(t)$: là công suất phụ tải cấp điện áp cao tại thời điểm t.

$P\%$: là phần trăm công suất phụ tải cấp điện áp trung theo thời gian.

$P_{UCmax}, \cos\varphi_{UC}$: là công suất cực đại và hệ số công suất phụ tải cấp điện áp cao

Áp dụng công thức (1.3) kết hợp với hình 1.3, ta có bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp trung như bảng 1.3:

Bảng 1.4 Công suất phụ tải cấp điện áp cao

t(h)	0 ÷ 12	12 ÷ 16	16 ÷ 24
P%	100	80	70
S _{UC} (t)	47,06	37,65	32,94

Công suất cực đại: $S_{UCmax} = 47,06$ [MVA]

Công suất cực tiểu: $S_{UCmin} = 32,94$ [MVA]

1.2.4. Công suất tự dùng của nhà máy:

Phụ tải tự dùng của nhà máy được xác định theo công thức sau:

$$S_{td}(t) = \alpha \cdot S_{NM} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{S_F(t)}{S_{NM}} \right)$$

Trong đó:

$S_{td}(t)$: là công suất tự dùng của nhà máy tại thời điểm t.

α : là hệ số tự dùng của nhà máy, $\alpha = 5\%$.

$S_F(t)$: là công suất phát của nhà máy tại thời điểm t.

S_{NM} : là công suất đặt của nhà máy, $S_{NM} = 300$ [MVA]

Vì nhà máy luôn phát hết công suất nên công suất phát của nhà máy tại mọi thời điểm t là:

$$S_F(t) = S_{NM} = 300 \text{ [MVA]}$$

Như vậy:

$$S_{td}(t) = S_{tdmax} = \alpha \cdot S_{NM} = 0,05 \times 300 = 15 \text{ [MVA]}$$

1.2.5. Công suất dự trữ của toàn hệ thống:

Công suất dự trữ của toàn hệ thống (kể cả nhà máy đang thiết kế) được xác định theo công thức sau:

$$S_{dtHT\Sigma} = S_{dtHT} + S_{dtNM}$$

Trong đó:

$$S_{dtHT} = S_{dt} \% \cdot S_{HT1} = 4 \% \cdot 2000 = 80 \text{ [MVA]}$$

$$\begin{aligned} S_{dtNM} &= S_{NM} - \sum S_{pt} \\ &= S_{NM} - (S_{UFmax} + S_{UTmax} + S_{UCmax} + S_{tdmax}) \\ &= 300 - (117,64 + 100 + 47,06 + 15) \\ &= 20,3 \text{ [MVA]} \end{aligned}$$

$$\text{Vậy } S_{dtHT\Sigma} = 80 + 20,3 = 100,3 \text{ [MVA]}$$

1.2.6. Bảng tổng hợp phân bố công suất trong toàn nhà máy:

Qua tính toán ở trên, ta lập được bảng số liệu cân bằng công suất của toàn nhà máy theo thời gian trong một ngày, như bảng 1.5.

Bảng 1.5 Phân bố công suất trong toàn nhà máy

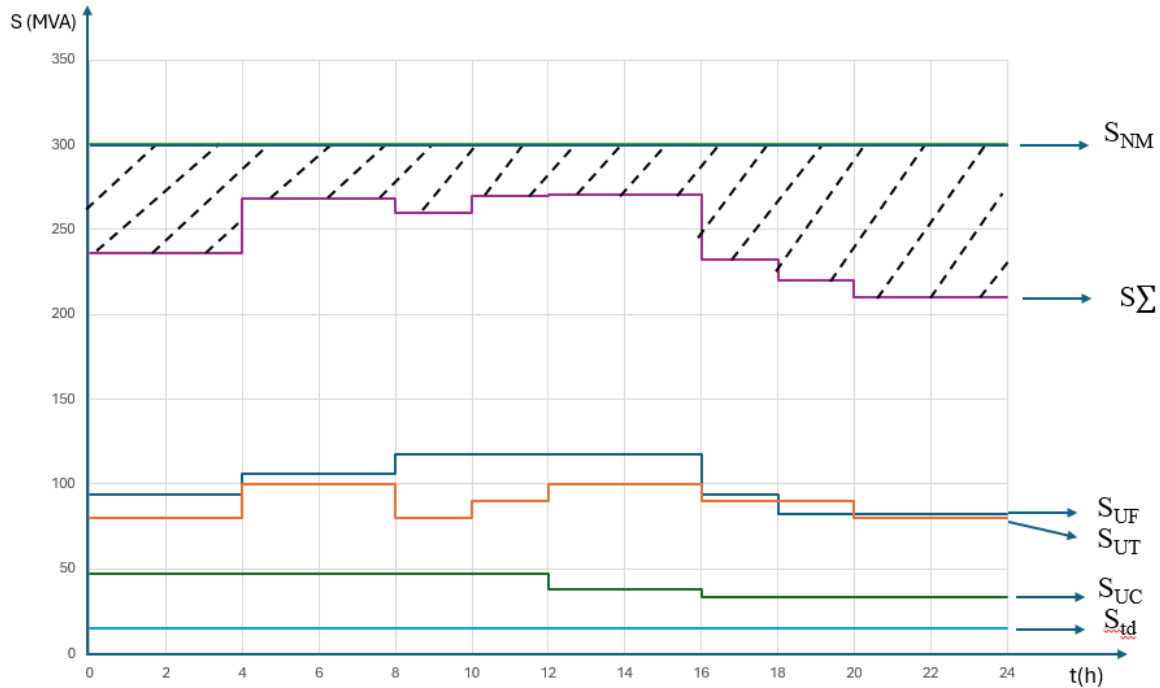
t(h)	0 ÷ 2	2 ÷ 4	4 ÷ 6	6 ÷ 8	8 ÷ 10	10 ÷ 12	12 ÷ 14	14 ÷ 16	16 ÷ 18	18 ÷ 20	20 ÷ 22	22 ÷ 24
S _{UF} (t)	94,12	94,12	105,88	105,88	117,64	117,64	117,64	117,64	94,12	82,35	82,35	82,35
S _{UT} (t)	80	80	100	100	80	90	100	100	90	90	80	80
S _{UC} (t)	47,06	47,06	47,06	47,06	47,06	47,06	37,65	37,65	32,94	32,94	32,94	32,94
S _{td} (t)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
ΣS _{pt} (t)	236,18	236,18	267,94	267,94	259,7	269,7	270,29	270,29	232,06	220,29	210,29	210,29
S _{NM}	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
S _{th} (t)	63,82	63,82	32,06	32,06	40,3	30,3	29,71	29,71	67,94	79,71	89,71	89,71

Trong đó, S_{th}(t) là công suất thừa mà nhà máy có thể phát về hệ thống tại thời điểm t .

$$S_{th}(t) = S_{NM} - \sum S_{pt}(t)$$

Từ bảng 1.5, ta nhận thấy trong điều kiện làm việc bình thường nhà máy điện phát đủ công suất cho phủ tải ở các cấp điện áp và còn thừa một lượng công suất có thể đưa lên hệ thống trong tất cả các thời điểm trong ngày.

1.2.7. Tổng hợp đồ thị phụ tải:



Hình 1.4 Đồ thị phụ tải tổng nhà máy

Với S_{td} : đường đặc tính công suất tự dùng

S_{UF} : đường đặc tính công suất cấp điện áp máy phát

S_{UT} : đường đặc tính công suất cấp điện áp trung

S_{Σ} : đường đặc tính công suất tổng phụ tải

S_{th} : đường đặc tính công suất thừa

S_{NM} : đường đặc tính tổng công suất nhà máy.

Các yêu cầu kĩ thuật:

- Số lượng các máy phát nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát phải thỏa mãn điều kiện sao cho khi ngừng (do sự cố, sửa chữa định kỳ...) máy phát có công suất lớn nhất thì các máy phát còn lại phải đảm bảo cung cấp đủ công suất cho phụ tải cấp điện áp trung và phụ tải cấp điện áp máy phát (trừ phần phụ tải do các bộ hoặc các nguồn khác nối vào thanh góp cấp điện áp trung có thể cung cấp được).

- Không nên tách phụ tải từng cấp điện áp vận hành riêng lẻ.

- Công suất mỗi bộ máy phát-máy biến áp không được vượt quá công suất dự trữ của hệ thống.

- Để tránh tình trạng công suất phát phải qua 2 lần biến áp thì công suất của bộ phải nhỏ hơn công suất cực tiểu của cấp điện áp đó.

- Không nên dùng quá 2 máy biến áp để liên lạc giữa các cấp điện áp vì như vậy dẫn đến thiết bị phân phối của nhà máy sẽ phức tạp.

- Sơ đồ nối điện phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật khi có sự cố máy biến áp không tách rời các phần điện khác nhau và nhất là không tách rời nhà máy với hệ thống

1.3. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ :

- Chọn sơ đồ nối điện chính của nhà máy là một khâu quan trọng trong quá trình tính toán thiết kế nhà máy điện. Vì vậy cần nguyên cứu kỹ nhiệm vụ thiết kế, nắm vững các số liệu ban đầu. Dựa vào bảng 1.5 và các nhận xét tổng quát, ta tiến hành vạch các phương án nối dây có thể. Các phương án đưa ra phải đảm bảo cung cấp điện liên tục cho các hộ tiêu thụ, phải khác nhau về cách ghép nối các máy biến áp với các cấp điện áp, về số lượng và dung lượng của máy biến áp, về số lượng máy phát điện ... Sơ đồ nối điện giữa các cấp điện áp phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Số máy phát điện nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát phải thỏa mãn điều kiện khi ngừng máy phát lớn nhất thì các máy phát còn lại vẫn đảm bảo cung cấp đủ cho phụ tải cấp điện áp máy phát và phụ tải cấp điện áp trung.

- Công suất mỗi bộ máy phát - máy biến áp không được lớn hơn dự trữ quay của hệ thống

$$S_{dt} = 4\% \cdot 2000 = 80 \text{ [MVA]}$$

- Chỉ nối bộ máy phát - máy biến áp hai cuộn dây vào thanh góp điện áp nào mà phụ tải cực tiểu ở đó lớn hơn công suất của bộ này, có như vậy mới tránh được trường hợp lúc phụ tải cực tiểu, bộ này không phát hết công suất hoặc công suất phải chuyển qua hai lần máy biến áp làm tăng tổn hao và gây quá tải cho máy biến áp ba cuộn dây. Đối với máy biến áp tự ngẫu liên lạc thì không cần điều kiện này

- Máy biến áp tự ngẫu chỉ sử dụng khi cả hai phía điện áp cao và trung áp có trung tính trực tiếp nối đất..

- Không nên dùng quá hai máy biến áp ba cuộn dây hai máy biến áp tự ngẫu để liên lạc hay tải điện giữa các cấp điện áp.

- Thành phần phần trăm công suất phụ tải cấp máy biến áp máy phát so với công suất của toàn nhà máy:

$$S_{UF}\% = \frac{S_{UFmax}}{S_{NM}} \cdot 100 = \frac{117,64}{300} \cdot 100 = 39,21\%$$

- Vì $S_{UF}\% = 39,21\% \geq 15\%$ nên ta sử dụng sơ đồ thiết bị phân phối cấp UF

- Từ yêu cầu kỹ thuật trên, ta vạch ra một số phương án nối điện chính cho nhà máy như sau:

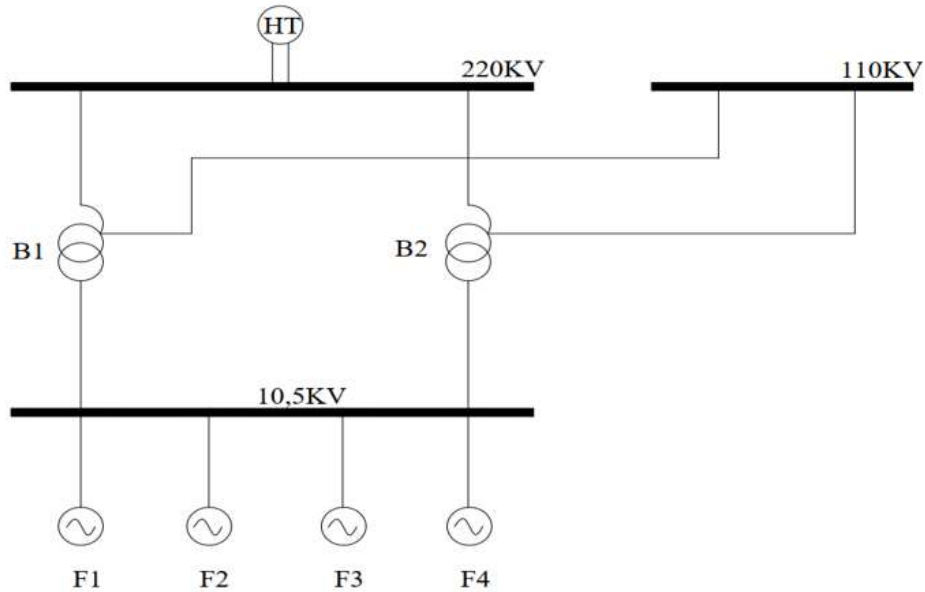
1.3.1. Phương án 1 :

1.3.1.1. Mô tả phương án :

- Sơ đồ gồm máy phát F_1, F_2, F_3, F_4 nối chung vào thanh góp 10,5kV

- Dùng hai máy biến áp tự ngẫu B_1, B_2 để liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.

- Nhà máy liên lạc với hệ thống bằng đường dây kép



Hình 1.5 Sơ đồ nối điện phương án 1

1.3.1.2. Ưu điểm

- Sơ đồ đảm bảo sự liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.
- Số lượng máy biến áp ít nên tiết kiệm được chi phí, đơn giản trong việc lắp đặt, mặt bằng lắp đặt ngoài trời nhỏ.

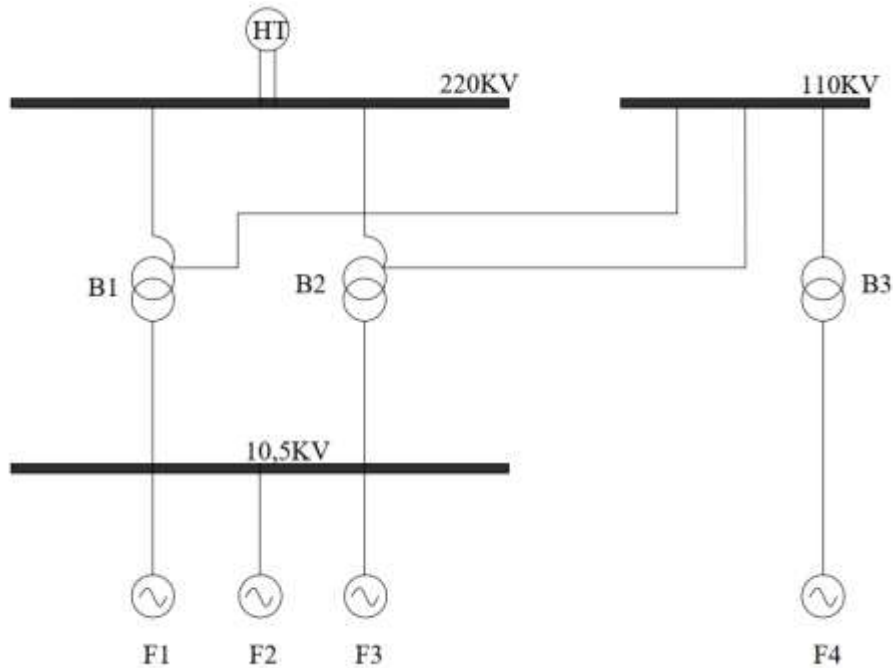
1.3.1.3. Nhược điểm

- Vì nhiều tổ máy được nối vào thanh gó nên phải bố trí mạch vòng do đó hệ thống thanh gó cấp điện áp máy phát phức tạp
- Thanh gó cấp điện áp máy phát nối mạch vòng nên tính toán role phức tạp

1.3.2. Phương án 2

1.3.2.1. Mô tả phương án

- Sơ đồ gồm máy phát F₄ nối bộ với máy biến áp B₃ nối vào thanh gó cấp điện áp trung
- Máy phát F₁, F₂, F₃ nối vào thanh gó cấp điện áp máy phát
- Dùng hai máy biến áp tự ngẫu B₁, B₂ để liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.
- Nhà máy liên lạc với hệ thống bằng đường dây kép



Hình 1.6 Sơ đồ nối điện phương án 2

1.3.2.2. Ưu điểm

- Sơ đồ đảm bảo yêu cầu cung cấp điện cho các phụ tải các cấp điện áp.
- Đảm bảo sự liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.

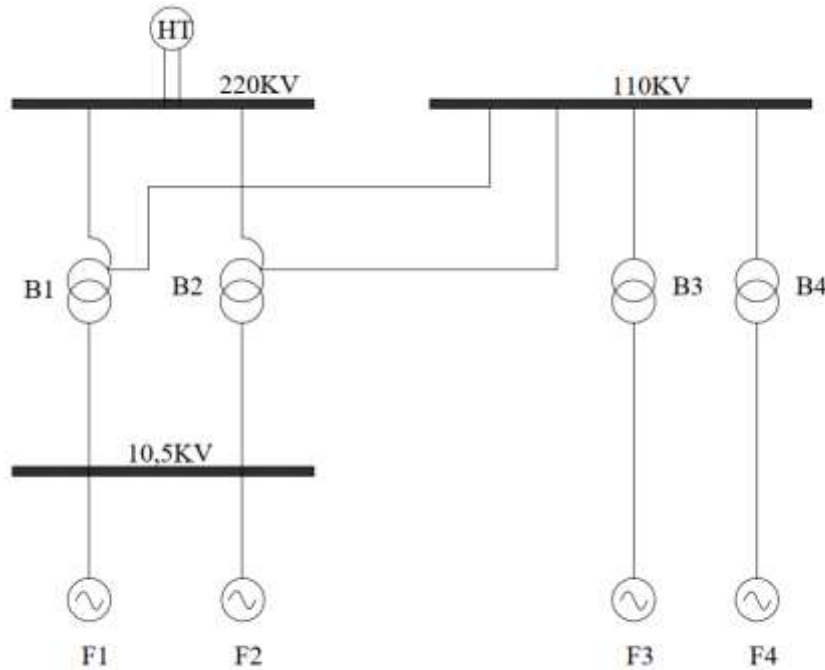
1.3.2.3. Nhược điểm

- Số lượng máy biến áp tương đối nhiều nên chi phí đầu tư cao, mặt bằng lắp đặt ngoài trời lớn

1.3.3. Phương án 3:

1.3.3.1. Mô tả phương án:

- Sơ đồ gồm máy phát F₃ nối bộ với máy biến áp B₃, máy phát F₄ nối bộ với máy biến áp B₄ và cùng nối vào thanh góp cấp điện áp trung
- Máy phát F₁, F₂ cùng nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát
- Dùng 2 MBA tự ngẫu B₁, B₂ để liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa các nhà máy với hệ thống
- Nhà máy liên lạc với hệ thống bằng đường dây kép



Hình 1.7 Sơ đồ nối điện phương án 3

1.3.3.2. Ưu điểm:

- Sơ đồ đảm bảo sự liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống
- MBA nối vào thanh góp cấp điện áp trung nên giá thành MBA và các thiết bị sẽ ít tốn kém hơn so với bên cao áp
- Số lượng máy phát nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát ít nên thanh góp đơn giản

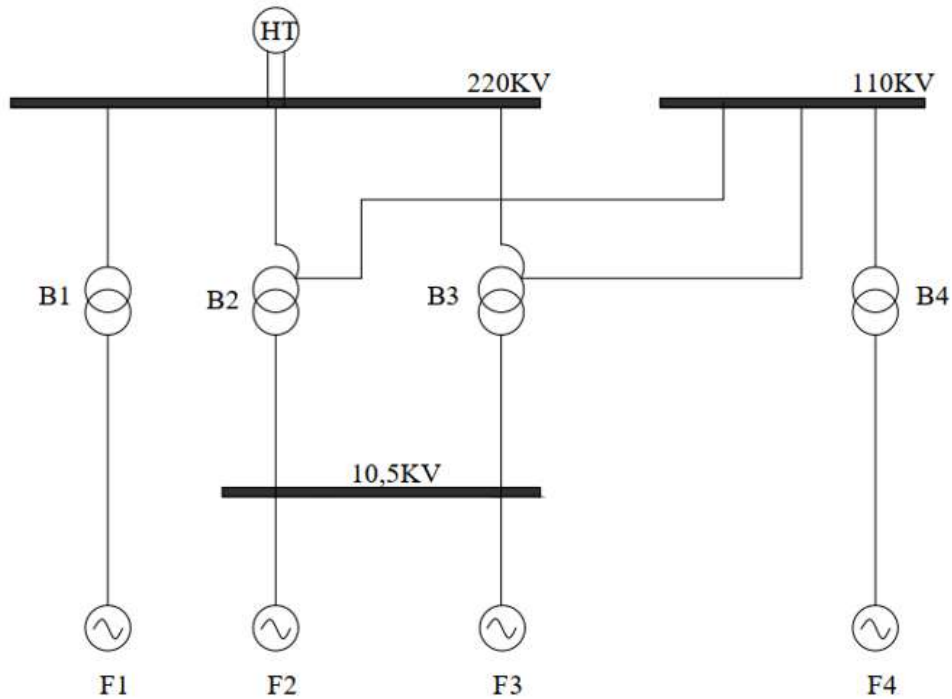
1.3.3.3. Nhược điểm:

- Số lượng MBA nhiều dẫn đến vốn đầu tư tăng, mặt bằng phân bố thiết bị ngoài trời lớn
- F₃, F₄ cùng phát cho thanh góp cấp điện áp trung, dẫn đến thừa công suất khi đó công suất sẽ đưa qua hệ thống thông qua 2 máy biến áp tự ngẫu làm tăng tổn thất điện năng.

1.3.4. Phương án 4:

1.3.4.1. Mô tả phương án:

- Sơ đồ gồm máy phát F₁ nối bộ B₁ nối vào thanh góp cấp điện áp cao, F₄ nối bộ B₄ nối vào thanh góp cấp điện áp trung
- Máy phát F₂, F₃ nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát
- Dùng 2 MBA tự ngẫu B2 và B3 để liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.
- Nhà máy liên lạc với hệ thống bằng đường dây kép



Hình 1.8 Sơ đồ nối điện phương án 4

1.3.4.2. Ưu điểm:

- Sơ đồ đảm bảo sự liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống
- Số lượng máy phát nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát ít nên thanh góp đơn giản

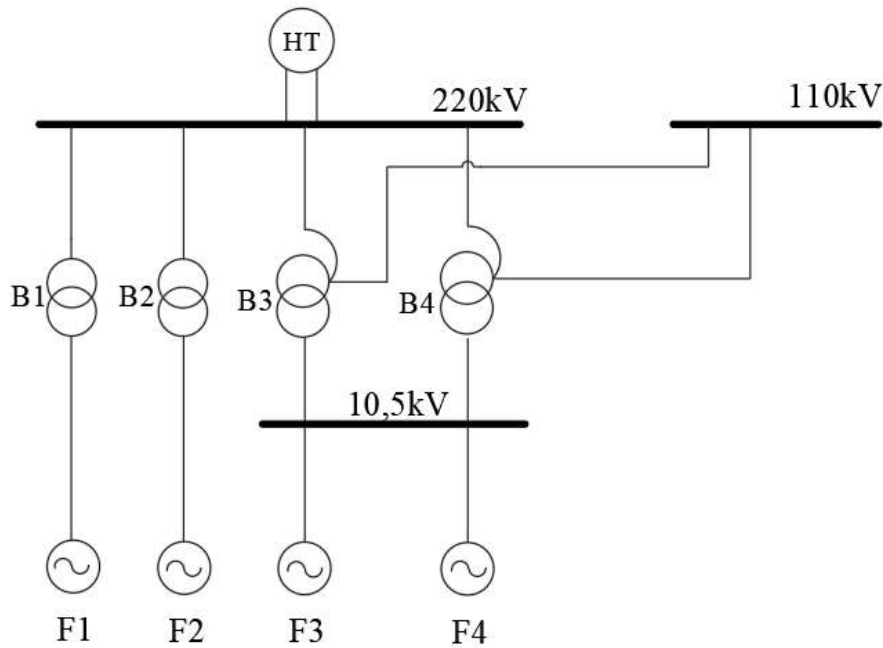
1.3.4.3. Nhược điểm:

- Số lượng MBA nhiều dẫn đến mặt bằng phân phối thiết bị ngoài trời lớn
- Số lượng MBA 2 cuộn dây nhiều nên tổn kém

1.3.5. Phương án 5:

1.3.5.1. Mô tả phương án:

- Hai bộ máy phát F_1 - B_1 , F_2 - B_2 nối vào thanh góp cấp điện áp cao.
- Sơ đồ gồm máy phát F_3 , F_4 nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát
- Dùng 2 MBA tự ngẫu B_3 và B_4 để liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.
- Nhà máy liên lạc với hệ thống bằng đường dây kép.



Hình 1.9 Sơ đồ nối điện phương án 5

1.3.5.2. Ưu điểm:

- Sơ đồ đảm bảo sự liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống
- Số lượng máy phát nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát ít nên thanh góp đơn giản

1.3.5.3. Nhược điểm:

- Số lượng MBA nhiều dẫn đến mặt bằng phân phối thiết bị ngoài trời lớn, vốn đầu tư cao
- Số lượng MBA 2 cuộn dây nối vào thanh góp cấp điện áp cao nhiều nên tốn kém nhiều chi phí.

1.4. PHÂN TÍCH VÀ CHỌN PHƯƠNG ÁN TÍNH TOÁN:

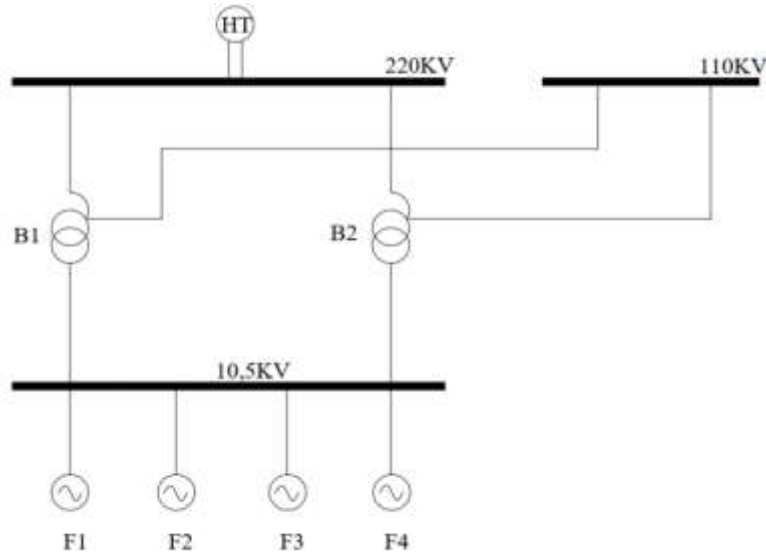
Qua phân tích ưu nhược điểm của 5 phương án đề xuất ở trên cho thấy phương án 1 và phương án 2 đáp ứng tất cả các yêu cầu kỹ thuật, đảm bảo cung cấp điện liên tục cho phụ tải và có khả năng mang lại hiệu quả cao, do đó đề tài chọn 2 phương án này để tính toán lựa chọn phương án thiết kế.

CHƯƠNG 2. CHỌN MÁY BIẾN ÁP, TÍNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG

2.1. CHỌN MÁY BIẾN ÁP

2.1.1. Chọn máy biến áp cho phương án 1:

❖ Sơ đồ nối điện phương án 1 :



Hình 2.1 Sơ đồ nối điện của phương án 1

a) Chọn máy biến áp liên lạc B1, B2 :

Máy biến áp này là máy biến áp tự ngẫu ba pha, công suất được chọn theo điều kiện:

$$S_{HđmB1(B2)} = S_{mẫu} = k_{cl} \cdot S_{đmB1(B2)} \geq \frac{1}{2} \cdot S_{thmax}$$

$$\text{Suy ra : } S_{đmB1(B2)} \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{thmax}}{k_{cl}}$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} S_{thmax} &= \sum_1^4 (S_{đmFi} - S_{tdmaxFi}) - S_{UFmin} \\ &= 4 \cdot (75 - \frac{15}{4}) - 82,35 \\ &= 202,65 \text{ [MVA]} \end{aligned}$$

$S_{đmFi}$: công suất định mức của máy phát

$S_{tdmaxFi}$: công suất tự dùng

S_{UFmin} : công suất nhỏ nhất của phụ tải cấp điện áp máy phát

$$\text{Với: } K_{cl} = \frac{U_C - U_T}{U_T} = \frac{220 - 110}{110} = 0,5$$

Vậy, công suất của máy biến áp liên lạc B₁ và B₂ là:

$$S_{dmB1(B2)} \geq \frac{1}{2} \frac{S_{thmax}}{k_{cl}} = \frac{1}{2} * \frac{202,65}{0,5} = 202,65 \text{ [MVA]}$$

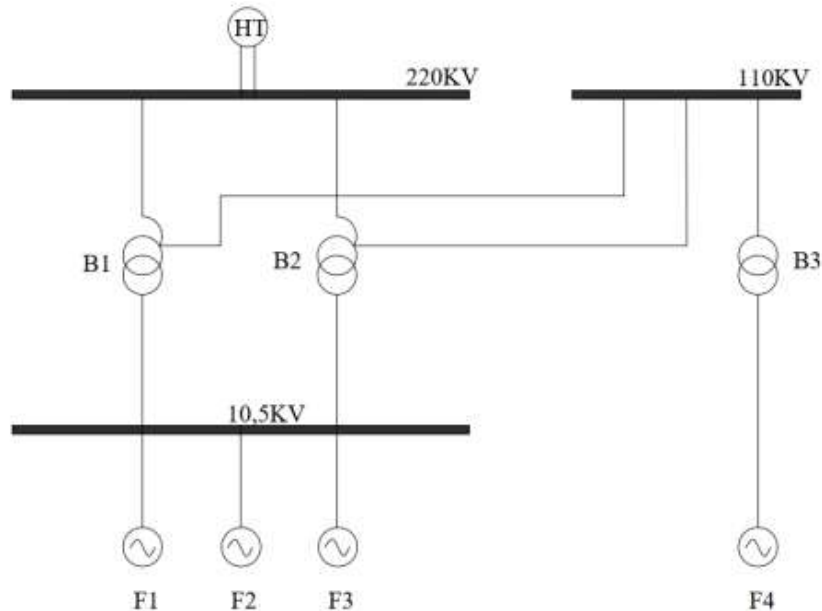
Tra sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006. Trang 155 ta chọn máy biến áp có các thông số sau:

Bảng 2.1 Thông số của máy biến áp tự ngẫu

Loại MBA	S_{dm} [MVA]	Điện áp cuộn dây, kV			ΔP_o [kW]	ΔP_N , kW			$U_N\%$			$I_o\%$
		C	T	H		C-T	C-H	T-H	C-T	C-H	T-H	
ATДЦТН	250	230	121	11	120	520	260	260	11	32	20	0.5

2.1.2. Chọn máy biến áp cho phương án 2:

❖ Sơ đồ nối điện của phương án 2:



Hình 2.2 Sơ đồ nối điện của phương án 2

a) Chọn máy biến áp nối bộ phía trung áp B3:

Máy biến áp này là máy biến áp ba pha 2 cuộn dây nên điều kiện chọn là:

$$S_{dmB3} \geq S_{dmF4} = 75 \text{ [MVA]}$$

Tra sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS. Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006 , trang 150 ta có thông số máy biến áp B3 như bảng 2.2:

Bảng 2.2 Thông số của máy biến áp B3

Loại MBA	S_{dm} [MVA]	Điện áp cuộn dây		ΔP [KW]		$U_N\%$	$I_o\%$
		Cao	Hạ	ΔP_o	ΔP_N		
ТДЦ	80	121	10,5	70	310	10,5	0,55

b) Chọn máy biến áp liên lạc B1, B2:

Máy biến áp này là máy biến áp tự ngẫu ba pha, công suất được chọn theo điều kiện:

$$S_{HđmB1(B2)} = S_{mẫu} = k_{cl} \cdot S_{đmB1(B2)} \geq \frac{1}{2} \cdot S_{thmax}$$

$$\text{Suy ra: } S_{đmB1(B2)} \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{thmax}}{k_{cl}}$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} S_{th\ max} &= \sum_1^3 (S_{đm\ Fi} - S_{td\ max\ Fi}) - S_{UFmin} \\ &= 3 \cdot (75 - \frac{15}{4}) - 82,35 \\ &= 131,4 \text{ [MVA]} \end{aligned}$$

$S_{đm\ Fi}$: công suất định mức của máy phát

$S_{td\ max\ Fi}$: công suất tự dùng

S_{UFmin} : công suất nhỏ nhất của phụ tải địa phương

$$\text{Với: } K_{cl} = \frac{U_C - U_T}{U_T} = \frac{220 - 110}{110} = 0,5$$

Vậy, công suất của máy biến áp liên lạc B1 và B2 là:

$$S_{đmB1(B2)} \geq \frac{1}{2} \frac{S_{thmax}}{k_{cl}} = \frac{1}{2} * \frac{131,4}{0,5} = 131,4 \text{ [MVA]}$$

Tra sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006. Trang 156 ta chọn máy biến áp có các thông số sau:

Bảng 2.3 Thông số của máy biến áp B1 và B2

Loại MBA	$S_{đm}$ [MVA]	Điện áp cuộn dây, kV			ΔP_o [kW]	ΔP_N , kW			$U_N\%$			$I_o\%$
		C	T	H		C-T	C-H	T-H	C-T	C-H	T-H	
ATДЦТН	160	230	121	11	85	380	190	190	11	32	20	0,5

2.2. KIỂM TRA QUÁ TẢI MÁY BIẾN ÁP ĐÃ CHỌN

2.2.1. Kiểm tra quá tải máy biến áp cho phương án 1

a) Kiểm tra quá tải bình thường

Công suất định mức của các máy biến áp B1, B2 được chọn lớn hơn công suất tính toán nên không cần kiểm tra quá tải bình thường.

b) Kiểm tra quá tải sự cố

Giả sử sự cố máy biến áp B1 thì máy biến áp B2 còn lại với khả năng quá tải sự cố cho phép phải cung cấp đủ công suất phụ tải cấp điện trung, cao lúc cực đại. Nghĩa là :

$$K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB2} \geq [S_{UTmax} + (S_{UCmax} - S_{dtHT})] \quad (2.1)$$

Vì $S_{UCmax} - S_{dtHT} = 47,06 - 80 = -32,94 \leq 0$ tức là hệ thống đủ cung cấp cho phụ tải cấp điện áp cao nên ta bỏ đi $(S_{UCmax} - S_{dtHT})$ trong biểu thức (2.1). Do đó (2.1) trở thành:

$$K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB2} \geq S_{UTmax} \quad (2.2)$$

Ta có :

+ Chọn $K_{qt}^{sc} = 1,2$ vì máy biến áp B₂ là máy biến áp tự ngẫu

+ $K_{cl} = 0,5$

+ $S_{dmB2} = 250$ [MVA]

Vế trái : $K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB2} = 1,2 \cdot 0,5 \cdot 250 = 150$ [MVA]

Vế phải : $S_{UTmax} = 100$ [MVA]

Vậy (2.2) thỏa mãn

➤ KẾT LUẬN

Các máy biến áp đã chọn thỏa mãn điều kiện làm việc bình thường và sự cố.

2.2.2. Kiểm tra quá tải máy biến áp cho phương án 2

a) Kiểm tra quá tải bình thường

Công suất định mức của các máy biến áp B1, B2, B3 được chọn lớn hơn công suất tính toán nên không cần kiểm tra quá tải bình thường.

b) Kiểm tra quá tải sự cố

❖ Xét sự cố nội bộ F4-B3

Sự cố bộ F4-B₃, điều kiện kiểm tra:

$$2 \cdot K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB2} \geq S_{UTmax}$$

Ta có:

+ $K_{qt}^{sc} = 1,2$ vì máy biến áp B₂ là máy biến áp tự ngẫu

+ $K_{cl} = 0,5$

+ $S_{dmB2} = 160$ [MVA]

+ $S_{UTmax} = 100$ [MVA]

Vậy $2 \cdot K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB2} = 2 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 160 = 192$ [MVA] $> S_{UTmax} = 100$ [MVA]

Nên máy biến áp đã xét không bị quá tải

❖ Xét trường hợp sự cố máy biến áp tự ngẫu liên lạc:

Giả sử sự cố máy biến áp B1 thì máy biến áp B2 còn lại với khả năng quá tải sự cố cho phép phải cung cấp đủ công suất phụ tải cấp điện trung, cao lúc cực đại. Nghĩa là :

$$K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB2} \geq S_{UTmax} - S_{F4-B3} \quad (2.3)$$

Ta có:

+ $K_{qt}^{SC} = 1,2$ vì máy biến áp B₂ là máy biến áp tự ngẫu

+ $K_{cl} = 0,5$

+ $S_{dmB2} = 160$ [MVA]

Từ đó ta có $K_{qt}^{SC} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB2} = 1,2 \cdot 0,5 \cdot 160 = 96$ [MVA] (2.4)

+ $S_{UTmax} = 100$ [MVA]

+ $S_{F4-B3} = S_{dmF4} - S_{tdmaxF4} = 75 - \frac{15}{4} = 71,25$ [MVA]

Từ đó ta có $S_{UTmax} - S_{F4-B3} = 100 - 71,25 = 28,75$ [MVA] (2.5)

Từ (2.4) và (2.5) ta suy ra (2.3) thỏa mãn điều kiện. Do đó các máy biến áp đã chọn thỏa mãn điều kiện làm việc trong trường hợp quá tải bình thường và quá tải sự cố.

➤ KẾT LUẬN

Các máy biến áp đã chọn thỏa mãn điều kiện làm việc bình thường và sự cố.

2.3. TÍNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG CÁC MÁY BIẾN ÁP

2.3.1. Tính tổn thất điện năng trong các máy biến áp cho phương án 1

2.3.1.1. Tính tổn thất điện năng trong máy biến áp tự ngẫu B2, B3

Tổn thất điện năng trong máy biến áp liên lạc gồm 2 phần:

+ Tổn thất không tải không phụ thuộc vào đồ thị phụ tải.

+ Tổn thất có tải phụ thuộc vào đồ thị phụ tải.

Vì hai máy biến áp liên lạc B1, B2 là hai máy biến áp tự ngẫu giống nhau vận hành song song và đồ thị phụ tải của ta là đồ thị hình bậc thang nên ta có:

$$\Delta A_{B1,B2} = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \Sigma \left[\left(\frac{S_{iC}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NC} + \left(\frac{S_{iT}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NT} + \left(\frac{S_{iH}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NH} \right] \cdot t_i$$

Trong đó:

+ n: Số máy biến áp làm việc song song

+ S_{Ci}, S_{Ti}, S_{Hi} : Công suất qua các cuộn dây cao áp, trung áp, hạ áp của máy biến áp

+ $\Delta P_{NC}, \Delta P_{NT}, \Delta P_{NH}$: Tổn thất ngắn mạch trong các cuộn dây của máy biến áp

+ ΔP_0 : Tổn thất không tải của máy biến áp

$$\Delta P_{NC} = 0,5 \cdot \left(\Delta P_{NC-T} + \frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} - \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} \right)$$

$$\Delta P_{NT} = 0,5 \cdot \left(\Delta P_{NC-T} + \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} - \frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} \right)$$

$$\Delta P_{NH} = 0,5 \cdot \left(\frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} + \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} - \Delta P_{NC-T} \right)$$

Nhà chế tạo chỉ cho biết trị số $\Delta P_{NC-T} = 520$ kW

$$\Rightarrow \Delta P_{NC-H} = \Delta P_{NT-H} = 0,5. \Delta P_{NC-T} = 0,5. 520 = 260 \text{ [kW]}$$

$$\alpha = K_{cl} = 0,5$$

$$\Delta P_{NC} = 0,5. \left[520 + \frac{260 - 260}{0,5^2} \right] = 260 \text{ [kW]}$$

$$\Delta P_{NT} = 0,5. \left[520 + \frac{260 - 260}{0,5^2} \right] = 260 \text{ [kW]}$$

$$\Delta P_{NH} = 0,5. \left[\frac{260 + 260}{0,5^2} - 520 \right] = 780 \text{ [kW]}$$

❖ Nhà máy phát công suất theo yêu cầu của phụ tải nên phân bố công suất qua các cuộn dây như sau :

$$S_{Ti}(t) = S_{UT}(t)$$

$$S_{Ci}(t) = S_{UC}(t)$$

$$S_{Hi}(t) = S_{UC}(t) + S_{UT}(t)$$

Ta lập bảng số liệu công suất truyền qua từng cuộn dây MBA tự ngẫu như bảng:

Bảng 2.4 Công suất truyền qua từng cuộn dây MBA tự ngẫu của phương án 1

Thời gian	S_{UC} [MVA]	S_{UT} [MVA]	S_{Hi} [MVA]	S_{Ti} [MVA]	S_{Ci} [MVA]
0 ÷ 2	47,06	80	127,06	80	47,06
2 ÷ 4	47,06	80	127,06	80	47,06
4 ÷ 6	47,06	100	147,06	100	47,06
6 ÷ 8	47,06	100	147,06	100	47,06
8 ÷ 10	47,06	80	127,06	80	47,06
10 ÷ 12	47,06	90	137,06	90	47,06
12 ÷ 14	37,65	100	137,65	100	37,65
14 ÷ 16	37,65	100	137,65	100	37,65
16 ÷ 18	32,94	90	122,94	90	32,94
18 ÷ 20	32,94	90	122,94	90	32,94
20 ÷ 24	32,94	80	112,94	80	32,94

$$\Sigma S_{Hi}^2 \cdot t_i = (127,06)^2 \cdot 4 + (147,06)^2 \cdot 4 + (127,06)^2 \cdot 2 + (137,06)^2 \cdot 2 + (137,65)^2 \cdot 4 + (122,94)^2 \cdot 4 + (112,94)^2 \cdot 4$$

$$= 408211,762 \text{ (MVA)}^2\text{h}$$

$$\Sigma S_{Ti}^2 \cdot t_i = (80)^2 \cdot 10 + (100)^2 \cdot 8 + (90)^2 \cdot 6$$

$$= 192600 \text{ (MVA)}^2\text{h}$$

$$\Sigma S_{Ci}^2 \cdot t_i = (47,06)^2 \cdot 12 + (37,65)^2 \cdot 4 + (32,94)^2 \cdot 8$$

$$= 40926,162 \text{ (MVA)}^2\text{h}$$

Tổng tổn thất điện năng của máy biến áp B_1, B_2 trong một ngày:

$$\Delta A_{ng} = 2.120.24 + \frac{1}{2.250^2} (260.40926,162 + 260.192600 + 780.408211,762)$$
$$= 8792,976 \text{ [kWh]}$$

Tổng tổn thất điện năng của máy biến áp B_1, B_2 trong một năm:

$$\Delta A_{B1,B2} = \Delta A_{ng} \cdot 365 = 8792,976 \cdot 365 = 3209436,24 \text{ [kWh]}$$

2.3.2. Tính tổn thất điện năng trong các máy biến áp cho phương án 2

2.3.2.1. Định chế độ vận hành

Trong chế độ làm việc bình thường cho máy F4 phát hết công suất và 3 máy phát F1, F2, F3 phát theo yêu cầu phụ tải.

2.3.2.2. Tính tổn thất điện năng trong máy biến áp nối bộ F4-B3

Đối với loại máy biến áp này, tổn thất không tải hằng năm phụ thuộc vào số giờ làm việc t trong năm, còn tổn thất có tải phụ thuộc vào thời gian tổn thất công suất lớn nhất T , là hàm số của thời gian sử dụng phụ tải lớn nhất $T_{\max}$ và $\cos\varphi$ theo đồ thị phụ tải hằng năm.

Vậy, tổn thất điện năng qua máy biến áp B3 là: (Giả sử F4-B3 luôn phát công suất ở chế độ định mức để đơn giản việc điều chỉnh)

$$\Delta A_{B3} = \Delta P_o \cdot t + \Delta P_N \cdot \left(\frac{S_{\max}}{S_{dmB3}} \right)^2 \cdot T$$

Trong đó:

+ ΔP_o : Tổn thất không tải của máy biến áp.

$$\Delta P_o = 70 \text{ [kW]}$$

+ t : Thời gian làm việc của máy biến áp trong năm.

Vì trong thiết kế không đề cập đến thời gian gián đoạn, không làm việc của nhà máy nên ta mặc định máy biến áp làm việc quanh năm.

Do đó: $t = 8760 \text{ [h]}$

+ ΔP_N : Tổn thất có tải (tổn thất ngắn mạch) của máy biến áp.

$$\Delta P_N = 310 \text{ [kW]}$$

+ $S_{\max}$: Công suất cực đại qua máy biến áp.

$$S_{\max} = S_{F4-B3\max} = S_{dmF4} - S_{td\max F4} = 75 - \frac{15}{4} = 71,25 \text{ [MVA]}$$

+ S_{dmB3} : Công suất định mức của máy biến áp B3.

$$S_{dmB3} = 80 \text{ (MVA)}$$

+ T: Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của máy biến áp.

Vì máy biến áp B₃ luôn làm việc với công suất truyền tải qua nó là

$S_{\max}=71,25$ [MVA] nên: $T = 8760$ h.

Vậy $\Delta A_{B3} = 70 \cdot 8760 + 310 \cdot \left(\frac{71,25}{80}\right)^2 \cdot 8760 = 2767248,926$ [kWh]

2.3.2.3. Tính tổn thất điện năng trong máy biến áp tự ngẫu ba pha B1, B2

Tổn thất điện năng trong máy biến áp liên lạc gồm 2 phần:

+ Tổn thất không tải không phụ thuộc vào đồ thị phụ tải.

+ Tổn thất có tải phụ thuộc vào đồ thị phụ tải.

Vì hai máy biến áp liên lạc B1, B2 là hai máy biến áp tự ngẫu giống nhau vận hành song song và đồ thị phụ tải của ta là đồ thị hình bậc thang nên ta có:

$$\Delta A_{B1,B2} = n \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{1}{n} \cdot \sum \left[\left(\frac{S_{iC}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NC} + \left(\frac{S_{iT}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NT} + \left(\frac{S_{iH}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NH} \right] \cdot t_i$$

Trong đó:

+ n: Số máy biến áp làm việc song song

+ S_{Ci}, S_{Ti}, S_{Hi} : Công suất qua các cuộn dây cao áp, trung áp, hạ áp của máy biến áp

+ $\Delta P_{NC}, \Delta P_{NT}, \Delta P_{NH}$: Tổn thất ngắn mạch trong các cuộn dây của máy biến áp

+ ΔP_0 : Tổn thất không tải của máy biến áp

$$\Delta P_{NC} = 0,5 \cdot \left(\Delta P_{NC-T} + \frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} - \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} \right)$$

$$\Delta P_{NT} = 0,5 \cdot \left(\Delta P_{NC-T} + \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} - \frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} \right)$$

$$\Delta P_{NH} = 0,5 \cdot \left(\frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} + \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} - \Delta P_{NC-T} \right)$$

Nhà chế tạo chỉ cho biết trị số $\Delta P_{NC-T} = 380$ [kW]

Suy ra $\Delta P_{NC-H} = \Delta P_{NT-H} = 0,5 \cdot \Delta P_{NC-T} = 0,5 \cdot 380 = 190$ [kW]

$$\alpha = K_{cl} = 0,5$$

$$\Delta P_{NC} = 0,5 \cdot \left[380 + \frac{190 - 190}{0,5^2} \right] = 190 \text{ [kW]}$$

$$\Delta P_{NT} = 0,5 \cdot \left[380 + \frac{190 - 190}{0,5^2} \right] = 190 \text{ [kW]}$$

$$\Delta P_{NH} = 0,5 \cdot \left[\frac{190 + 190}{0,5^2} - 380 \right] = 570 \text{ [kW]}$$

❖ Máy phát F4 phát hết công suất cho phụ tải cấp điện áp trung; máy phát F1, F2, F3 phát công suất theo yêu cầu phụ tải nên công suất qua các cuộn dây của máy biến áp tự ngẫu là:

$$S_T(t) = S_{UT}(t) - S_{F4-B3}$$

$$S_C(t) = S_{UC}(t)$$

$$S_H(t) = S_T(t) + S_C(t)$$

Trong đó :

$$\begin{aligned}S_T(t) &= S_{UT}(t) - S_{F4-B3} \\&= S_{UT}(t) - (S_{dmF4} - S_{tdmaxF4}) \\&= S_{UT}(t) - (75 - \frac{15}{4}) = S_{UT}(t) - 71,25\end{aligned}$$

Ta lập bảng số liệu công suất truyền qua từng cuộn dây MBA tự ngẫu như bảng:

Bảng 2.5 Công suất truyền qua từng cuộn dây của MBA tự ngẫu phương án 2

Thời gian	S_{UC} [MVA]	S_{UT} [MVA]	S_{Hi} [MVA]	S_{Ti} [MVA]	S_{Ci} [MVA]
0 ÷ 2	47,06	80	55,81	8,75	47,06
2 ÷ 4	47,06	80	55,81	8,75	47,06
4 ÷ 6	47,06	100	75,81	28,75	47,06
6 ÷ 8	47,06	100	75,81	28,75	47,06
8 ÷ 10	47,06	80	55,81	8,75	47,06
10 ÷ 12	47,06	90	65,81	18,75	47,06
12 ÷ 14	37,65	100	66,4	28,75	37,65
14 ÷ 16	37,65	100	66,4	28,75	37,65
16 ÷ 18	32,94	90	51,69	18,75	32,94
18 ÷ 20	32,94	90	51,69	18,75	32,94
20 ÷ 24	32,94	80	41,69	8,75	32,94

$$\begin{aligned}\Sigma S_{Hi}^2 \cdot t_i &= (55,81)^2 \cdot 6 + (75,81)^2 \cdot 4 + (65,81)^2 \cdot 2 \\&\quad + (66,4)^2 \cdot 4 + (51,69)^2 \cdot 4 + (41,69)^2 \cdot 4 \\&= 72387,682 \text{ (MVA)}^2\text{h}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma S_{Ti}^2 \cdot t_i &= (8,75)^2 \cdot 10 + (28,75)^2 \cdot 8 + (18,75)^2 \cdot 6 \\&= 9487,5 \text{ (MVA)}^2\text{h}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma S_{Ci}^2 \cdot t_i &= (47,06)^2 \cdot 12 + (37,65)^2 \cdot 4 + (32,94)^2 \cdot 8 \\&= 40926,162 \text{ (MVA)}^2\text{h}\end{aligned}$$

Tổn thất điện năng của máy biến áp B₁, B₂ trong một ngày:

$$\Delta A_{ng} = 2.85.24 + \frac{1}{2.160^2} (190.40926,162 + 190.9487,5 + 570.72387,682) \\ = 5072,96 \text{ [kWh]}$$

Tổn thất điện năng của máy biến áp B_1, B_2 trong một năm:

$$\Delta A_{B1,B2} = \Delta A_{ng} \cdot 365 = 5072,96 \cdot 365 = 1851630,4 \text{ [kWh]}$$

2.3.2.4. Tổng tổn thất điện năng trong máy biến áp

Tổng tổn thất điện năng của các máy biến áp trong 1 năm là:

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta A_{B1,B2} + \Delta A_{B3} = 1851630,4 + 2767248,926 = 4618879,326 \text{ [kWh]}$$

2.4. CHỌN KHÁNG ĐIỆN TRONG TỪNG PHẦN ĐOẠN

2.4.1. Điều kiện chọn và điều kiện kiểm tra kháng điện

a) Điều kiện chọn kháng điện:

$$U_{kdm} \geq U_{Ht}$$

$$I_{kdm} \geq I_{cb}$$

b) Điều kiện kiểm tra kháng điện:

– Kiểm tra ổn định động $i_{odd} \geq i_{xk}$

Trong đó: i_{odd} : là dòng điện ổn định động của kháng, Ka

i_{xk} : là dòng điện xung kích, kA

– Kiểm tra ổn định nhiệt: $I_{nh}^2 \cdot t_{nh} \geq B_N = I_{N\infty} \cdot T_{td}$

Trong đó: B_N : là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch kA^2s

$I_{nh}; t_{nh}$: dòng điện ổn định nhiệt và thời gian ổn định nhiệt

2.4.2. Chọn kháng điện cho từng phần đoạn của phương án 1

2.4.2.1. Phân bố phụ tải và tính dòng điện qua kháng điện

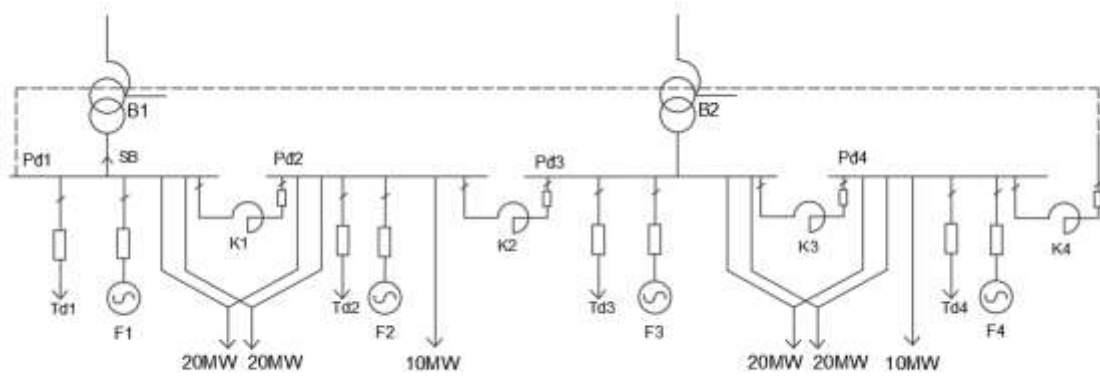
Phân bố phụ tải các phần đoạn: theo yêu cầu thiết kế, phụ tải cấp điện áp máy phát có:

+ 4 đường dây kép x20 MW dài 15 km

+ 2 đường dây đơn x10 MW dài 10 km

+ Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$

Phân bố như sau:



Hình 2.3 Phân bố phụ các phân đoạn phương án 1

Công suất phụ tải cấp UF trên các phân đoạn :

$$S_{pd1max} = S_{pd3max} = \frac{P_{pd1max}}{\cos\varphi} = \frac{10+10}{0,85} = 23,53 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{pd1min} = S_{pd3min} = P\%.S_{pd1max} = 0,7.23,53 = 16,471 \text{ [MVA]}$$

$$S_{pd2max} = S_{pd4max} = \frac{P_{pd2max}}{\cos\varphi} = \frac{10+10+10}{0,85} = 35,29 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{pd2min} = S_{pd4min} = P\%.S_{pd2max} = 0,7.35,29 = 24,703 \text{ [MVA]}$$

a) Tính dòng điện bình thường qua kháng:

$$S_{K1}^{bt} = S_{K2}^{bt} = S_{K3}^{bt} = S_{K4}^{bt} = \frac{1}{2} [S_{dmF2} - S_{td2max} - S_{pd2min}]$$

$$= \frac{1}{2} \left[75 - \frac{15}{4} - 24,703 \right] = 23,27 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow I_{K1}^{bt} = I_{K2}^{bt} = I_{K3}^{bt} = I_{K4}^{bt} = \frac{S_{K1}^{bt}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{23,27}{\sqrt{3}.10,5} = 1,28 \text{ [kA]}$$

b) Tính dòng điện cường bức qua kháng:

- Khi sự cố một máy phát F1(hoặc F3):

$$S_{K1}^{(1)} = S_{K3}^{(1)} = \frac{1}{2} (S_B + S_{pd1} + S_{td1max})$$

Trong đó:

$$S_B = \frac{(\sum_1^3 S_{dmF} - \sum_1^4 S_{td} - S_{UF})}{2}$$

- Khi S_{UFmax} :

$$S_{Bmin} = \frac{(\sum_1^3 S_{dmF} - \sum_1^4 S_{tdmax} - S_{UFmax})}{2}$$

$$= \frac{(3.75 - 4.\frac{15}{4} - 117,64)}{2} = 46,18 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(1,1)} = \frac{1}{2} (S_{Bmin} + S_{pd1max} + S_{td1max})$$

$$= \frac{1}{2} (46,18 + 23,53 + \frac{15}{4}) = 36,73 \text{ [MVA]}$$

- Khi S_{UFmin} :

$$S_{Bmax} = \frac{(\sum_1^3 S_{dmF} - \sum_1^4 S_{tdmax} - S_{UFmin})}{2}$$
$$= \frac{(3,75 - 4 \cdot \frac{15}{4} - 82,35)}{2} = 63,825 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(1,2)} = \frac{1}{2} \cdot (S_{Bmax} + S_{pd1min} + S_{td1max})$$
$$= \frac{1}{2} \cdot (63,825 + 16,471 + \frac{15}{4}) = 42,023 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(1)} = \max \{S_{K1}^{(1,1)}; S_{K1}^{(1,2)}\}$$
$$= \{36,73; 42,023\} = 42,023 \text{ [MVA]}$$

• Khi sự cố một máy phát F2(hoặc F4):

$$S_{K1}^{(2)} = \frac{1}{2} \cdot (S_{td2max} + S_{pd2max})$$
$$= \frac{1}{2} \cdot (\frac{15}{4} + 35,29) = 19,52$$

• Khi sự cố một máy biến áp liên lạc B2 (B1):

$$S_{K1}^{(3)} = \frac{1}{2} \cdot (S_B + S_{td1max} + S_{pd1} - S_{dmF1})$$

Trong đó:

$$S_B = \min\{S_{thua max}; K_{qt} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB}\}$$

$$K_{qt} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB} = 1,2 \cdot 0,5 \cdot 250 = 150 \text{ [MVA]}$$

$$S_{thua max} = \sum_1^4 S_{dmF} - \sum_1^4 S_{tdmax} - S_{UFmin}$$
$$= 4,75 - 15 - 82,35 = 202,65 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_B = \min\{S_{thua max}; K_{qt} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB}\}$$
$$= \{202,65; 150\}$$
$$= 150 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(3)} = \frac{1}{2} \cdot (S_B + S_{td1max} + S_{pd1max} - S_{dmF1})$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(3)} = \frac{1}{2} \cdot (150 + \frac{15}{4} + 23,53 - 75) = 51,14 \text{ [MVA]}$$

• Khi sự cố K4:

$$S_{K3}^{(4)} = S_{dmF4} - S_{td4} - S_{pt4min}$$
$$= 75 - \frac{15}{4} - 24,703$$
$$= 46,55 \text{ [MVA]}$$

Công suất cường bức qua kháng:

$$\Rightarrow S_K^{cb} = \max \{S_{K1}^{(1)}; S_{K1}^{(2)}; S_{K1}^{(3)}; S_{K3}^{(4)}\}$$

$$\Rightarrow S_K^{cb} = \max \{42,023; 19,52; 51,14; 46,55\} = 51,14 \text{ [MVA]}$$

Dòng điện cường bức qua kháng

$$\Rightarrow I_K^{cb} = \frac{S_K^{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{51,14}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2,81 \text{ [kA]}$$

➤ KẾT LUẬN

Trong các trường hợp làm việc cường bức trên thì công suất kháng điện lớn nhất là khi sự cố máy biến áp liên lạc, khi đó

Dòng điện cường bức qua kháng:

$$\Rightarrow I_K^{cb} = \frac{S_K^{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{51,14}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2,81 \text{ [kA]}$$

Bảng tổng hợp các thông số tính toán:

Bảng 2.6 Thông số tính toán của phương án 1

Các thông số tính toán	
U_{dm} [kV]	I_{cbK} [kA]
10,5	2,81

Tra sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006. Ta được kháng điện sau

Bảng 2.7 Thông số kháng điện của phương án 1:

Loại điện kháng	U_{dm} [kV]	I_{dmK} [kA]	$X_K\%$	$\Delta P_{dm}/1$ pha [kW]	I_{odd} [kA]	I_{nh} [kA]
PBA-10-3000-8	10	3	8	25,7	53	42

2.4.2.2. Kiểm tra tổn thất điện áp

a, Điều kiện làm việc bình thường:

Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp lúc bình thường:

$$\begin{aligned}\Delta U\%_K^{bt} &= X_K\% \cdot \frac{I_K^{bt}}{I_{dmK}} \cdot \sin\varphi = 8\% \cdot \frac{1,28}{3} \cdot \sin[\cos^{-1}(0,85)] \\ &= 1,8\% \leq \Delta U_{cp}^{bt}\% = 2\% \text{ (thỏa mãn)}\end{aligned}$$

b, Điều kiện làm việc cường bức

Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp lúc cường bức:

$$\begin{aligned}\Delta U\%_K^{cb} &= X_K\% \cdot \frac{I_K^{cb}}{I_{dmK}} \cdot \sin\varphi = 8\% \cdot \frac{2,5}{3} \cdot \sin[\cos^{-1}(0,85)] \\ &= 3,51\% \leq \Delta U_{cp}^{bt}\% = 5\% \text{ (thỏa mãn)}\end{aligned}$$

Vậy chọn giá trị $X_K\% = 8\%$

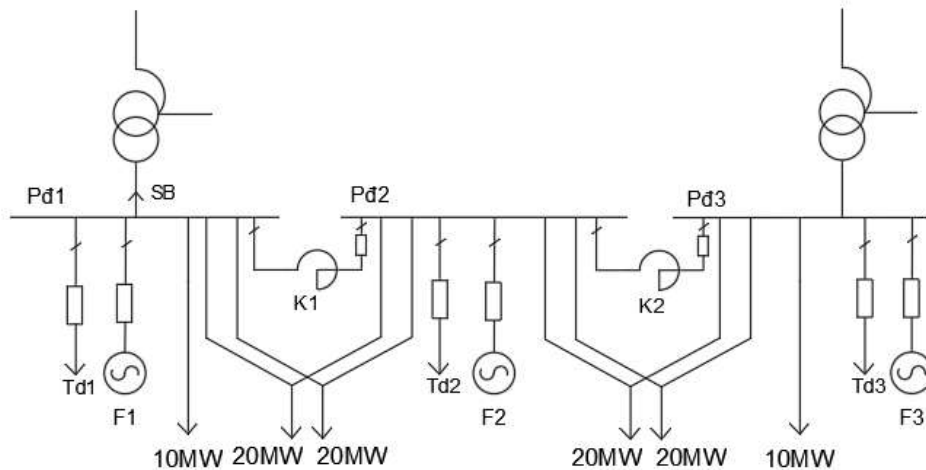
2.4.3. Chọn kháng điện cho từng phân đoạn của phương án 2

2.4.3.1. Phân bố phụ tải và tính dòng điện qua kháng điện

Phân bố phụ tải các phân đoạn: theo yêu cầu thiết kế, phụ tải cấp điện áp máy phát có:

- + 4 đường dây kép x20 MW dài 15 km
- + 2 đường dây đơn x10 MW dài 10 km
- + Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$

Phân bố như sau:



Hình 2.4 Phân bố phụ tải các phân đoạn của phương án 2

Công suất phụ tải cấp UF trên các phân đoạn :

$$S_{pd1max} = S_{pd3max} = \frac{P_{pd1max}}{\cos\varphi} = \frac{10+10+10}{0,85} = 35,29 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{pd1min} = S_{pd3min} = P\%.S_{pd1max} = 0,7.35,29 = 24,703 \text{ [MVA]}$$

$$S_{pd2max} = \frac{P_{pd2max}}{\cos\varphi} = \frac{10+10+10+10}{0,85} = 47,06 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{pd2min} = P\%.S_{pd2max} = 0,7.47,06 = 32,942 \text{ [MVA]}$$

a) Tính dòng điện bình thường qua kháng:

$$S_{K1}^{bt} = S_{K2}^{bt} = \frac{1}{2} [S_{dmF2} - S_{td2max} - S_{pd2min}]$$

$$= \frac{1}{2} \left[75 - \frac{15}{4} - 32,942 \right] = 19,154 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow I_{K1}^{bt} = I_{K2}^{bt} = \frac{S_{K1}^{bt}}{\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{19,154}{\sqrt{3}.10,5} = 1,05 \text{ [kA]}$$

b) Tính dòng điện cường bức qua kháng:

- Khi sự cố một máy phát F1:

$$S_{K1}^{(1)} = S_B + S_{pd1} + S_{td1max}$$

Trong đó:

$$S_B = \frac{(\sum_1^2 S_{dmF} - \sum_1^3 S_{td} - S_{UF})}{2}$$

- Khi S_{UFmax} :

$$S_{Bmin} = \frac{(\sum_1^2 S_{dmF} - \sum_1^3 S_{tdmax} - S_{UFmax})}{2}$$

$$= \frac{(2.75 - 3 \cdot \frac{15}{4} - 117,64)}{2} = 10,56 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(1,1)} = S_{Bmin} + S_{pd1max} + S_{td1max}$$

$$= 10,56 + 35,29 + \frac{15}{4} = 49,6 \text{ [MVA]}$$

- Khi S_{UFmin} :

$$S_{Bmax} = \frac{(\sum_1^2 S_{dmF} - \sum_1^3 S_{tdmax} - S_{UFmin})}{2}$$

$$= \frac{(2.75 - 3 \cdot \frac{15}{4} - 82,35)}{2} = 28,2 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(1,2)} = S_{Bmax} + S_{pd1min} + S_{td1max}$$

$$= 28,2 + 27,703 + \frac{15}{4} = 59,653 \text{ [MVA]}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{(1)} = \max \{S_{K1}^{(1,1)}; S_{K1}^{(1,2)}\}$$

$$= \{49,6; 59,653\} = 59,653 \text{ [MVA]}$$

• Khi sự cố một máy phát F2:

$$S_{K1}^{(2)} = \frac{1}{2} \cdot (S_{td2max} + S_{pd2max})$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (\frac{15}{4} + 47,06) = 25,41$$

• Khi sự cố một máy biến áp liên lạc B1 (B2):

$$S_{K1}^{(3)} = S_B + S_{td1max} + S_{pd1} - S_{dmF1}$$

Trong đó:

$$S_B = \min\{S_{thuamax}; K_{qt} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB}\}$$

$$K_{qt} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB} = 1,2 \cdot 0,5 \cdot 160 = 96 \text{ [MVA]}$$

$$S_{thmax} = \sum_1^3 S_{dmF} - \sum_1^3 S_{tdmax} - S_{UFmin} = 3 \cdot 75 - 3 \cdot \frac{15}{4} - 82,35 = 131,4$$

$$\text{Vậy } S_B = \min\{S_{thuamax}; K_{qt} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB}\} = \min\{131,4; 96\} = 96 \text{ [MVA]}$$

$$\text{Vậy nên } S_{K1}^{(3)} = S_B + S_{td1max} + S_{pd1max} - S_{dmF1} = 96 + \frac{15}{4} + 35,29 - 75 = 60,04 \text{ [MVA]}$$

Công suất cường bức qua kháng:

$$S_K^{cb} = \max \{S_{K1}^{(1)}; S_{K1}^{(2)}; S_{K1}^{(3)}\}$$

$$S_K^{cb} = \max \{59,653; 25,41; 60,04\} = 60,04 \text{ [MVA]}$$

Dòng điện cường bức qua kháng

$$I_K^{cb} = \frac{S_K^{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{60,04}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 3,3 \text{ [kA]}$$

➤ KẾT LUẬN

Trong các trường hợp làm việc cưỡng bức trên thì công suất kháng điện lớn nhất là khi sự cố máy máy biến áp liên lạc, khi đó

Dòng điện cưỡng bức qua kháng:

$$I_K^{cb} = \frac{S_K^{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{67,24}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 3,3 \text{ [kA]}$$

Bảng tổng hợp các thông số tính toán:

Bảng 2.8 Thông số tính toán của phương án 2

Các thông số tính toán	
U_{dm} (kV)	I_{cbK} (kA)
10,5	3,3

Tra sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006. Ta được kháng điện sau:

Bảng 2.9 Thông số kháng điện phân đoạn của phương án 2

Loại điện kháng	U_{dm} [kV]	I_{dmK} [kA]	$X_K\%$	$\Delta P_{dm}/1$ pha [kW]	I_{odd} [kA]	I_{nh} [kA]
PBA-10-4000-10	10	4	10	29,7	67	53

2.4.3.2. Kiểm tra tổn thất điện áp

a, Điều kiện làm việc bình thường:

Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp lúc bình thường:

$$\begin{aligned}\Delta U\%_K^{bt} &= X_K\% \cdot \frac{I_K^{bt}}{I_{dmK}} \cdot \sin\varphi = 10\% \cdot \frac{1,05}{4} \cdot \sin[\cos^{-1}(0,85)] \\ &= 1,38\% \leq \Delta U_{cp}^{bt}\% = 2\% \text{ (thỏa mãn)}\end{aligned}$$

b, Điều kiện làm việc cưỡng bức :

Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp lúc cưỡng bức:

$$\begin{aligned}\Delta U\%_K^{cb} &= X_K\% \cdot \frac{I_K^{cb}}{I_{dmK}} \cdot \sin\varphi = 10\% \cdot \frac{3,3}{4} \cdot \sin[\cos^{-1}(0,85)] \\ &= 4,35\% \leq \Delta U_{cp}^{bt}\% = 5\% \text{ (thỏa mãn)}\end{aligned}$$

Vậy chọn giá trị $X_K\% = 10\%$

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH

3.1. MỞ ĐẦU:

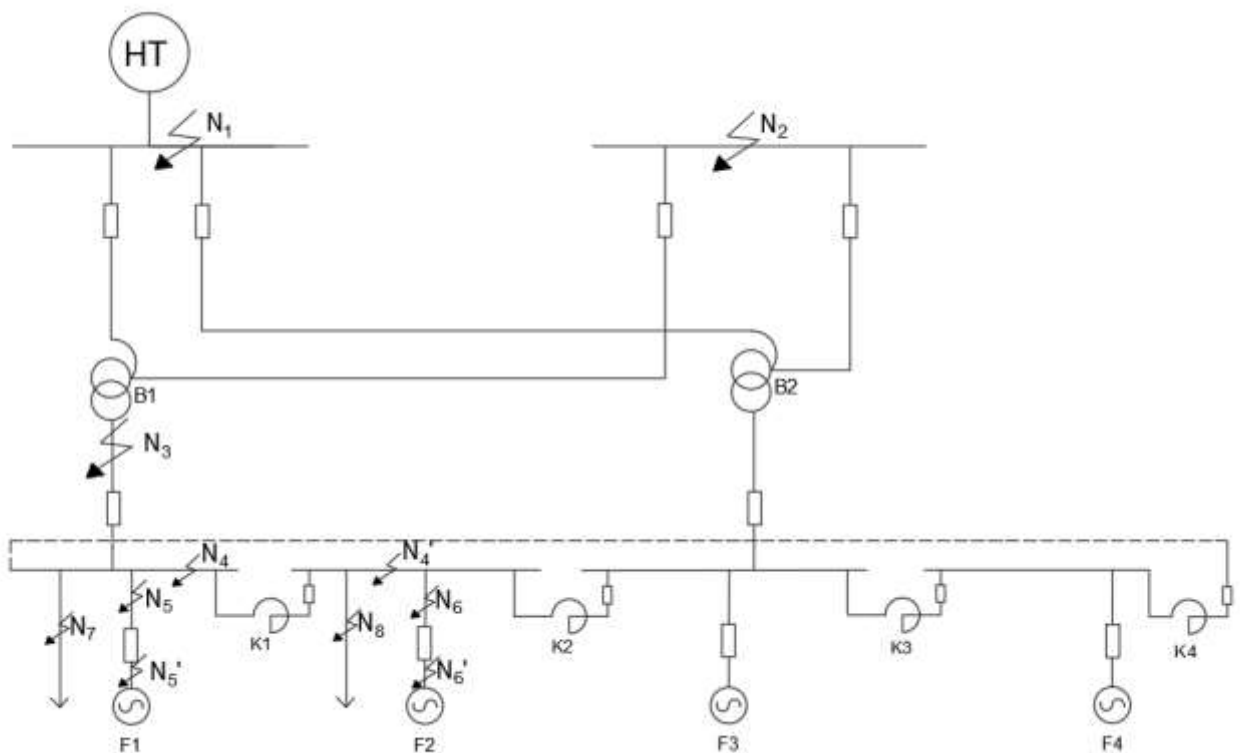
Ngắn mạch là một sự cố xảy ra trong hệ thống do hiện tượng chạm chập giữa các pha không thuộc chế độ làm việc bình thường. Chúng ta cần phải dự báo các tình trạng ngắn mạch có thể xảy ra và xác định dòng điện ngắn mạch tính toán tương ứng.

Mục đích tính dòng ngắn mạch là để chọn các khí cụ điện các thành phần có dòng điện chạy qua và kiểm tra đảm bảo ổn định động và ổn định nhiệt. Ngoài ra các số liệu về dòng điện ngắn mạch là căn cứ quan trọng để thiết kế hệ thống bảo vệ rơle và ổn định phương thức vận hành hệ thống.

Ở đây ta chọn phương án đường cong tính toán. Điểm ngắn mạch tính toán là điểm mà khi xảy ra ngắn mạch tại đó thì dòng ngắn mạch đi qua khí cụ điện lớn nhất. Vì vậy việc lập sơ đồ tính toán dòng ngắn mạch với mỗi khí cụ điện cần chọn 1 chế độ nặng nề nhất nhưng phải phù hợp với điều kiện thực tế.

3.2. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN 1

3.2.1. Sơ đồ tính toán:



Hình 3.1 Sơ đồ nối điện và các điểm ngắn mạch của phương án 1

3.2.2. Các điểm ngắn mạch:

a) Điểm N1:

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện các mạch phía cao áp

- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát, máy biến áp và hệ thống đang vận hành bình thường

b) Điểm N2:

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện các mạch phía trung áp
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát, máy biến áp và hệ thống đang vận hành bình thường

c) Điểm N3:

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện mạch hạ áp máy biến áp
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát và hệ thống đang vận hành bình thường chỉ có máy biến áp B1 nghỉ

d) Điểm N4, N4':

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện cho mạch phân đoạn
- Trạng thái sơ đồ:
 - + Điểm N4: Tất cả các máy phát và hệ thống đang vận hành bình thường máy phát F1 và máy biến áp B1 nghỉ
 - + Điểm N4': Tất cả các máy phát và hệ thống đang vận hành bình thường, máy phát F2 và K1 (K2) nghỉ.

e) Điểm N5, N5', N6, N6':

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện cho mạch máy phát
- Trạng thái sơ đồ:
 - + Điểm N5: Chỉ có máy phát F1 làm việc
 - + Điểm N5': Tất cả làm việc bình thường trừ máy phát F1 nghỉ
 - + Điểm N6: Chỉ có máy phát F2 làm việc
 - + Điểm N6': Tất cả đều làm việc bình thường trừ máy phát F2 nghỉ

f) Điểm N7, N8 :

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện cho mạch tự dùng và mạch phụ tải cấp điện áp máy phát
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát, máy biến áp và hệ thống đang vận hành bình thường
- ❖ Từ sơ đồ hình 3.1 và giả thiết tính toán ngắn mạch, theo nguyên lý xếp chồng, ta có:

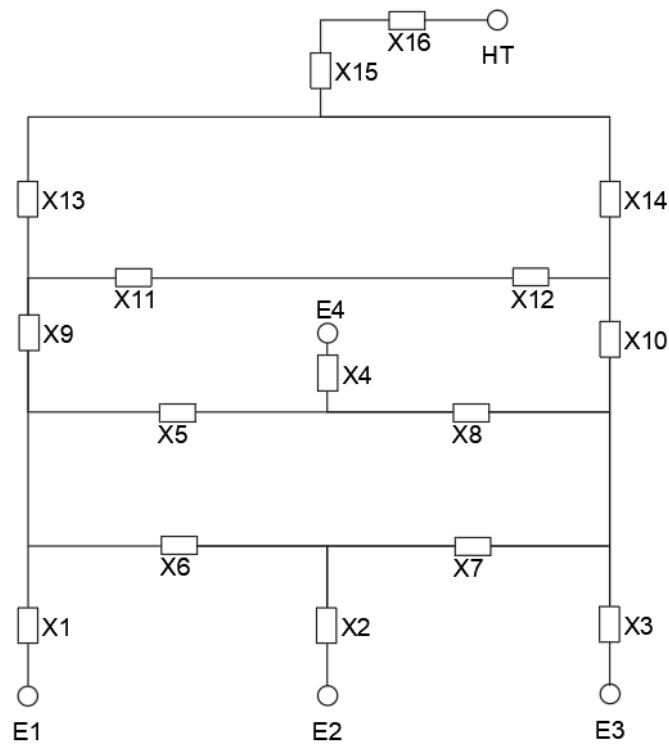
$$I_{N3} = I_{N4} + I_{N5}$$

$$I_{N7} = I_{N5} + I_{N5'}$$

$$I_{N8} = I_{N6} + I_{N6'}$$

3.2.3. Sơ đồ thay thế:

Với $E_1 = E_2 = E_3 = E_4$ (các máy phát là như nhau)



Hình 3.2 Sơ đồ thay thế của phương án 1

3.2.4. Tính toán các thông số của sơ đồ thay thế:

3.2.4.1. Chọn các đại lượng cơ bản

Chọn $S_{cb} = 100$ [MVA]

$$U_{cb10,5} = 10,5 \text{ kV} \rightarrow I_{cb10,5} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,499 \text{ [kA]}$$

$$U_{cb110} = 115 \text{ kV} \rightarrow I_{cb110} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb110}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,502 \text{ [kA]}$$

$$U_{cb220} = 230 \text{ kV} \rightarrow I_{cb230} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb230}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 230} = 0,251 \text{ [kA]}$$

3.2.4.2. Các thông số của sơ đồ thay thế

a, Điện kháng của máy phát F1, F2, F3, F4:

$$X_{Fcb}^* = X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = X_d'' \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmF}} = 0,146 \cdot \frac{100}{75} = 0,195$$

b, Điện kháng của kháng điện phân đoạn:

$$X_{Kcb}^* = X_5 = X_6 = X_7 = X_8 = \frac{X_K\%}{100} \cdot \frac{I_{cb10,5}}{I_{dmK}} = \frac{8}{100} \cdot \frac{5,499}{3} = 0,146$$

c, Điện kháng của máy biến áp liên lạc B1, B2:

– Điện kháng của cuộn hạ:

$$\begin{aligned} X_{Hcb}^* = X_9 = X_{10} &= \frac{1}{200} \cdot (U_{NC-H}\% + U_{NT-H}\% - U_{NC-T}\%) \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB}} \\ &= \frac{1}{200} \cdot (32 + 20 - 11) \cdot \frac{100}{250} = 0,082 \end{aligned}$$

– Điện kháng của cuộn trung:

$$\begin{aligned} X_{Tcb}^* = X_{11} = X_{12} &= \frac{1}{200} \cdot (U_{NC-T}\% + U_{NT-H}\% - U_{NC-H}\%) \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB}} \\ &= \frac{1}{200} \cdot (11 + 20 - 32) \cdot \frac{100}{250} < 0 \Rightarrow X_{Tcb}^* = 0 \end{aligned}$$

– Điện kháng của cuộn cao:

$$\begin{aligned} X_{Ccb}^* = X_{13} = X_{14} &= \frac{1}{200} \cdot (U_{NC-T}\% + U_{NC-H}\% - U_{NT-H}\%) \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB}} \\ &= \frac{1}{200} \cdot (11 + 32 - 20) \cdot \frac{100}{250} = 0,046 \end{aligned}$$

d, Điện kháng của đường dây liên lạc với hệ thống:

$$X_{Dcb}^* = X_{15} = \frac{X_0 \cdot l}{2} \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb220}^2} = \frac{0,4 \cdot 200}{2} \cdot \frac{100}{230^2} = 0,076$$

Đối với đường dây truyền tải ta có $x_0 = 0.4 [\Omega/\text{km}]$

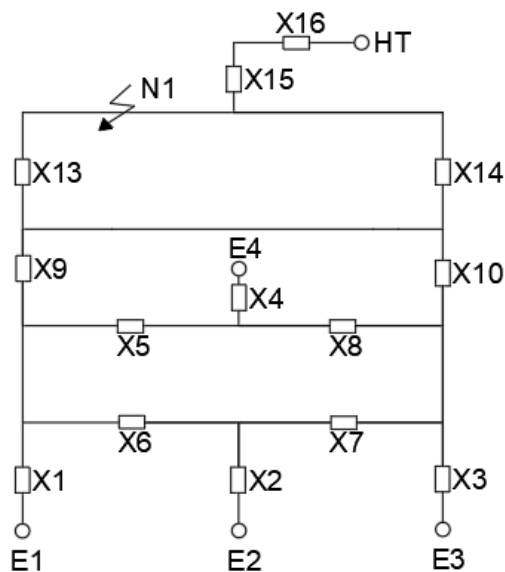
e, Điện kháng của hệ thống:

$$X_{HTcb}^* = X_{16} = \frac{S_{cb}}{S_{HT}} \cdot X_{HT} = \frac{100}{2000} \cdot 0,23 = 0,0115$$

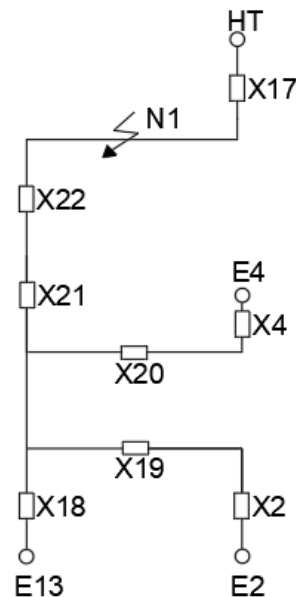
3.2.4.3. Tính toán dòng ngắn mạch:

3.2.4.3.1 Điểm ngắn mạch N1:

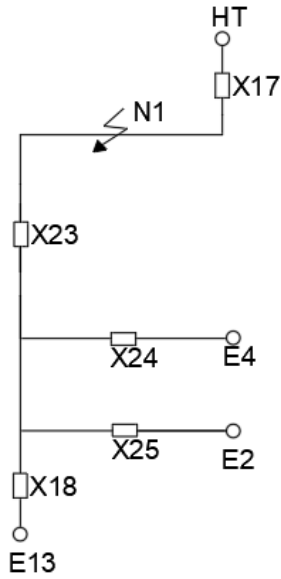
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán các điện kháng:



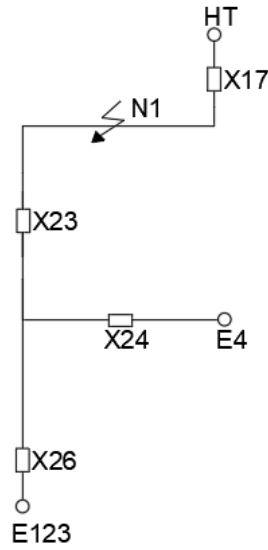
Hình 3.3a



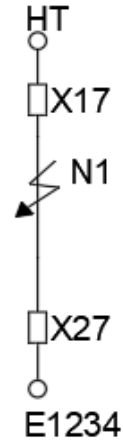
Hình 3.3b



Hình 3.3c



Hình 3.3d



Hình 3.3e

Từ sơ đồ hình 3.3b ta có :

$$X_{17} = X_{15} + X_{16} = 0,076 + 0,0115 = 0,0875$$

$$X_{18} = \frac{X_1}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,0975$$

$$X_{21} = \frac{X_9}{2} = \frac{0,082}{2} = 0,041$$

$$X_{19} = X_{20} = \frac{X_6}{2} = \frac{0,146}{2} = 0,073$$

$$X_{22} = \frac{X_{13}}{2} = \frac{0,046}{2} = 0,023$$

Ta tiếp tục biến đổi ở hình 3.3c ta có :

$$X_{23} = X_{22} + X_{21} = 0,023 + 0,041 = 0,064$$

$$X_{24} = X_4 + X_{20} = 0,195 + 0,073 = 0,268$$

$$X_{25} = X_2 + X_{19} = 0,195 + 0,073 = 0,268$$

Ta tiếp tục biến đổi

$$X_{26} = \frac{X_{25} \cdot X_{18}}{X_{25} + X_{18}} = \frac{0,268 \cdot 0,0975}{0,268 + 0,0975} = 0,071$$

$$X_{27} = X_{23} + \frac{X_{24} \cdot X_{26}}{X_{24} + X_{26}} = 0,064 + \frac{0,268 \cdot 0,071}{0,268 + 0,071} = 0,12$$

b, tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức ($X_{tt\text{dm}}^*$)

$$X_{tt\text{dm}}^* = X_{27} \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{S_{\text{cb}}} = 0,12 \cdot \frac{300}{100} = 0,36$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khải), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K''_0 = 2,81; K''_\infty = 2,12$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I''_0 = K''_0 \cdot I_{dmF} = K''_0 \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb220}} = 2,81 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 230} = 2,116 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I''_\infty = K''_\infty \cdot I_{dmF} = K''_\infty \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb220}} = 2,12 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 230} = 1,596 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb220}}{X_H} = \frac{I_{cb220}}{X_{17}} = \frac{0,251}{0,0875} = 2,87 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N1:

$$I''_{0N_1} = I''_0 + I_H = 2,116 + 2,87 = 4,986 \text{ [kA]}$$

$$I''_{\infty N_1} = I''_\infty + I_H = 1,596 + 2,87 = 4,466 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N1:

$$i_{xkN_1} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0N_1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 4,986 = 12,69 \text{ [kA]}$$

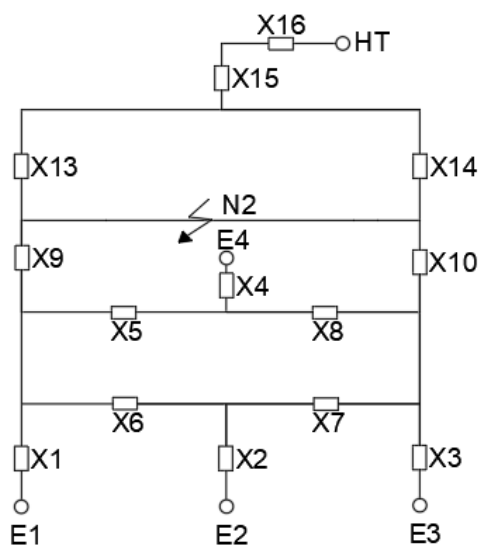
Trong đó K_{xk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khải.

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N1:

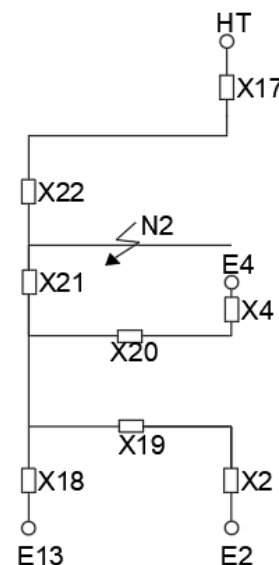
$$I_{xkN_1} = I''_{0N_1} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{xk} - 1)^2} = 4,986 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 7,53 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.2 Điểm ngắn mạch N2

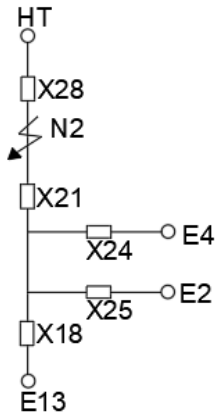
a, Biến đổi sơ đồ tính toán các điện kháng:



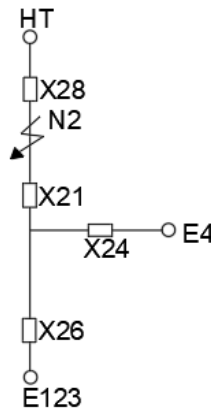
Hình 3.4a



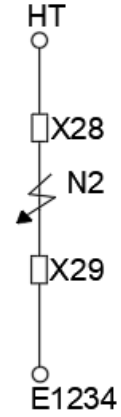
Hình 3.4b



Hình 3.4c



Hình 3.4d



Hình 3.4e

Từ biến đổi sơ đồ ở ngăn mạch điểm N1 ta có:

$$X_{17} = 0,0875$$

$$X_{18} = 0,0975$$

$$X_{21} = 0,041$$

$$X_{19} = X_{20} = 0,073$$

$$X_{24} = X_{25} = 0,268$$

$$X_{22} = 0,023$$

$$X_{26} = 0,071$$

Ta tiếp tục biến đổi:

$$X_{28} = X_{22} + X_{17} = 0,023 + 0,0875 = 0,1105$$

Ta tiếp tục biến đổi:

$$X_{29} = X_{21} + \frac{X_{24} \cdot X_{26}}{X_{24} + X_{26}} = 0,041 + \frac{0,268 \cdot 0,071}{0,268 + 0,071} = 0,097$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch :

Để sử dụng đường cong tính toán, ta quy đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức ($X_{tt\text{dm}}^*$)

$$X_{tt\text{dm}}^* = X_{29} \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{S_{\text{cb}}} = 0,097 \cdot \frac{300}{100} = 0,291$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 3,35; K_\infty'' = 2,28$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{\text{dmF}} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb110}}} = 3,35 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,05 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{\text{dmF}} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb110}}} = 2,28 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 115} = 3,43 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{\text{cb110}}}{X_H} = \frac{I_{\text{cb110}}}{X_{28}} = \frac{0,502}{0,1105} = 4,543 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N2:

$$I''_{0N_2} = I''_0 + I_H = 5,05 + 4,543 = 9,593 \text{ [kA]}$$

$$I''_{\infty N_2} = I''_{\infty} + I_H = 3,43 + 4,543 = 7,973 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N2:

$$i_{\text{sk}N_2} = \sqrt{2} \cdot K_{\text{sk}} \cdot I''_{0N_2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,593 = 24,42 \text{ [kA]}$$

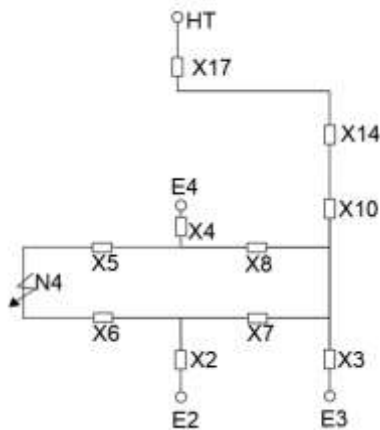
Trong đó K_{sk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái.

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N1:

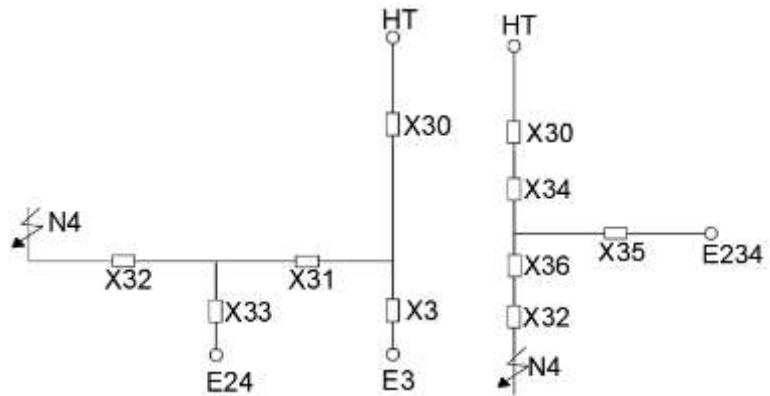
$$I_{\text{sk}N_2} = I''_{0N_2} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{\text{sk}} - 1)^2} = 9,593 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 14,48 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.3 Điểm ngắn mạch N4

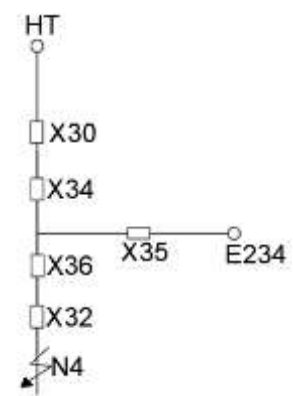
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán điện kháng:



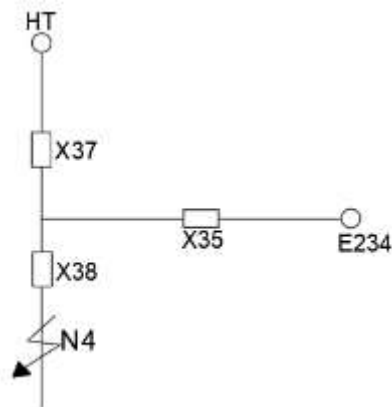
Hình 3.5a



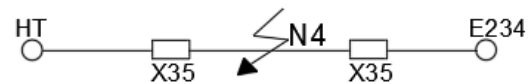
Hình 3.5b



Hình 3.5c



Hình 3.5d



Hình 3.5e

Từ sơ đồ hình 3.5a ta có

$$X_{17} = 0,0875 \text{ (đã tính ở trên)}$$

Từ sơ đồ hình 3.5b ta có

$$X_{30} = X_{10} + X_{14} + X_{17} = 0,082 + 0,046 + 0,0875 = 0,2155$$

$$X_{31} = \frac{X_7}{2} = \frac{0,146}{2} = 0,073$$

$$X_{32} = \frac{X_6}{2} = \frac{0,146}{2} = 0,073$$

$$X_{33} = \frac{X_2}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,0975$$

Từ sơ đồ hình 3.5c ta có :

Ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_{33}, X_3, X_{31}) thành sao (X_{35}, X_{34}, X_{36})

$$X_{35} = \frac{X_{33} \cdot X_3}{X_{33} + X_3 + X_{31}} = \frac{0,0975 \cdot 0,195}{0,0975 + 0,195 + 0,073} = 0,053$$

$$X_{36} = \frac{X_{33} \cdot X_{31}}{X_{33} + X_3 + X_{31}} = \frac{0,195 \cdot 0,073}{0,0975 + 0,195 + 0,073} = 0,019$$

$$X_{34} = \frac{X_{31} \cdot X_3}{X_{33} + X_3 + X_{31}} = \frac{0,073 \cdot 0,195}{0,0975 + 0,195 + 0,073} = 0,039$$

Từ sơ đồ hình 3.5d ta có :

$$\begin{aligned} X_{37} &= X_{30} + X_{34} \\ &= 0,2155 + 0,039 = 0,2545 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{38} &= X_{36} + X_{32} \\ &= 0,019 + 0,073 = 0,092 \end{aligned}$$

Từ sơ đồ hình 3.5e ta có:

Ta biến đổi sơ đồ sao (X_{37}, X_{35}, X_{38}) thành tam giác (X_{39}, X_{40}, X_{41}). Ta bỏ qua nhánh nối giữa hệ thống và E_{234} vì hai đầu X_{41} là đẳng trị

$$X_{39} = X_{37} + X_{38} + \frac{X_{37} \cdot X_{38}}{X_{35}} = 0,2545 + 0,092 + \frac{0,2545 \cdot 0,092}{0,053} = 0,788$$

$$X_{40} = X_{35} + X_{38} + \frac{X_{35} \cdot X_{38}}{X_{37}} = 0,053 + 0,092 + \frac{0,053 \cdot 0,092}{0,2545} = 0,164$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch :

Để sử dụng đường cong tính toán, ta quy đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{40} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,164 \cdot \frac{3.75}{100} = 0,369$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 2,68 ; K_\infty'' = 2,1$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,68 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 33,16 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I''_{\infty} = K''_{\infty} \cdot I_{dmF} = K''_{\infty} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,1 \cdot \frac{3,75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 25,98 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{39}} = \frac{5,499}{0,788} = 6,978 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N4:

$$I''_{0N_4} = I''_0 + I_H = 33,16 + 6,978 = 40,14 \text{ [kA]}$$

$$I''_{\infty N_4} = I''_{\infty} + I_H = 25,98 + 6,978 = 32,96 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N4:

$$i_{xkN_4} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0N_4} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 40,14 = 102,18 \text{ [kA]}$$

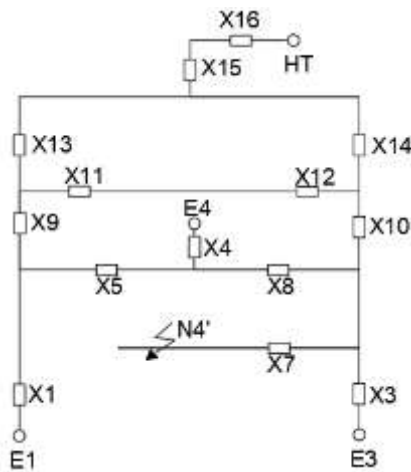
Trong đó K_{xk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khải.

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N4:

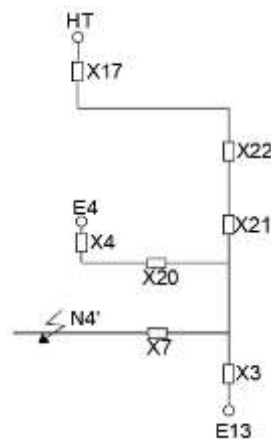
$$I_{xkN_4} = I''_{0N_4} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{xk} - 1)^2} = 40,14 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 60,61 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.4 Điểm ngắn mạch N₄':

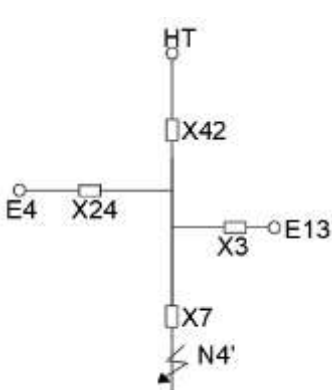
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán các điện kháng:



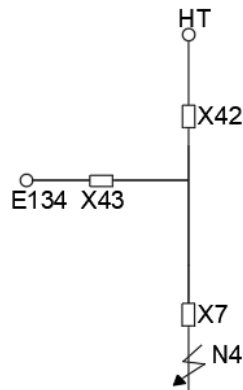
Hình 3.6a



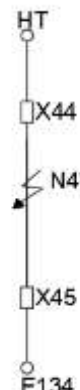
Hình 3.6b



Hình 3.6c



Hình 3.6d



Hình 3.6e

Từ tính toán ở ngắn mạch N1 ta có

$$X_{17} = 0,0875$$

$$X_{11}/X_{12} = 0$$

$$X_{20} = 0,073$$

$$X_{21} = 0,041$$

$$X_{22} = 0,023$$

$$X_{24} = 0,268$$

Từ sơ đồ hình 3.6c ta có:

$$X_{42} = X_{17} + X_{22} + X_{21} = 0,0875 + 0,023 + 0,041 = 0,1515$$

Từ sơ đồ hình 3.6d ta có:

$$X_{43} = \frac{X_{24} \cdot X_3}{X_{24} + X_3} = \frac{0,268 \cdot 0,195}{0,268 + 0,195} = 0,113$$

Từ sơ đồ hình 3.6e ta có: ta biến đổi sơ đồ sao (X_{43}, X_7, X_{42}) thành tam giác (X_{44}, X_{45}, X_{46}), ta bỏ qua nhánh nối giữa hệ thống và E vì hai đầu X_{46} là đẳng trị

$$X_{44} = X_{42} + X_7 + \frac{X_{42} \cdot X_7}{X_{43}} = 0,1515 + 0,146 + \frac{0,1515 \cdot 0,146}{0,113} = 0,493$$

$$X_{45} = X_{43} + X_7 + \frac{X_{43} \cdot X_7}{X_{42}} = 0,113 + 0,146 + \frac{0,113 \cdot 0,146}{0,1515} = 0,368$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{45} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,368 \cdot \frac{3.75}{100} = 0,828$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 1,2; K_\infty'' = 1,32$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 1,2 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 14,85 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 1,32 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 16,33 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{44}} = \frac{5,499}{0,493} = 11,15 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N_4' :

$$I_{0N_4'}'' = I_0'' + I_H = 14,85 + 11,15 = 26 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N_4'}'' = I_\infty'' + I_H = 16,33 + 11,15 = 27,48 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N_4' :

$$i_{xkN_4'} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{0N_4'}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 26 = 66,18 \text{ [kA]}$$

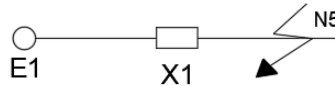
Trong đó K_{xk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái.

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N'_4 :

$$I_{xkN'_4} = I''_{0N_4} \cdot \sqrt{1+2 \cdot (K_{xk}-1)^2} = 26 \cdot \sqrt{1+2 \cdot (1,8-1)^2} = 39,26 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.5 Điểm ngắn mạch N5, N6

a, Biến đổi sơ đồ và tính toán các điện kháng :



Hình 3.7

Vì các máy phát như nhau nên dòng ngắn mạch N5 và N6 là như nhau

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_1 \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,195 \cdot \frac{75}{100} = 0,146$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 6,6 ; K_\infty'' = 2,69$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I''_{0N_5} = I''_{0N_6} = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 6,65 \cdot \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 27,4 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I''_{\infty N_5} = I''_{\infty N_6} = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,69 \cdot \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 11,09 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N5:

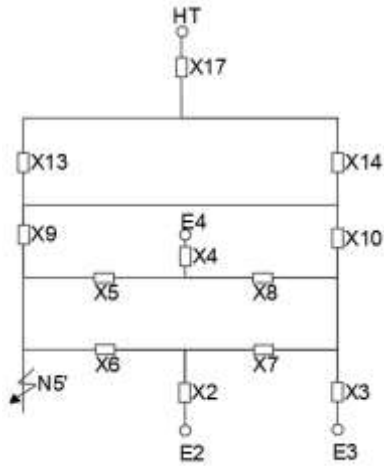
$$i_{xkN_5} = i_{xkN_6} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0N'_5} = \sqrt{2} \cdot 1,91 \cdot 27,4 = 74,01 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N5:

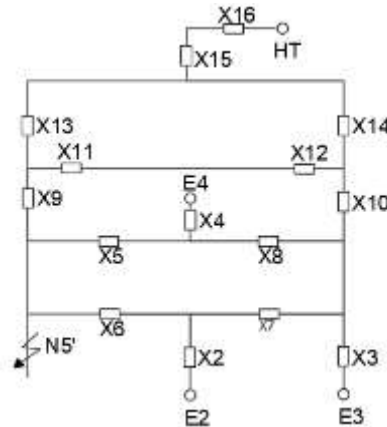
$$I_{xkN_5} = i_{xkN_6} = I''_{0N_5} \cdot \sqrt{1+2 \cdot (K_{xk}-1)^2} = 27,4 \cdot \sqrt{1+2 \cdot (1,91-1)^2} = 44,66 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.6 Điểm ngắn mạch N'_5

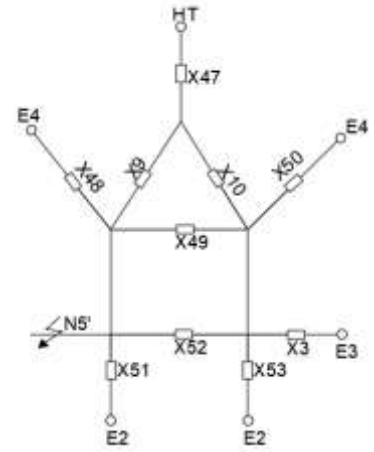
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán điện kháng:



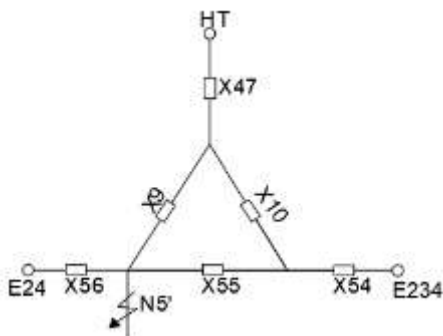
Hình 3.8a



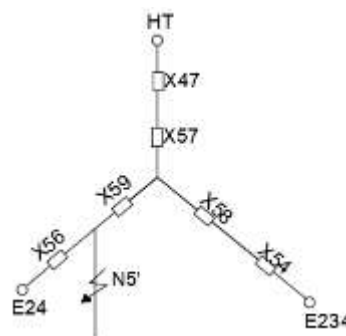
Hình 3.8b



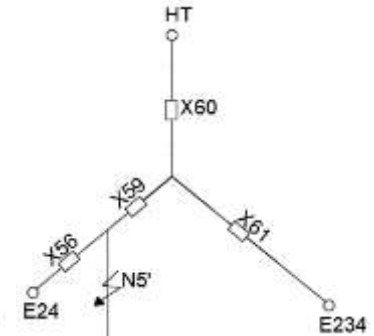
Hình 3.8c



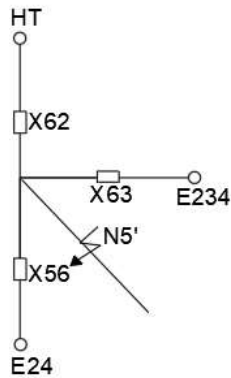
Hình 3.8d



Hình 3.8e



Hình 3.8f



Hình 3.8g



Hình 3.8h

Từ tính toán ở ngắn mạch N1 ta có :

$$X_{17} = 0,0875$$

$$X_{11} // X_{12} = 0$$

Từ sơ đồ hình 3.8c ta có:

$$X_{47} = X_{17} + \frac{X_{13}}{2} = 0,0875 + \frac{0,046}{2} = 0,1105$$

Ta tiếp tục biến đổi sơ đồ sao (X_4, X_5, X_8) thành tam giác (X_{48}, X_{49}, X_{50})

$$X_{48} = X_4 + X_5 + \frac{X_4 \cdot X_5}{X_8} = 0,195 + 0,146 + \frac{0,195 \cdot 0,146}{0,146} = 0,536$$

$$X_{49}=X_5 + X_8 + \frac{X_5 \cdot X_8}{X_4} = 0,146 + 0,146 + \frac{0,146 \cdot 0,146}{0,195} = 0,401$$

$$X_{50}=X_4 + X_8 + \frac{X_4 \cdot X_8}{X_5} = 0,195 + 0,146 + \frac{0,195 \cdot 0,146}{0,146} = 0,536$$

Ta tiếp tục biến đổi sơ đồ sao (X_6, X_2, X_7) thành tam giác (X_{51}, X_{52}, X_{53})

$$X_{51}=X_6 + X_2 + \frac{X_6 \cdot X_2}{X_7} = 0,146 + 0,195 + \frac{0,146 \cdot 0,195}{0,146} = 0,536$$

$$X_{52}=X_6 + X_7 + \frac{X_6 \cdot X_7}{X_2} = 0,146 + 0,146 + \frac{0,146 \cdot 0,146}{0,195} = 0,401$$

$$X_{53}=X_2 + X_7 + \frac{X_2 \cdot X_7}{X_6} = 0,195 + 0,146 + \frac{0,195 \cdot 0,146}{0,146} = 0,536$$

Từ sơ đồ hình 3.8d ta có :

$$X_{56} = \frac{X_{51}}{2} = \frac{0,536}{2} = 0,268$$

$$X_{55} = \frac{X_{52}}{2} = \frac{0,401}{2} = 0,2005$$

$$X_{54'} = \frac{X_{53} \cdot X_3}{X_{53} + X_3} = \frac{0,536 \cdot 0,195}{0,536 + 0,195} = 0,143$$

$$X_{54} = \frac{X_{50} \cdot X_{54'}}{X_{50} + X_{54'}} = \frac{0,536 \cdot 0,143}{0,536 + 0,143} = 0,113$$

Từ sơ đồ hình 3.8e ta có :

Ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_9, X_{10}, X_{55}) thành tam giác (X_{57}, X_{58}, X_{59})

$$X_{57} = \frac{X_9 \cdot X_{10}}{X_9 + X_{10} + X_{55}} = \frac{0,082 \cdot 0,082}{0,082 + 0,082 + 0,2005} = 0,018$$

$$X_{58} = \frac{X_{10} \cdot X_{55}}{X_9 + X_{10} + X_{55}} = \frac{0,082 \cdot 0,2005}{0,082 + 0,082 + 0,2005} = 0,045$$

$$X_{59} = \frac{X_9 \cdot X_{55}}{X_9 + X_{10} + X_{55}} = \frac{0,082 \cdot 0,2005}{0,082 + 0,082 + 0,2005} = 0,045$$

Từ sơ đồ hình 3.8f ta có:

$$X_{60} = X_{47} + X_{57} = 0,1105 + 0,018 = 0,1285$$

$$X_{61} = X_{58} + X_{54} = 0,045 + 0,113 = 0,158$$

Từ sơ đồ hình 3.8g ta có:

Ta biến đổi sơ đồ sao (X_{59}, X_{60}, X_{61}) thành tam giác (X_{62}, X_{63}, X_{64}), ta bỏ qua nhánh nối giữa E và hệ thống vì do hai đầu X_{64} là đẳng trị

$$X_{62}=X_{59} + X_{60} + \frac{X_{59} \cdot X_{60}}{X_{61}} = 0,045 + 0,1285 + \frac{0,045 \cdot 0,1285}{0,313} = 0,192$$

$$X_{63}=X_{59} + X_{61} + \frac{X_{59} \cdot X_{61}}{X_{60}} = 0,045 + 0,158 + \frac{0,045 \cdot 0,158}{0,1285} = 0,258$$

Từ sơ đồ hình 3.8f ta có :

$$X_{65} = \frac{X_{56} \cdot X_{63}}{X_{56} + X_{63}} = \frac{0,268 \cdot 0,258}{0,268 + 0,468} = 0,13$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{65} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,13 \cdot \frac{3.75}{100} = 0,3$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 3,25; K_\infty'' = 2,25$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 3,25 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 40,2 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,25 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 27,84 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{62}} = \frac{5,499}{0,192} = 28,64 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N_5' :

$$I_{0N_5'}'' = I_0'' + I_H = 40,2 + 28,64 = 68,84 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N_5'}'' = I_\infty'' + I_H = 27,84 + 28,64 = 56,48 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N_5' :

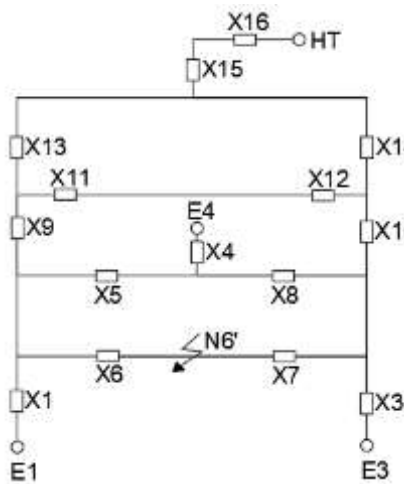
$$i_{xkN_5'} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{0N_5'}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 68,84 = 175,24 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N_5' :

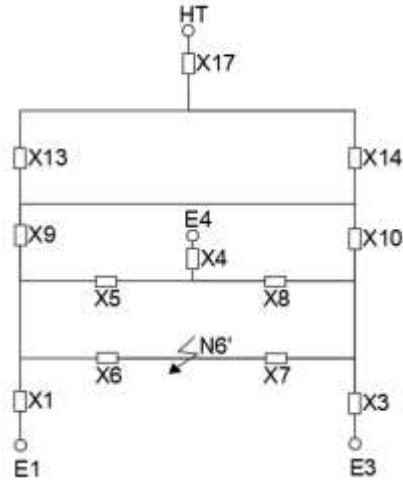
$$I_{xkN_5'} = I_{0N_5'}'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{xk} - 1)^2} = 68,84 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 103,95 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.7 Điểm ngắn mạch N_6'

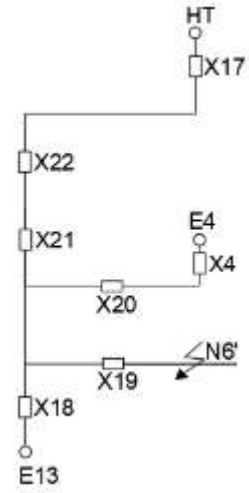
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán điện kháng:



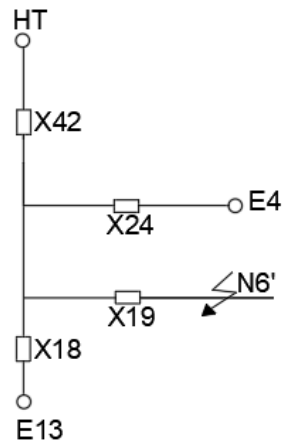
Hình 3.9a



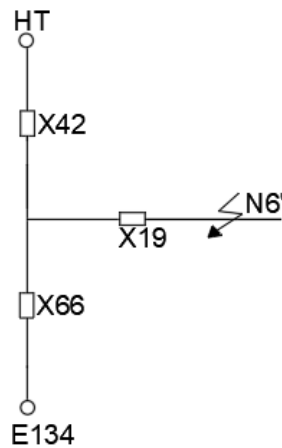
Hình 3.9b



Hình 3.9c



Hình 3.9d



Hình 3.9e



Hình 3.9f

Từ tính toán điểm ngắn mạch N1 ở trên ta có :

$$X_{17} = 0,0875$$

$$X_{11}/X_{12} = 0$$

$$X_{18} = 0,0975$$

$$X_{19} = X_{20} = 0,073$$

$$X_{21} = 0,041$$

$$X_{22} = 0,023$$

Từ sơ đồ hình 3.9d ta có :

$$X_{24} = X_4 + X_{20} = 0,195 + 0,073 = 0,268$$

$$X_{42} = X_{17} + X_{22} + X_{21} = 0,0875 + 0,023 + 0,041 = 0,1515$$

Từ sơ đồ hình 3.9e ta có :

$$X_{66} = \frac{X_{18} \cdot X_{24}}{X_{18} + X_{24}} = \frac{0,0975 \cdot 0,268}{0,0975 + 0,268} = 0,071$$

Từ sơ đồ hình 3.9f ta có :

Ta biến đổi sơ đồ sao (X_{42}, X_{19}, X_{66}) thành tam giác (X_{67}, X_{68}, X_{69}), ta bỏ qua nhánh nối giữa hệ thống và E vì do hai đầu X_{69} là đẳng trị

$$X_{67} = X_{42} + X_{19} + \frac{X_{42} \cdot X_{19}}{X_{66}} = 0,1515 + 0,073 + \frac{0,1515 \cdot 0,073}{0,071} = 0,38$$

$$X_{68} = X_{66} + X_{19} + \frac{X_{66} \cdot X_{19}}{X_{42}} = 0,071 + 0,073 + \frac{0,071 \cdot 0,073}{0,1515} = 0,178$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{68} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,178 \cdot \frac{3.75}{100} = 0,401$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 2,45; K_\infty'' = 2,04$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,45 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 30,31 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,04 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 25,24 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{67}} = \frac{5,499}{0,38} = 14,47 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N'_6 :

$$I_{0N'_6}'' = I_0'' + I_H = 30,31 + 14,47 = 44,78 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N'_6}'' = I_\infty'' + I_H = 25,24 + 14,47 = 39,71 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N'_6 :

$$i_{xkN'_6} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{0N'_6}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 44,78 = 113,99 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N'_6 :

$$I_{xkN'_6} = I_{0N'_6}'' \cdot \sqrt{1+2 \cdot (K_{xk}-1)^2} = 44,78 \cdot \sqrt{1+2 \cdot (1,8-1)^2} = 67,62 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.8 Điểm ngắn mạch N3

Theo nguyên tắc xếp chồng ta có: $I_{N3} = I_{N4} + I_{N5}$

Vậy, trị số dòng ngắn mạch tại điểm N_3 :

$$I_{0N3}'' = I_{0N4}'' + I_{0N5}'' = 40,14 + 28,04 = 68,18 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N3}'' = I_{\infty N4}'' + I_{\infty N5}'' = 32,96 + 11,09 = 44,05 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N_3 :

$$i_{xkN3} = i_{xkN4} + i_{xkN5} = 102,18 + 75,74 = 177,92 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N_3 :

$$I_{xkN3} = I_{xkN4} + I_{xkN5} = 60,61 + 45,7 = 106,31 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.9 Điểm ngắn mạch N₇:

Theo nguyên tắc xếp chồng ta có: $I_{N7}=I_{N5}+I_{N5'}$,

Vậy, trị số dòng ngắn mạch tại điểm N₇:

$$I''_{ON7} = I''_{ON5} + I''_{ON5'} = 27,4 + 68,84 = 96,24 \text{ [kA]}$$

$$I''_{\infty N7} = I''_{\infty N5} + I''_{\infty N5'} = 11,09 + 56,48 = 67,57 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N₇:

$$i_{xkN7} = i_{xkN5} + i_{xkN5'} = 74,01 + 175,24 = 249,25 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N₇:

$$I_{xkN7} = I_{xkN5} + I_{xkN5'} = 44,66 + 103,95 = 148,61 \text{ [kA]}$$

3.2.4.3.10 Điểm ngắn mạch N₈:

Theo nguyên tắc xếp chồng ta có: $I_{N8}=I_{N6}+I_{N6'}$,

Vậy, trị số dòng ngắn mạch tại điểm N₈:

$$I''_{ON8} = I''_{ON6} + I''_{ON6'} = 28,04 + 44,78 = 72,82 \text{ [kA]}$$

$$I''_{\infty N8} = I''_{\infty N6} + I''_{\infty N6'} = 11,09 + 39,71 = 50,8 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N₈:

$$i_{xkN8} = i_{xkN6} + i_{xkN6'} = 75,74 + 113,99 = 189,73 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N₈ :

$$I_{xkN8} = I_{xkN6} + I_{xkN6'} = 45,7 + 67,62 = 113,32 \text{ [kA]}$$

Bảng 3.1 Kết quả tính toán ngắn mạch phương án 1

PA	Điểm NM	Mạch điện	U_{dm} [kV]	I_0'' [kA]	I_{∞}'' [kA]	i_{xk} [kA]	I_{xk} [kA]
1	N ₁	Cao áp	220	4,986	4,466	12,69	7,53
	N ₂	Trung áp	110	9,593	7,973	24,42	14,48
	N ₃	Hạ áp MBA	10,5	68,18	44,05	177,92	106,31
	N ₄	Phân đoạn	10,5	40,14	32,96	102,18	60,61
	N' ₄	Phân đoạn	10,5	26	27,48	66,18	39,26
	N ₅	Máy phát	10,5	27,4	11,09	74,01	44,66
	N' ₅	Máy phát	10,5	68,84	56,48	175,24	103,95
	N ₆	Máy phát	10,5	28,04	11,09	75,74	45,7
	N' ₆	Máy phát	10,5	44,78	39,71	113,99	67,62
	N ₇	Tự dùng	10,5	96,24	67,57	249,25	148,61
	N ₈	Tự dùng	10,5	72,82	50,8	189,73	113,32

3.2.5. Xác định xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch

$$B_N = \int_0^1 i_{N.dt}^2 dt = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

- Trong đó:

B_{NCK} là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch thành phần chu kỳ.

$$B_{NCK} = (I_{\infty N}'')^2 \cdot t_{td}$$

Với:

- $I_{\infty N}''$ là dòng điện ngắn mạch ổn định
- t_{td} là dòng thời gian tương đương thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch

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

$$\text{Mà: } \beta'' = \frac{I_{0N}''}{I_{\infty N}''}$$

- t là thời gian tồn tại ngắn mạch. Trong tính toán gần đúng có thể lấy $t = 0,12s$
- B_{NKCK} là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch thành phần không chu kỳ

$$B_{NKCK} = (I_{0,01.N}'')^2 \cdot T_a \left(1 - e^{-\frac{2t}{T_a}} \right)$$

- Với T_a là hằng số thời gian tương đương của lưới điện khi $t \geq [0,1]$ thì xem $e^{-\frac{2t}{T_a}} \approx 0$ nên: $B_{NKCK} = (I''_{0,01.N})^2 \cdot T_a$

Với $U > 1000V$ thì $T_a = 0,05$ [s]

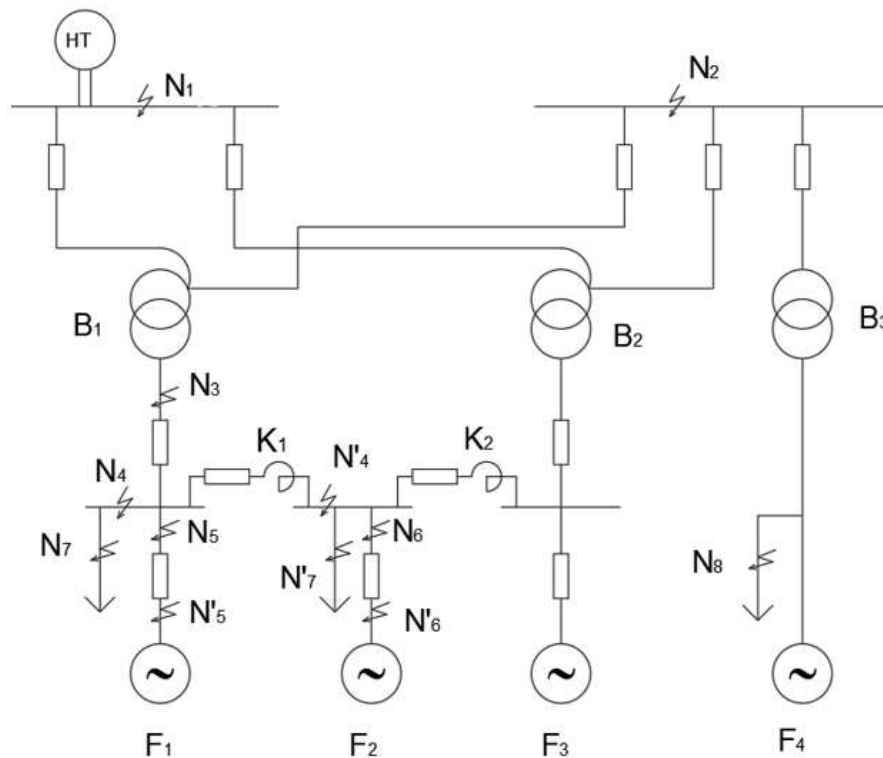
Tra đường cong tính toán hình 3.1 trang 38 sách “ *Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp*” của PGS Nguyễn Hữu Khải, Nxb. KH&KT Hà Nội-2006

Bảng 3.2 Xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch phương án 1

PA	Điểm NM	Mạch điện	I_0'' [kA]	I_∞'' [kA]	B'' [kA]	t_{td} [s]	B_{NCK} [kA] ² .s	B_{NKCK} [kA] ² .s	B_N
1	N ₁	Cao áp	4,986	4,466	1,116	0,02	0,4	1,24	1,64
	N ₂	Trung áp	9,593	7,973	1,203	0,03	1,91	4,6	6,51
	N ₃	Hạ áp	68,18	44,05	1,548	0,08	155,23	232,43	387,66
	N ₄	Phân Đoạn	40,14	32,96	1,218	0,035	38,02	80,56	118,58
	N _{5'}	Máy phát	68,84	56,48	1,22	0,038	121,22	236,95	358,17
	N ₇	Tự dùng	96,24	67,57	1,42	0,06	273,94	463,1	737,04

3.3. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN 2

3.3.1. Sơ đồ tính toán:



Hình 3.10 Sơ đồ nối điện và các điểm ngắn mạch của phương án 2

3.3.2. Các điểm ngắn mạch:

a) Điểm N1:

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện các mạch phía cao áp
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát, máy biến áp và hệ thống đang vận hành bình thường

b) Điểm N2:

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện các mạch phía trung áp
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát, máy biến áp và hệ thống đang vận hành bình thường

c) Điểm N3:

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện mạch hạ áp máy biến áp
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát và hệ thống đang vận hành bình thường chỉ có máy biến áp B1 nghỉ

d) Điểm N4, N4':

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện cho mạch phân đoạn
- Trạng thái sơ đồ:
 - + Điểm N4: Tất cả các máy phát và hệ thống đang vận hành bình thường máy phát F1 và máy biến áp B1 nghỉ

- + Điểm N4': Tất cả các máy phát và hệ thống đang vận hành bình thường, máy phát F2 và K1 nghỉ.

e) Điểm N5, N5', N6, N6':

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện cho mạch máy phát
- Trạng thái sơ đồ:
 - + Điểm N5: Chỉ có máy phát F1 làm việc
 - + Điểm N5': Tất cả làm việc bình thường trừ máy phát F1 nghỉ
 - + Điểm N6: Chỉ có máy phát F2 làm việc
 - + Điểm N6': Tất cả đều làm việc bình thường trừ máy phát F2 nghỉ

f) Điểm N7, N7' :

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện cho mạch tự dùng và mạch phụ tải cấp điện áp máy phát
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát, máy biến áp và hệ thống đang vận hành bình thường

g) Điểm N8

- Mục đích: Để chọn và kiểm tra khí cụ điện cho mạch tự dùng nối bộ F4-B3
- Trạng thái sơ đồ: Tất cả các máy phát, máy biến áp và hệ thống đang vận hành bình thường

Từ sơ đồ hình 3.10 và giả thiết tính toán ngắn mạch, theo nguyên lý xếp chồng ta có:

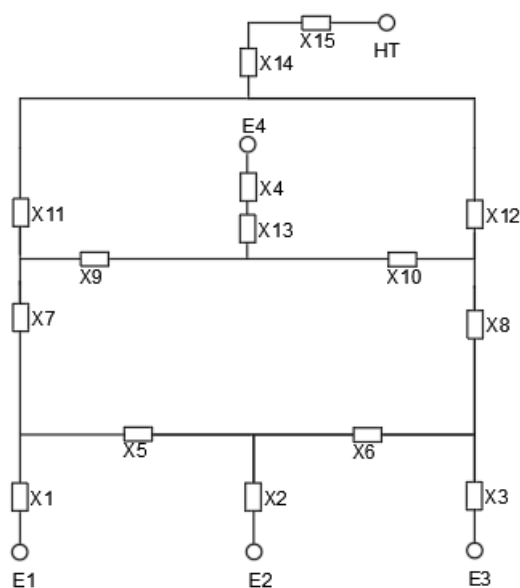
$$I_{N3} = I_{N4} + I_{N5}$$

$$I_{N7} = I_{N5} + I_{N5'}$$

$$I_{N7'} = I_{N6} + I_{N6'}$$

3.3.3. Sơ đồ thay thế:

Với $E1=E2=E3=E4$ (các máy phát là như nhau)



Hình 3.11 Sơ đồ thay thế của phương án 2

3.3.4. Tính toán các thông số của sơ đồ thay thế:

3.3.4.1. Chọn các đại lượng cơ bản

Chọn $S_{cb} = 100$ [MVA]

$$U_{cb10,5} = 10,5 \text{ kV} \rightarrow I_{cb10,5} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,499 \text{ [kA]}$$

$$U_{cb110} = 115 \text{ kV} \rightarrow I_{cb110} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb110}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,502 \text{ [kA]}$$

$$U_{cb220} = 230 \text{ kV} \rightarrow I_{cb230} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb230}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 230} = 0,251 \text{ [kA]}$$

3.3.4.2. Các thông số của sơ đồ thay thế

a, Điện kháng của máy phát F1, F2, F3, F4:

$$X_{Fcb}^* = X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = X_d'' \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmF}} = 0,146 \cdot \frac{100}{75} = 0,195$$

b, Điện kháng của kháng điện phân đoạn:

$$X_{Kcb}^* = X_5 = X_6 = \frac{X_K\%}{100} \cdot \frac{I_{cb10,5}}{I_{dmK}} = \frac{10}{100} \cdot \frac{5,499}{4} = 0,137$$

c, Điện kháng của máy biến áp liên lạc B1, B2:

– Điện kháng của cuộn hạ:

$$\begin{aligned} X_{Hcb}^* = X_7 = X_8 &= \frac{1}{200} \cdot (U_{NC-H\%} + U_{NT-H\%} - U_{NC-T\%}) \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB}} \\ &= \frac{1}{200} \cdot (32 + 20 - 11) \cdot \frac{100}{160} = 0,128 \end{aligned}$$

– Điện kháng của cuộn trung:

$$\begin{aligned} X_{Tcb}^* = X_9 = X_{10} &= \frac{1}{200} \cdot (U_{NC-T\%} + U_{NT-H\%} - U_{NC-H\%}) \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB}} \\ &= \frac{1}{200} \cdot (11 + 20 - 32) \cdot \frac{100}{160} < 0 \Rightarrow X_{Tcb}^* = 0 \end{aligned}$$

– Điện kháng của cuộn cao:

$$\begin{aligned} X_{Ccb}^* = X_{11} = X_{12} &= \frac{1}{200} \cdot (U_{NC-T\%} + U_{NC-H\%} - U_{NT-H\%}) \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB}} \\ &= \frac{1}{200} \cdot (11 + 32 - 20) \cdot \frac{100}{160} = 0,072 \end{aligned}$$

d, Điện kháng của máy biến áp hai cuộn dây B3 :

$$X_{13} = \frac{U_N\%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB_3}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{100}{80} = 0,131$$

e, Điện kháng của đường dây liên lạc với hệ thống:

$$X_{Dcb}^* = X_{14} = \frac{X_0 \cdot l}{2} \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb220}^2} = \frac{0,4 \cdot 200}{2} \cdot \frac{100}{230^2} = 0,076$$

Đối với đường dây truyền tải ta có $x_0 = 0.4$ [Ω/km]

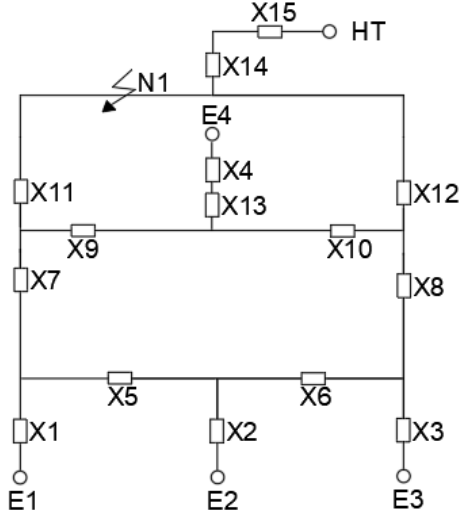
f, Điện kháng của hệ thống:

$$X_{HTcb}^* = X_{15} = \frac{S_{cb}}{S_{HT}} \cdot X_{HT} = \frac{100}{2000} \cdot 0,23 = 0,0115$$

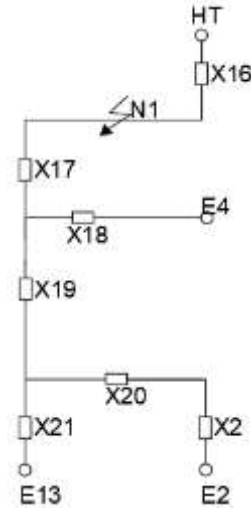
3.3.4.3. Tính toán dòng ngắn mạch:

3.3.4.3.1 Điểm ngắn mạch N1:

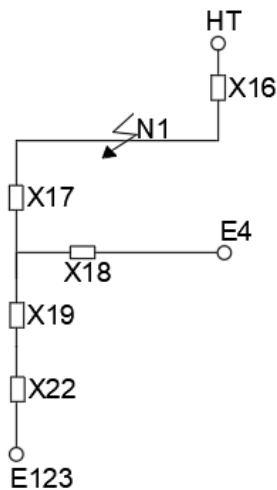
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán các điện kháng:



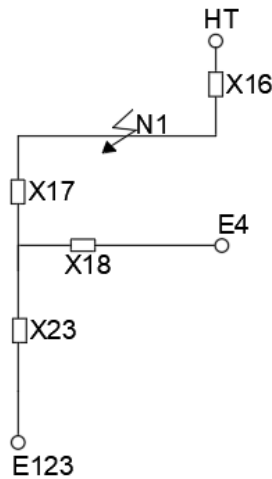
Hình 3.12a



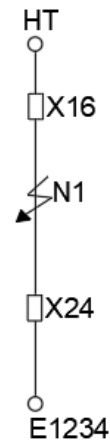
Hình 3.12b



Hình 3.12c



Hình 3.12d



Hình 3.12e

Từ sơ đồ hình 3.12b trên ta có

$$X_{16} = X_{14} + X_{15} = 0,076 + 0,0115 = 0,0875$$

$$X_{17} = \frac{X_{11}}{2} = \frac{0,072}{2} = 0,036$$

$$X_{18} = X_4 + X_{13} = 0,195 + 0,131 = 0,326$$

$$X_{19} = \frac{X_7}{2} = \frac{0,128}{2} = 0,064$$

$$X_{20} = \frac{X_5}{2} = \frac{0,137}{2} = 0,0685$$

$$X_{21} = \frac{X_1}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,0975$$

Từ sơ đồ hình 3.12c ta có :

$$X_{22} = \frac{X_{21} \cdot (X_{20} + X_2)}{X_{21} + (X_{20} + X_2)} = \frac{0,0975 \cdot (0,0685 + 0,195)}{0,0975 + (0,0685 + 0,195)} = 0,07$$

Từ sơ đồ hình 3.12d ta có :

$$X_{23} = X_{22} + X_{19} = 0,07 + 0,064 = 0,134$$

Từ sơ đồ hình 3.12e ta có :

$$X_{24} = \frac{X_{23} \cdot X_{18}}{X_{23} + X_{18}} + X_{17} = \frac{0,134 \cdot 0,326}{0,134 + 0,326} + 0,036 = 0,131$$

b, tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{\text{ttdm}}^* = X_{24} \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{S_{\text{cb}}} = 0,131 \cdot \frac{300}{100} = 0,393$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K''_0 = 2,48; K''_{\infty} = 2,05$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I''_0 = K''_0 \cdot I_{\text{dmF}} = K''_0 \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb220}}} = 2,48 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 230} = 1,87 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I''_{\infty} = K''_{\infty} \cdot I_{\text{dmF}} = K''_{\infty} \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb220}}} = 2,05 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 230} = 1,54 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{\text{cb220}}}{X_H} = \frac{I_{\text{cb220}}}{X_{16}} = \frac{0,251}{0,0875} = 2,87 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N1:

$$I''_{0N_1} = I''_0 + I_H = 1,87 + 2,87 = 4,74 \text{ [kA]}$$

$$I''_{\infty N_1} = I''_{\infty} + I_H = 1,54 + 2,87 = 4,41 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N1:

$$i_{\text{xkN}_1} = \sqrt{2} \cdot K_{\text{xk}} \cdot I''_{0N_1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 4,74 = 12,07 \text{ [kA]}$$

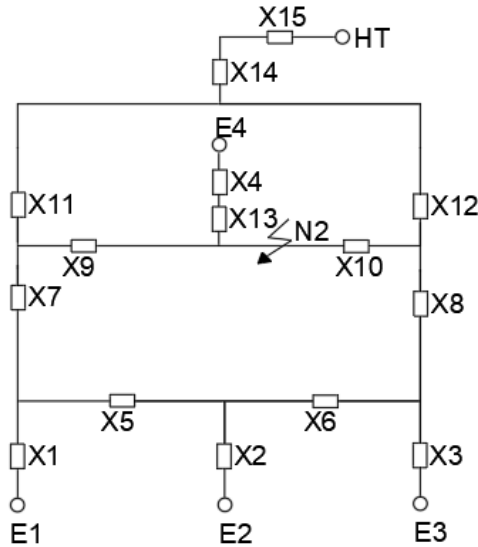
Trong đó K_{xk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006.

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N1:

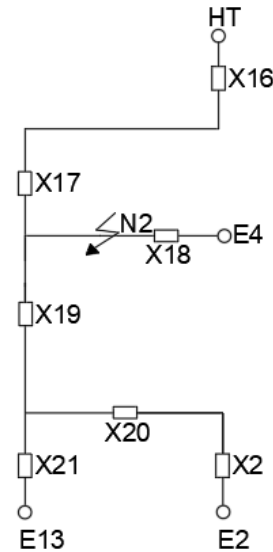
$$I_{xkN_1} = I_{0N_1}'' \cdot \sqrt{1+2 \cdot (K_{xk}-1)^2} = 4,74 \cdot \sqrt{1+2 \cdot (1,8-1)^2} = 7,16 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.2 Điểm ngắn mạch N2

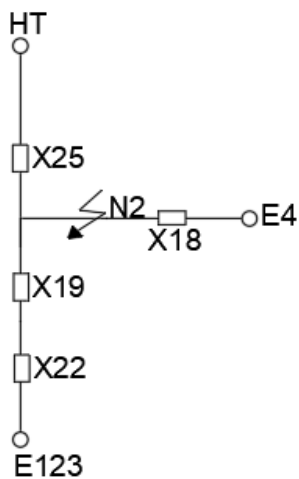
a, Biến đổi sơ đồ tính toán các điện kháng:



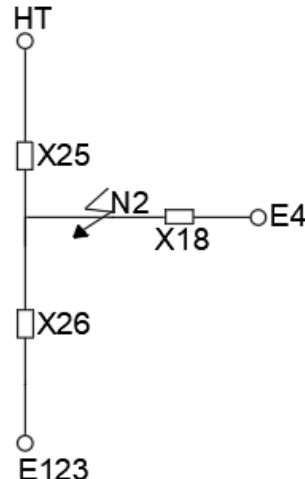
Hình 3.13a



Hình 3.13b



Hình 3.13c



Hình 3.13d



Hình 3.13e

Từ tính toán ở điểm ngắn mạch N1 ta có:

$$X_{16} = 0,0875$$

$$X_{17} = 0,036$$

$$X_{18} = 0,326$$

$$X_{19} = 0,064$$

$$X_{20} = 0,0685$$

$$X_{21} = 0,0975$$

$$X_{22} = 0,07$$

Từ sơ đồ hình 3.13c ta có :

$$X_{25} = X_{16} + X_{17} = 0,0875 + 0,036 = 0,1235$$

Từ sơ đồ hình 3.13d ta có :

$$X_{26} = X_{19} + X_{22} = 0,064 + 0,07 = 0,134$$

Ta tiếp tục biến đổi, ở sơ đồ hình 3.13e ta có :

$$X_{27} = \frac{X_{26} \cdot X_{18}}{X_{26} + X_{18}} = \frac{0,134 \cdot 0,326}{0,134 + 0,326} = 0,095$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch :

Để sử dụng đường cong tính toán, ta quy đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{27} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,095 \cdot \frac{300}{100} = 0,285$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 3,4; K_\infty'' = 2,3$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb110}} = 3,4 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,12 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb110}} = 2,3 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 115} = 3,46 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb110}}{X_H} = \frac{I_{cb110}}{X_{25}} = \frac{0,502}{0,1235} = 4,06 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N2:

$$I_{0N_2}'' = I_0'' + I_H = 5,12 + 4,06 = 9,18 \text{ [kA]}$$
$$I_{\infty N_2}'' = I_\infty'' + I_H = 3,46 + 4,06 = 7,52 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N2:

$$i_{xkN_2} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{0N_2}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,18 = 23,37 \text{ [kA]}$$

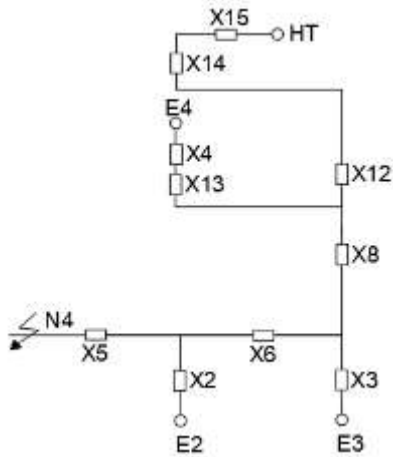
Trong đó K_{xk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái.

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N1:

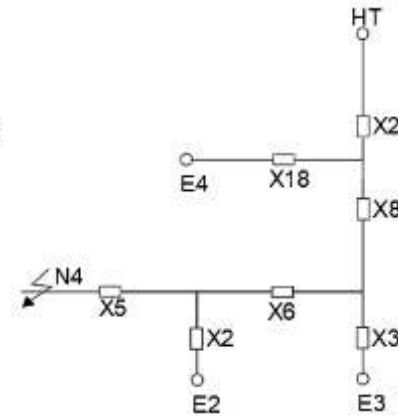
$$I_{xkN_2} = I_{0N_2}'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{xk} - 1)^2} = 9,18 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 13,86 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.3 Điểm ngắn mạch N4

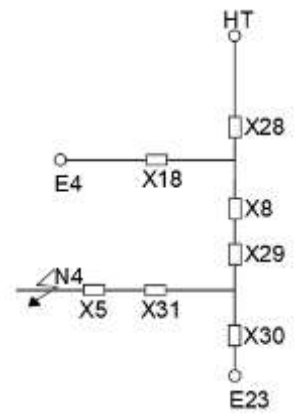
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán điện kháng:



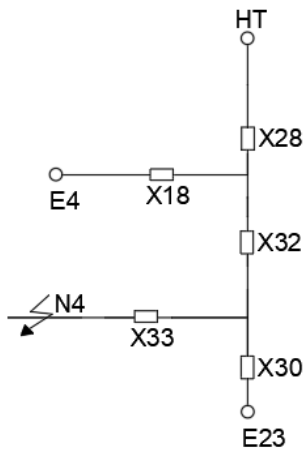
Hình 3.14a



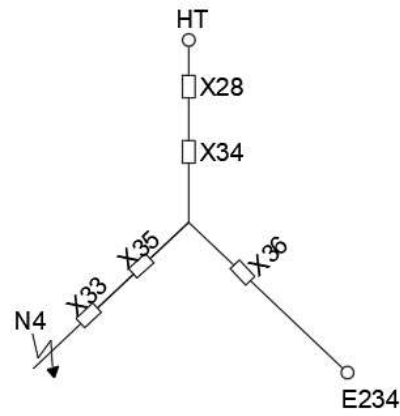
Hình 3.14b



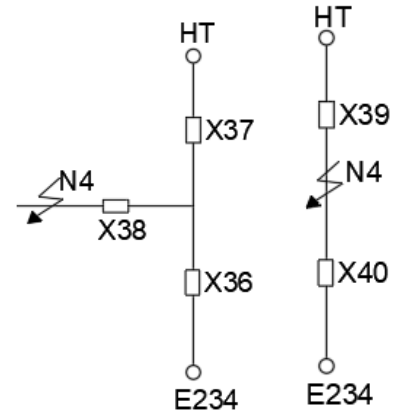
Hình 3.14c



Hình 3.14d



Hình 3.14e



Hình 3.14f Hình 3.14g

Từ sơ đồ hình 3.14b ta có :

$$X_{18} = 0,326 \text{ (đã tính ở ngắn mạch N1)}$$

$$X_{28} = X_{15} + X_{14} + X_{12} = 0,0115 + 0,076 + 0,072 = 0,1595$$

Từ sơ đồ hình 3.14c ta có:

Ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_6, X_3, X_2) thành sao (X_{29}, X_{30}, X_{31})

$$X_{29} = \frac{X_6 \cdot X_3}{X_6 + X_3 + X_2} = \frac{0,137 \cdot 0,195}{0,137 + 0,195 + 0,195} = 0,05$$

$$X_{30} = \frac{X_2 \cdot X_3}{X_6 + X_3 + X_2} = \frac{0,195 \cdot 0,195}{0,137 + 0,195 + 0,195} = 0,07$$

$$X_{31} = \frac{X_2 \cdot X_6}{X_6 + X_3 + X_2} = \frac{0,195 \cdot 0,137}{0,137 + 0,195 + 0,195} = 0,05$$

Từ sơ đồ hình 3.14d ta có :

$$X_{32} = X_8 + X_{29} = 0,128 + 0,05 = 0,178$$

$$X_{33} = X_5 + X_{31} = 0,137 + 0,05 = 0,187$$

Từ sơ đồ hình 3.14e ta có : ta tiếp tục biến đổi sơ đồ tam giác (X_{18}, X_{32}, X_{30}) thành sao (X_{34}, X_{35}, X_{36})

$$X_{34} = \frac{X_{18} \cdot X_{32}}{X_{18} + X_{32} + X_{30}} = \frac{0,326 \cdot 0,178}{0,326 + 0,178 + 0,07} = 0,101$$

$$X_{35} = \frac{X_{30} \cdot X_{32}}{X_{18} + X_{32} + X_{30}} = \frac{0,07 \cdot 0,178}{0,326 + 0,178 + 0,07} = 0,022$$

$$X_{36} = \frac{X_{18} \cdot X_{30}}{X_{18} + X_{32} + X_{30}} = \frac{0,326 \cdot 0,07}{0,326 + 0,178 + 0,07} = 0,04$$

Từ sơ đồ hình 3.14f ta có :

$$X_{37} = X_{28} + X_{34} = 0,1595 + 0,101 = 0,261$$

$$X_{38} = X_{33} + X_{35} = 0,187 + 0,022 = 0,209$$

Từ sơ đồ hình 3.14g ta có: ta biến đổi sơ đồ sao (X_{36}, X_{37}, X_{38}) thành tam giác (X_{39}, X_{40}, X_{41}), ta bỏ qua nhánh nối giữa hệ thống và E vì do hai đầu X_{41} là đẳng trị

$$X_{39} = X_{37} + X_{38} + \frac{X_{37} \cdot X_{38}}{X_{36}} = 0,261 + 0,209 + \frac{0,261 \cdot 0,209}{0,04} = 1,83$$

$$X_{40} = X_{36} + X_{38} + \frac{X_{36} \cdot X_{38}}{X_{37}} = 0,04 + 0,209 + \frac{0,04 \cdot 0,209}{0,261} = 0,281$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch :

Để sử dụng đường cong tính toán, ta quy đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{40} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,281 \cdot \frac{3.75}{100} = 0,632$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khải), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 1,56 ; K_\infty'' = 1,6$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 1,56 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 19,3 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 1,6 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 19,79 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{39}} = \frac{5,499}{1,83} = 3,005 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N4:

$$I_{0N4}'' = I_0'' + I_H = 19,3 + 3,005 = 22,305 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N4}'' = I_\infty'' + I_H = 19,79 + 3,005 = 22,795 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N4:

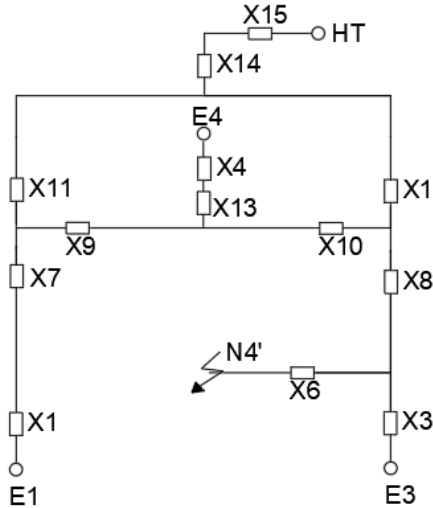
$$i_{\text{kk}N_4} = \sqrt{2} \cdot K_{\text{kk}} \cdot I_{0N_4}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 22,305 = 56,78 [\text{kA}]$$

Trong đó K_{kk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khải, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006. Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N4:

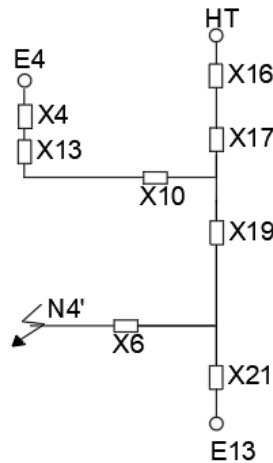
$$I_{\text{kk}N_4} = I_{0N_4}'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{\text{kk}} - 1)^2} = 22,305 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 33,68 [\text{kA}]$$

3.3.4.3.4 Điểm ngắn mạch N₄':

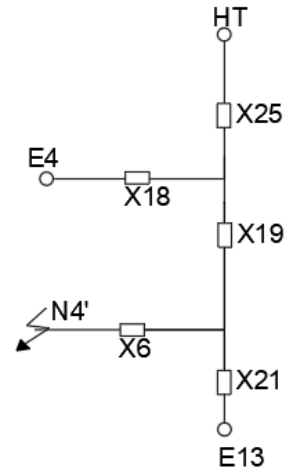
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán các điện kháng:



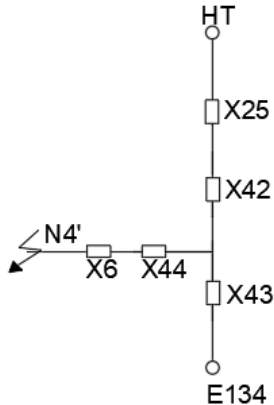
Hình 3.15a



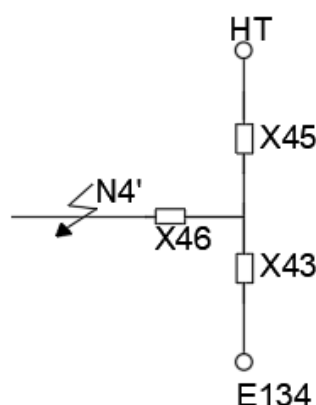
Hình 3.15b



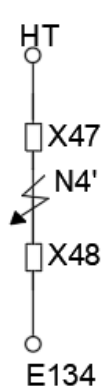
Hình 3.15c



Hình 3.15d



Hình 3.15e



Hình 3.15f

Từ tính toán ở điểm ngắn mạch N1 và N2 ta có :

$$X_{16} = 0,0875$$

$$X_{17} = 0,036$$

$$X_{18} = 0,326$$

$$X_{19} = 0,064$$

$$X_{21} = 0,0975$$

$$X_{25} = 0,1235$$

Từ sơ đồ hình 3.15d ta có: ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_{18}, X_{19}, X_{21}) thành sao (X_{42}, X_{43}, X_{44})

$$X_{42} = \frac{X_{18} \cdot X_{19}}{X_{18} + X_{19} + X_{21}} = \frac{0,326 \cdot 0,064}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,043$$

$$X_{43} = \frac{X_{18} \cdot X_{21}}{X_{18} + X_{19} + X_{21}} = \frac{0,326 \cdot 0,0975}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,065$$

$$X_{44} = \frac{X_{19} \cdot X_{21}}{X_{18} + X_{19} + X_{21}} = \frac{0,064 \cdot 0,0975}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,013$$

Từ sơ đồ hình 3.15e ta có :

$$X_{45} = X_{25} + X_{42} = 0,1235 + 0,043 = 0,1665$$

$$X_{46} = X_6 + X_{44} = 0,137 + 0,013 = 0,15$$

Từ sơ đồ hình 3.15f ta có: ta biến đổi sơ đồ sao (X_{45}, X_{46}, X_{43}) thành tam giác (X_{47}, X_{48}, X_{49}), ta bỏ qua nhánh nối giữa hệ thống và E vì hai đầu X_{49} là đẳng trị

$$X_{47} = X_{45} + X_{46} + \frac{X_{45} \cdot X_{46}}{X_{43}} = 0,1665 + 0,15 + \frac{0,1665 \cdot 0,15}{0,065} = 0,7$$

$$X_{48} = X_{43} + X_{46} + \frac{X_{43} \cdot X_{46}}{X_{45}} = 0,065 + 0,15 + \frac{0,065 \cdot 0,15}{0,1665} = 0,3$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{48} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,3 \cdot \frac{3.75}{100} = 0,675$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 1,45; K_\infty'' = 1,53$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 1,45 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 17,94 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 1,53 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 18,93 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{47}} = \frac{5,499}{0,7} = 7,86 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N_4' :

$$I_{0N_4'}'' = I_0'' + I_H = 17,94 + 7,86 = 25,8 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N_4'}'' = I_\infty'' + I_H = 18,93 + 7,86 = 26,79 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N_4' :

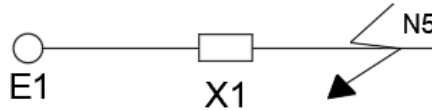
$$i_{xkN_4'} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{0N_4'}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 25,8 = 65,68 \text{ [kA]}$$

Trong đó K_{xk} là hệ số xung kích, phụ thuộc vào chỗ ngắn mạch, được tra ở bảng 3.2 trang 37 sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006. Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N'_4 :

$$I_{xkN'_4} = I''_{0N'_4} \cdot \sqrt{1+2 \cdot (K_{xk}-1)^2} = 25,8 \cdot \sqrt{1+2 \cdot (1,8-1)^2} = 38,96 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.5 Điểm ngắn mạch N5, N6

a, Biến đổi sơ đồ và tính toán các điện kháng :



Hình 3.16

Vì các máy phát như nhau nên dòng ngắn mạch N5 và N6 là như nhau

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_1 \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,195 \cdot \frac{75}{100} = 0,146$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 6,8 ; K_\infty'' = 2,69$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I''_{0N_5} = I''_{0N_6} = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 6,8 \cdot \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 28,04 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I''_{\infty N_5} = I''_{\infty N_6} = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,69 \cdot \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 11,09 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N5:

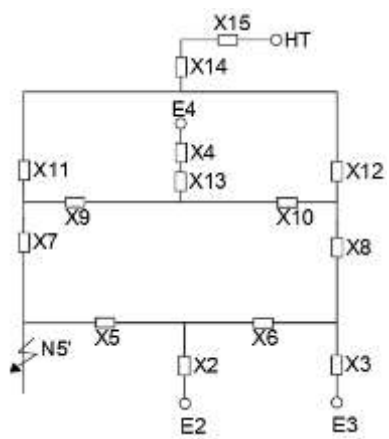
$$i_{xkN_5} = i_{xkN_6} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0N'_5} = \sqrt{2} \cdot 1,91 \cdot 28,04 = 75,74 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N5:

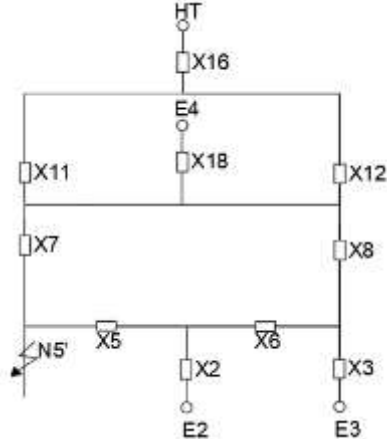
$$I_{xkN_5} = i_{xkN_6} = I''_{0N_5} \cdot \sqrt{1+2 \cdot (K_{xk}-1)^2} = 28,04 \cdot \sqrt{1+2 \cdot (1,91-1)^2} = 45,7 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.6 Điểm ngắn mạch N₅

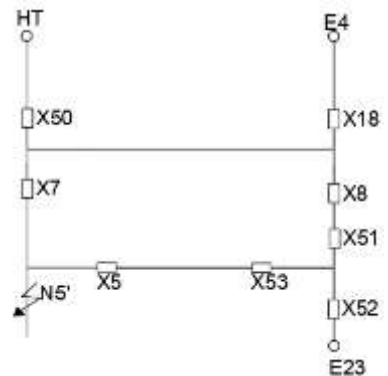
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán điện kháng:



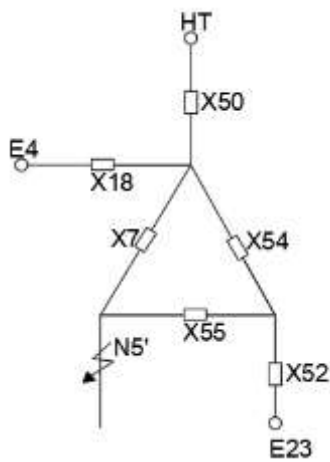
Hình 3.17a



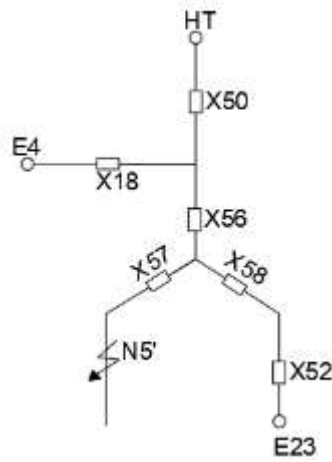
Hình 3.17b



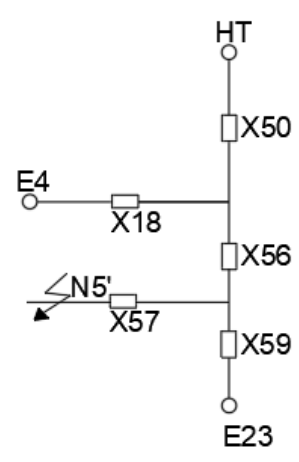
Hình 3.17c



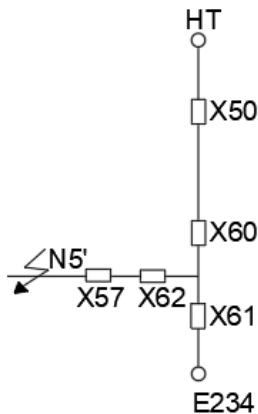
Hình 3.17d



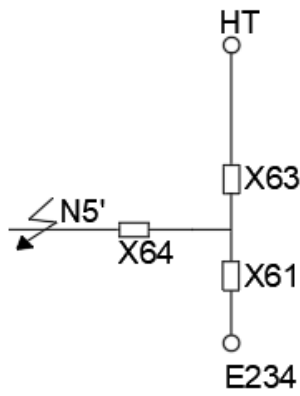
Hình 3.17e



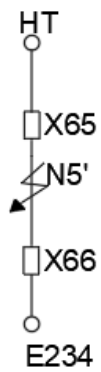
Hình 3.17f



Hình 3.17g



Hình 3.17h



Hình 3.17i

Từ tính toán ở điểm ngắn mạch N1 ta có

$$X_{16} = 0,0875$$

$$X_{18} = 0,326$$

Từ sơ đồ hình 3.17c ta có:

$$X_{50} = X_{16} + \frac{X_{11}}{2} = 0,0875 + \frac{0,072}{2} = 0,1235$$

Ta tiếp tục biến đổi sơ đồ tam giác (X₂, X₆, X₃) thành sao (X₅₁, X₅₂, X₅₃)

$$X_{51} = \frac{X_6 \cdot X_3}{X_6 + X_3 + X_2} = \frac{0,137 \cdot 0,195}{0,137 + 0,195 + 0,195} = 0,051$$

$$X_{52} = \frac{X_2 \cdot X_3}{X_6 + X_3 + X_2} = \frac{0,195 \cdot 0,195}{0,137 + 0,195 + 0,195} = 0,072$$

$$X_{53} = \frac{X_6 \cdot X_2}{X_6 + X_3 + X_2} = \frac{0,137 \cdot 0,195}{0,137 + 0,195 + 0,195} = 0,051$$

Từ sơ đồ hình 3.17d ta có :

$$X_{54} = X_8 + X_{51} = 0,128 + 0,051 = 0,179$$

$$X_{55} = X_5 + X_{53} = 0,137 + 0,051 = 0,188$$

Từ sơ đồ hình 3.17e ta có : ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_7, X_{54}, X_{55}) thành sao (X_{56}, X_{57}, X_{58})

$$X_{56} = \frac{X_7 \cdot X_{54}}{X_7 + X_{54} + X_{55}} = \frac{0,128 \cdot 0,179}{0,128 + 0,179 + 0,188} = 0,046$$

$$X_{57} = \frac{X_7 \cdot X_{55}}{X_7 + X_{54} + X_{55}} = \frac{0,128 \cdot 0,188}{0,128 + 0,179 + 0,188} = 0,049$$

$$X_{58} = \frac{X_{54} \cdot X_{55}}{X_7 + X_{54} + X_{55}} = \frac{0,179 \cdot 0,188}{0,128 + 0,179 + 0,188} = 0,068$$

Từ sơ đồ hình 3.17f ta có :

$$X_{59} = X_{58} + X_{52} = 0,068 + 0,072 = 0,14$$

Từ sơ đồ hình 3.17g ta có : ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_{18}, X_{56}, X_{59}) thành sao (X_{60}, X_{61}, X_{62})

$$X_{60} = \frac{X_{18} \cdot X_{56}}{X_{18} + X_{56} + X_{59}} = \frac{0,326 \cdot 0,046}{0,326 + 0,046 + 0,14} = 0,03$$

$$X_{61} = \frac{X_{18} \cdot X_{59}}{X_{18} + X_{56} + X_{59}} = \frac{0,326 \cdot 0,14}{0,326 + 0,046 + 0,14} = 0,09$$

$$X_{62} = \frac{X_{56} \cdot X_{59}}{X_{18} + X_{56} + X_{59}} = \frac{0,046 \cdot 0,14}{0,326 + 0,046 + 0,14} = 0,013$$

Từ sơ đồ hình 3.17h ta có :

$$X_{63} = X_{50} + X_{60} = 0,1235 + 0,03 = 0,1535$$

$$X_{64} = X_{57} + X_{62} = 0,049 + 0,013 = 0,062$$

Từ sơ đồ hình 3.17i ta có : ta biến đổi sơ đồ sao (X_{63}, X_{64}, X_{61}) thành tam giác (X_{65}, X_{66}, X_{67}), ta bỏ qua nhánh nối giữa E và hệ thống vì do hai đầu X_{67} là đẳng trị

$$X_{65} = X_{63} + X_{64} + \frac{X_{63} \cdot X_{64}}{X_{61}} = 0,1535 + 0,062 + \frac{0,1535 \cdot 0,062}{0,09} = 0,32$$

$$X_{66} = X_{61} + X_{64} + \frac{X_{61} \cdot X_{64}}{X_{63}} = 0,09 + 0,062 + \frac{0,09 \cdot 0,062}{0,1535} = 0,19$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức ($X_{tt\text{dm}}^*$)

$$X_{tt\text{dm}}^* = X_{66} \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{S_{\text{cb}}} = 0,19 \cdot \frac{3,75}{100} = 0,43$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khải), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 2,31; K_\infty'' = 1,95$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{\text{dmF}} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb}10,5}} = 2,31 \cdot \frac{3,75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 28,58 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{\text{dmF}} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb}10,5}} = 1,95 \cdot \frac{3,75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 24,12 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{\text{cb}10,5}}{X_H} = \frac{I_{\text{cb}10,5}}{X_{65}} = \frac{5,499}{0,32} = 17,18 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N₅' :

$$I_{0N'_5}'' = I_0'' + I_H = 28,58 + 17,18 = 45,76 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N'_5}'' = I_\infty'' + I_H = 24,12 + 17,18 = 41,3 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N₅' :

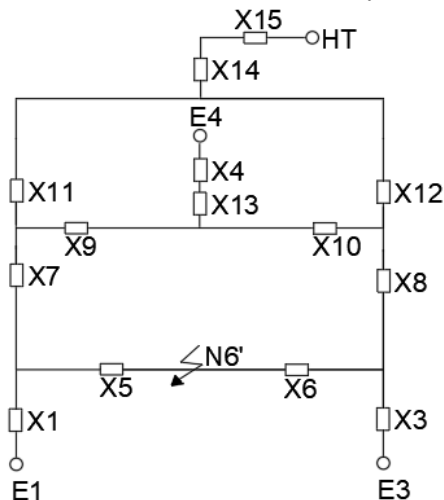
$$i_{\text{xkN}'_5} = \sqrt{2} \cdot K_{\text{xk}} \cdot I_{0N'_5}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 45,76 = 116,49 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N₅' :

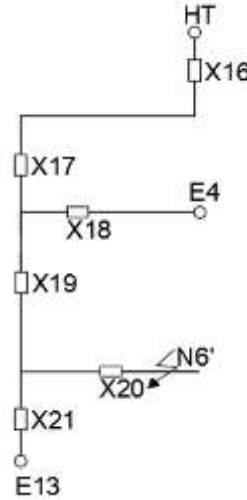
$$I_{\text{xkN}'_5} = I_{0N'_5}'' \cdot \sqrt{1+2 \cdot (K_{\text{xk}}-1)^2} = 45,76 \cdot \sqrt{1+2 \cdot (1,8-1)^2} = 69,1 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.7 Điểm ngắn mạch N₆'

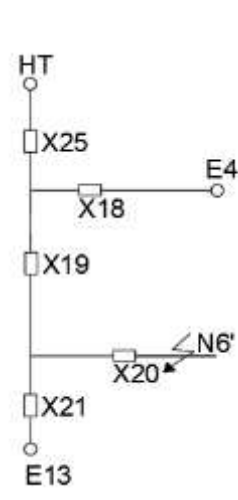
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán điện kháng:



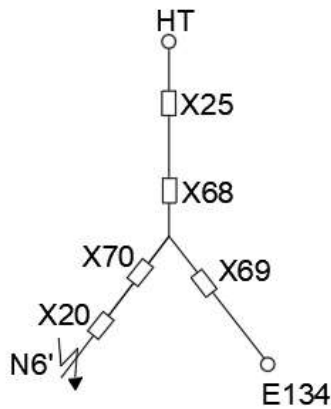
Hình 3.18a



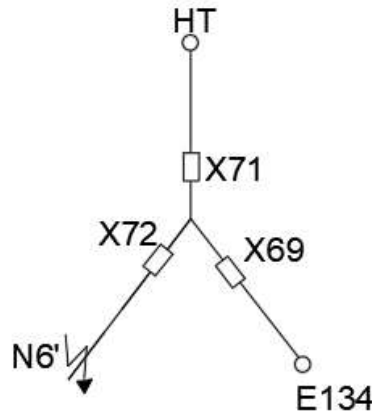
Hình 3.18b



Hình 3.18c



Hình 3.18d



Hình 3.18e



Hình 3.18f

Từ tính toán ở điểm ngắn mạch N1 và N2 ta có :

$$X_{16} = 0,0875$$

$$X_{17} = 0,036$$

$$X_{18} = 0,326$$

$$X_{19} = 0,064$$

$$X_{20} = 0,0685$$

$$X_{21} = 0,0975$$

$$X_{25} = 0,1235$$

Từ sơ đồ hình 3.18d ta có : ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_{18}, X_{19}, X_{21}) thành sao (X_{68}, X_{69}, X_{70})

$$X_{68} = \frac{X_{18} \cdot X_{19}}{X_{18} + X_{19} + X_{21}} = \frac{0,326 \cdot 0,064}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,04$$

$$X_{69} = \frac{X_{18} \cdot X_{21}}{X_{18} + X_{19} + X_{21}} = \frac{0,326 \cdot 0,0975}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,065$$

$$X_{70} = \frac{X_{19} \cdot X_{21}}{X_{18} + X_{19} + X_{21}} = \frac{0,064 \cdot 0,0975}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,013$$

Từ sơ đồ hình 3.18e ta có :

$$X_{71} = X_{25} + X_{68} = 0,1235 + 0,04 = 0,1635$$

$$X_{72} = X_{20} + X_{70} = 0,0685 + 0,013 = 0,0815$$

Từ sơ đồ hình 3.18f ta có : ta biến đổi sơ đồ sao (X_{71}, X_{72}, X_{69}) thành tam giác (X_{73}, X_{74}, X_{75}), ta bỏ qua nhánh nối giữa hệ thống và E vì do hai đầu X_{75} là đẳng trị

$$X_{73} = X_{71} + X_{72} + \frac{X_{71} \cdot X_{72}}{X_{69}} = 0,1635 + 0,0815 + \frac{0,1635 \cdot 0,0815}{0,065} = 0,45$$

$$X_{74} = X_{69} + X_{72} + \frac{X_{69} \cdot X_{72}}{X_{71}} = 0,065 + 0,0815 + \frac{0,065 \cdot 0,0815}{0,1635} = 0,18$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức (X_{ttdm}^*)

$$X_{ttdm}^* = X_{74} \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{S_{cb}} = 0,18 \cdot \frac{3.75}{100} = 0,405$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khải), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 2,48; K_\infty'' = 2,05$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,48 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 30,68 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,05 \cdot \frac{3.75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 25,36 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{73}} = \frac{5,499}{0,45} = 12,22 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N₆' :

$$I_{0N'_6}'' = I_0'' + I_H = 30,68 + 12,22 = 42,9 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N'_6}'' = I_\infty'' + I_H = 25,36 + 12,22 = 37,58 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N₆' :

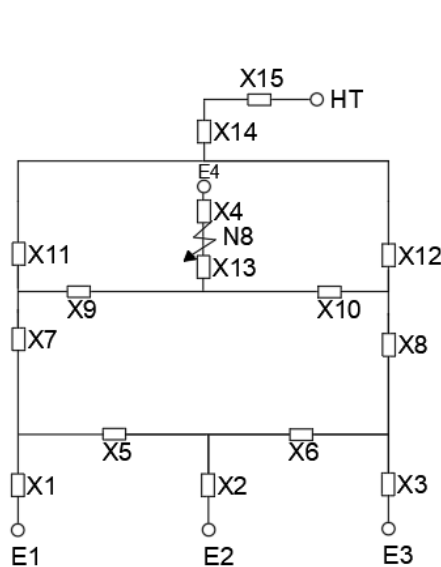
$$i_{xkN'_6} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{0N'_6}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 42,9 = 109,21 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N₆' :

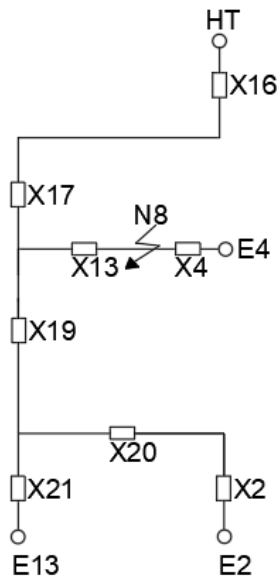
$$I_{xkN'_6} = I_{0N'_6}'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{xk} - 1)^2} = 42,9 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 67,78 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.8 Điểm ngắn mạch N8

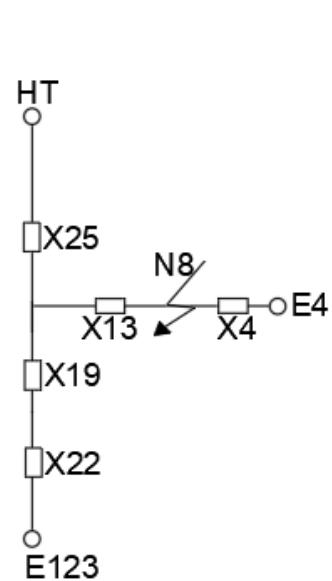
a, Biến đổi sơ đồ và tính toán điện kháng:



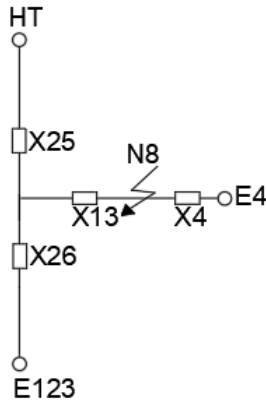
Hình 3.19a



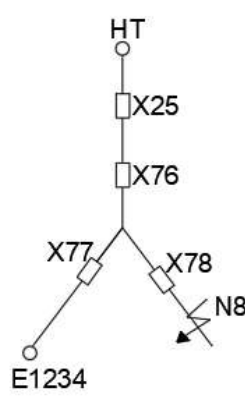
Hình 3.19b



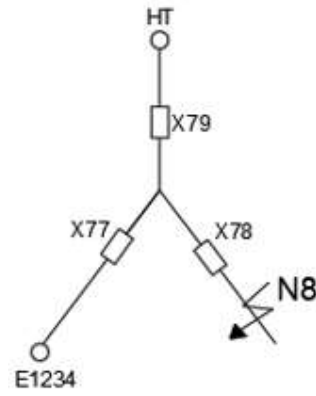
Hình 3.19c



Hình 3.19d



Hình 3.19e



Hình 3.19f



Hình 3.19g

Từ tính toán ở điểm ngắn mạch N1 và N2 ta có :

$$X_{16} = 0,0875$$

$$X_{17} = 0,036$$

$$X_{19} = 0,064$$

$$X_{20} = 0,0685$$

$$X_{21} = 0,0975$$

$$X_{22} = 0,07$$

$$X_{25} = 0,1235$$

$$X_{26} = 0,134$$

Từ sơ đồ hình 3.19e ta có : ta biến đổi sơ đồ tam giác (X_{26}, X_{13}, X_4) thành sao (X_{76}, X_{77}, X_{78})

$$X_{76} = \frac{X_{26} \cdot X_{13}}{X_{26} + X_{13} + X_4} = \frac{0,134 \cdot 0,131}{0,134 + 0,131 + 0,195} = 0,04$$

$$X_{77} = \frac{X_{26} \cdot X_4}{X_{26} + X_{13} + X_4} = \frac{0,134 \cdot 0,195}{0,134 + 0,131 + 0,195} = 0,057$$

$$X_{78} = \frac{X_4 \cdot X_{13}}{X_{26} + X_{13} + X_4} = \frac{0,195 \cdot 0,131}{0,134 + 0,131 + 0,195} = 0,056$$

Từ sơ đồ hình 3.19f ta có :

$$X_{79} = X_{25} + X_{76} = 0,1235 + 0,04 = 0,1635$$

Từ sơ đồ hình 3.19g ta có : ta biến đổi sơ đồ sao (X_{77}, X_{78}, X_{79}) thành tam giác (X_{80}, X_{81}, X_{82}), ta bỏ qua nhánh nối giữa hệ thống và E vì do hai đầu X_{82} là đẳng trị

$$X_{80} = X_{79} + X_{78} + \frac{X_{79} \cdot X_{78}}{X_{77}} = 0,1635 + 0,056 + \frac{0,1635 \cdot 0,056}{0,057} = 0,38$$

$$X_{81} = X_{77} + X_{78} + \frac{X_{77} \cdot X_{78}}{X_{79}} = 0,057 + 0,056 + \frac{0,057 \cdot 0,056}{0,1635} = 0,133$$

b, Tính toán dòng ngắn mạch:

Để sử dụng đường cong tính toán, ta qui đổi điện kháng tính toán về hệ đơn vị tương đối định mức ($X_{tt\text{dm}}^*$)

$$X_{tt\text{dm}}^* = X_{81} \cdot \frac{\sum S_{\text{dmFi}}}{S_{\text{cb}}} = 0,133 \cdot \frac{300}{100} = 0,4$$

Tra đường cong tính toán (hình 3.5 trang 44 sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái), ta được bội số của thành phần không chu kỳ dòng điện ngắn mạch:

$$K_0'' = 2,47; K_\infty'' = 2,04$$

Dòng siêu quá độ ban đầu do các máy phát điện cung cấp:

$$I_0'' = K_0'' \cdot I_{dmF} = K_0'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,47 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 40,74 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch duy trì các do máy phát điện cung cấp:

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot I_{dmF} = K_\infty'' \cdot \frac{\sum S_{dmFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb10,5}} = 2,04 \cdot \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 33,65 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_H} = \frac{I_{cb10,5}}{X_{80}} = \frac{5,499}{0,38} = 14,47 \text{ [kA]}$$

Trị số dòng ngắn mạch tại điểm N_6' :

$$I_{0N_8}'' = I_0'' + I_H = 40,74 + 14,47 = 55,21 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N_8}'' = I_\infty'' + I_H = 33,65 + 14,47 = 48,12 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N_6' :

$$i_{xkN_8} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{0N_8}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 55,21 = 140,54 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N_6' :

$$I_{xkN_8} = I_{0N_8}'' \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{xk} - 1)^2} = 55,21 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,8 - 1)^2} = 88,36 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.9 Điểm ngắn mạch N3

Theo nguyên tắc xếp chồng ta có: $I_{N3} = I_{N4} + I_{N5}$

Vậy, trị số dòng ngắn mạch tại điểm N_3 :

$$I_{0N3}'' = I_{0N4}'' + I_{0N5}'' = 22,305 + 28,04 = 50,345 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N3}'' = I_{\infty N4}'' + I_{\infty N5}'' = 22,795 + 11,09 = 33,885 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N_3 :

$$i_{xkN3} = i_{xkN4} + i_{xkN5} = 56,78 + 75,74 = 132,52 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N_3 :

$$I_{xkN3} = I_{xkN4} + I_{xkN5} = 33,68 + 45,7 = 79,38 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.10 Điểm ngắn mạch N7:

Theo nguyên tắc xếp chồng ta có: $I_{N7} = I_{N5} + I_{N5'}$

Vậy, trị số dòng ngắn mạch tại điểm N_7 :

$$I_{0N7}'' = I_{0N5}'' + I_{0N5'}'' = 28,04 + 45,76 = 73,8 \text{ [kA]}$$

$$I_{\infty N7}'' = I_{\infty N5}'' + I_{\infty N5'}'' = 11,09 + 41,3 = 52,39 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N_7 :

$$i_{xkN7} = i_{xkN5} + i_{xkN5'} = 75,74 + 116,49 = 192,23 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N_7 :

$$I_{xkN7} = I_{xkN5} + I_{xkN5'} = 45,7 + 69,1 = 114,8 \text{ [kA]}$$

3.3.4.3.11 Điểm ngắn mạch N₇' :

Theo nguyên tắc xếp chồng ta có: $I_{N7'} = I_{N6} + I_{N6'}$

Vậy, trị số dòng ngắn mạch tại điểm N₈:

$$I''_{ON8} = I''_{ON6} + I''_{ON6'} = 28,04 + 42,9 = 70,94 \text{ [kA]}$$

$$I''_{\infty N8} = I''_{\infty N6} + I''_{\infty N6'} = 11,09 + 37,58 = 48,67 \text{ [kA]}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại N₈:

$$i_{xkN8} = i_{xkN6} + i_{xkN6'} = 75,74 + 109,21 = 184,95 \text{ [kA]}$$

Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích tại N₈ :

$$I_{xkN8} = I_{xkN6} + I_{xkN6'} = 45,7 + 67,78 = 113,48 \text{ [kA]}$$

Bảng 3.3 Kết quả tính toán ngắn mạch của phương án 2

PA	Điểm NM	Mạch điện	U_{dm} [kV]	I_0'' [kA]	I_∞'' [kA]	i_{xk} [kA]	I_{xk} [kA]
2	N ₁	Cao áp	220	4,74	4,41	12,07	7,16
	N ₂	Trung áp	110	9,18	7,52	23,37	13,86
	N ₃	Hạ áp MBA	10,5	50,345	33,885	132,52	79,38
	N ₄	Phân đoạn	10,5	22,305	22,795	56,78	33,68
	N' ₄	Phân đoạn	10,5	25,8	26,79	65,68	38,96
	N ₅	Máy phát	10,5	28,04	11,09	75,74	45,7
	N' ₅	Máy phát	10,5	45,76	41,3	116,49	69,1
	N ₆	Máy phát	10,5	28,04	11,09	75,74	45,7
	N' ₆	Máy phát	10,5	42,9	37,58	109,21	67,78
	N ₇	Tự dùng	10,5	73,8	52,39	192,23	114,8
	N' ₇	Tự dùng	10,5	70,94	48,67	184,95	113,48
	N ₈	Tự dùng	10,5	55,21	48,12	140,54	88,36

3.3.5. Xác định xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch

$$B_N = \int_0^1 i_{N.dt}^2 = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

- Trong đó:

B_{NCK} là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch thành phần chu kỳ.

$$B_{NCK} = (I_{\infty N}'')^2 \cdot t_{td}$$

Với:

- $I_{\infty N}''$ là dòng điện ngắn mạch ổn định
- t_{td} là dòng thời gian tương đương thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch

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

$$\text{Mà: } \beta'' = \frac{I_{0N}''}{I_{\infty N}''}$$

- t là thời gian tồn tại ngắn mạch. Trong tính toán gần đúng có thể lấy $t = 0,12[s]$
- B_{NKCK} là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch thành phần không chu kỳ

$$B_{NKCK} = (I''_{0,01.N})^2 \cdot T_a \left(1 - e^{-\frac{2t}{T_a}} \right)$$

- Với T_a là hằng số thời gian tương đương của lưới điện khi $t \geq 0,1[s]$ thì xem $e^{-\frac{2t}{T_a}} \approx 0$ nên: $B_{NKCK} = (I''_{0,01.N})^2 \cdot T_a$

Với $U > 1000V$ thì $T_a = 0,05 [s]$

Tra đường cong tính toán hình 3.1 trang 38 sách “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” của PGS Nguyễn Hữu Khái, Nxb. KH&KT Hà Nội-2006

Bảng 3.4 Xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch phương án 2

PA	Điểm NM	Mạch điện	I_0'' [kA]	I_∞'' [kA]	B'' [kA]	t_{td} [s]	B_{NCK} [kA] ² .s	B_{NKCK} [kA] ² .s	B_N
2	N ₁	Cao áp	4,74	4,41	1,07	0,025	0,49	1,12	1,61
	N ₂	Trung áp	9,18	7,52	1,22	0,04	2,26	4,21	6,47
	N ₃	Hạ áp	50,345	33,885	1,49	0,09	103,34	126,73	230,07
	N ₄ '	Phân Đoạn	25,8	26,79	0,96	0,018	12,92	33,28	46,2
	N ₅ '	Máy phát	45,76	41,3	1,11	0,03	51,17	104,7	155,87
	N ₇	Tự dùng	73,8	52,39	1,41	0,08	219,58	272,322	491,902

CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN SO SÁNH KINH TẾ - KỸ THUẬT CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU

4.1. TÍNH TOÁN CHỈ TIÊU KINH TẾ

4.1.1. Các chỉ tiêu đánh giá

Mục đích của chương này là tính toán so sánh các phương án về mặt kinh tế để từ đó lựa chọn ra phương án vừa đảm bảo tính kỹ thuật vừa thỏa mãn tiêu chí kinh tế nhất. Để so sánh về mặt kinh tế giữa hai phương án ta quan tâm đến :

- Vốn đầu tư
- Chi phí vận hành hằng năm

4.1.2. Chọn các đại lượng cơ bản

Vốn đầu tư của một phương án được tính theo công thức sau

$$V = V_B + V_{TPPP}$$

Trong đó

- V_B : vốn đầu tư máy biến áp được xác định theo công thức

$$V_B = \sum K_B \cdot V_B$$

- + K_B : hệ số xét đến lắp đặt và vận chuyển máy biến áp
- + V_B : tiền mua máy biến áp

Hệ số K_B ta tra theo bảng 4.1 sách *Thiết kế Nhà máy điện và Trạm biến áp- NXB Khoa Học và Kỹ thuật Hà Nội - 2006* của PGS. Nguyễn Hữu Khải

Ta có bảng giá máy biến áp được lựa chọn trong 2 phương án là

Bảng 4.1 Giá thành của máy biến áp

Loại máy biến áp	S_{dm} [MVA]	Giá thành [VNĐ]	K_B
АТДЦТН	250	30.10^9	1,3
ТДЦ	80	8.10^9	1,5
АТДЦТН	160	15.10^9	1,4

- V_{TPPP} : vốn đầu tư xây dựng thiết bị phân phối

$$V_{TBPP} = \sum n_i \cdot V_{TPPPi}$$

- + n_i : số mạch cấp điện áp i
- + V_{TPPPi} : giá thành mỗi mạch TBPP cấp điện áp i

Bảng 4.2 Giá của kháng điện phân đoạn

I_{dm} (kA)	Giá (VND)
3	150.10^6
4	190.10^6

4.1.3. Chi phí vận hành hằng năm

Chi phí vận hành của các phương án được tính theo công thức sau :

$$P = P_k + P_p + P_t$$

- P_k : tiền khấu hao hằng năm về vốn đầu tư và sửa chữa lớn [đ/năm]

$$P_k = \frac{a\%V}{100}$$

+ a : định mức khấu hao % , lấy $a = 8,4\%$ (dựa vào bảng 4.2 trang 52 sách *Thiết kế Nhà máy điện và Trạm biến áp* – NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006 của PGS.Nguyễn Hữu Khải)

+ V : vốn đầu tư của một phương án

- P_p : chi phí phục vụ thiết bị sửa chữa thường xuyên và tiền lương công nhân đồng/năm).

Chi phí này tạo nên một phần không đáng kể so với tổng chi phí sản xuất, mặt khác nó cũng khác nhau ít giữa các phương án so sánh nên khi đánh giá hiệu quả kinh tế của phương án có thể bỏ qua chi phí này.

- P_t : chi phí do tổn thất điện năng hằng năm trong máy biến áp

$$P_t = \beta \cdot \Delta A$$

+ β : giá thành trung bình điện năng trong HTĐ, lấy $\beta = 600$ đồng/kWh

+ ΔA : tổn thất điện năng hằng năm trong máy biến áp [kWh]

4.2. CHỌN MÁY CẮT ĐIỆN VÀ DAO CÁCH LY

4.2.1. Điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt và dao cách ly

a) Máy cắt

❖ Điều kiện chọn:

– Điện áp định mức: $U_{dmMC} \geq U_{mạng}$

– Dòng điện định mức: $I_{dmMC} \geq I_{cb}$

– Dòng cắt định mức: $I_{cdm} \geq I''_N$

❖ Kiểm tra:

– Kiểm tra ổn định động: $I_{ôđđ} \geq I_{xk}$

– Kiểm tra ổn định nhiệt: $I_{nh}^2 \cdot t_{nh} \geq B_N$

b) Dao cách ly:

❖ Điều kiện chọn:

– Điện áp định mức: $U_{dmDCL} \geq U_{mạng}$

– Dòng điện định mức: $I_{dmDCL} \geq I_{cb}$

❖ Kiểm tra:

– Kiểm tra ổn định động: $I_{ôđđ} \geq I_{xk}$

– Kiểm tra ổn định nhiệt: $I_{nh}^2 \cdot t_{nh} \geq B_N$

4.2.2. Tính dòng điện cường bức và chọn máy cắt, dao cách ly cho phương án 1

4.2.2.1. Các mạch phía cao áp 220 kV:

a) Đường dây liên lạc với hệ thống :

$$I_{bt} = \frac{S_{thmax}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{89,71}{2\sqrt{3} \cdot 220} = 0,12 \text{ [kA]}$$

Trong đó: S_{thmax} : là công suất thừa lớn nhất nhà máy phát về hệ thống.

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,12 = 0,24 \text{ [kA]}$$

b) Đường dây kép phụ tải :

$$I_{bt} = \frac{S_{ptmax}^D}{2\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{P_{ptmax}^D}{2\sqrt{3} \cdot \cos\varphi_{UC} \cdot U_{dmC}} = \frac{40}{2\sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 220} = 0,062 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,062 = 0,124 \text{ [kA]}$$

c) Mạch cao áp máy biến áp liên lạc B1, B2

$$I_{bt} = \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{Cmax}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{47,06}{2\sqrt{3} \cdot 220} = 0,06 \text{ [kA]}$$

Dòng cường bức tính theo khả năng quá tải của MBA:

$$I_{cb} = \frac{K_{qt}^{SC} \cdot S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{1,2 \cdot 250}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,787 \text{ [kA]}$$

d) Thanh góp cấp điện áp cao:

Dòng bình thường:

$$I_{bt} = \max\{I_{bt}\} = 0,12 \text{ [kA]}$$

Dòng cường bức:

$$I_{cb} = \max\{I_{cb}\} = 0,787 \text{ [kA]}$$

➤ Kết luận: so sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn dòng cường bức

$I_{cb} = 0,787 \text{ [kA]}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 220 kV

4.2.2.2. Các mạch phía trung áp 110 kV:

a) Đường dây đơn phụ tải :

$$I_{bt} = \frac{P_{ptmax}^D}{\sqrt{3} \cdot \cos\varphi_{UT} \cdot U_{dmT}} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 110} = 0,066 \text{ [kA]}$$

b) Đường dây kép phụ tải :

$$I_{bt} = \frac{P_{ptmax}^K}{2\sqrt{3} \cdot \cos\varphi_{UT} \cdot U_{dmT}} = \frac{30}{2\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 110} = 0,098 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,098 = 0,196 \text{ [kA]}$$

c) Mạch trung áp máy biến áp liên lạc B1, B2 :

$$I_{bt} = \frac{S_{Tmax}}{2\sqrt{3}U_T} = \frac{100}{2\sqrt{3} \cdot 110} = 0,26[\text{kA}]$$

Dòng cường bức được tính sự cố một máy biến áp liên lạc và phụ tải ở trung áp lớn nhất:

$$I_{cb} = \frac{S_{UTmax}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,525 [\text{kA}]$$

d) Thanh góp cấp điện áp trung :

Dòng bình thường:

$$I_{bt} = \max\{I_{bt}\} = 0,26 [\text{kA}]$$

Dòng cường bức:

$$I_{cb} = \max\{I_{cb}\} = 0,525 [\text{kA}]$$

- Kết luận: so sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn dòng cường bức $I_{cb} = 0,525 [\text{kA}]$ để chọn khí cụ điện cho mạch 110 kV

4.2.2.3. Các mạch phía hạ áp 10,5kV

a) Mạch hạ áp máy biến áp liên lạc B1,B2 :

$$I_{bt} = \frac{S_{Hmax}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{147,06}{2\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,04 [\text{kA}]$$

$$I_{cb} = \frac{K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB1}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{1,2 \cdot 0,5 \cdot 250}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 8,25 [\text{kA}]$$

b) Mạch đầu cực máy phát :

$$I_{bt} = \frac{S_{dmF}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,12 [\text{kA}]$$

$$I_{cb} = 1,05 \cdot I_{bt} = 1,05 \cdot 4,12 = 4,326 [\text{kA}]$$

c) Mạch phân đoạn :

$$I_{bt} = I_K^{bt} = 1,28 [\text{kA}]^1$$

$$I_{cb} = I_K^{cb} = 2,81 [\text{kA}]^2$$

d) Mạch tự dùng :

$$I_{bt} = \frac{S_{tdmaxFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{0,05 \cdot 75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,21 [\text{kA}]$$

$$I_{cb} = 1,05 \cdot I_{bt} = 1,05 \cdot 0,21 = 0,2205 [\text{kA}]$$

e) Thanh góp cấp điện áp máy phát

Dòng bình thường:

$$I_{bt} = \max\{I_{bt}\} = 4,04 [\text{kA}]$$

Dòng cường bức:

$$I_{cb} = \max\{I_{cb}\} = 8,25 [\text{kA}]$$

¹: Dòng điện bình thường qua kháng được tính ở chương 2 mục 2.4.2.1

²: Dòng điện cường bức qua kháng được tính ở chương 2 mục 2.4.2.1

- Kết luận: so sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn dòng cường bức $I_{cb} = 8,25 \text{ [kA]}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 10,5 kV

4.2.2.4. Chọn máy cắt và dao cách ly

Bảng 4.3 Loại và thông số máy cắt của phương án 1

MẠCH TÍNH TOÁN	ĐIỂM NGĂN MẠCH	THÔNG SỐ TÍNH TOÁN					THÔNG SỐ ĐỊNH MỨC					GIÁ [VNĐ]
		U_{dm} [kV]	I_{cb} [kA]	I''_N [kA]	I_{xk} [kA]	LOẠI MÁY CẮT	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{cdm} [kA]	$I_{ôd}$ [kA]	$I_{nh/tnh}$ [kA/s]	
Cao áp MBA	N1	220	0,787	4,986	12,69	BB B- 220- 31,5/2000	220	2000	31,5	80	31,5/3	600.10^6
Trung áp MBA	N2	110	0,525	9,593	24,42	BBY-110- 40/2000	110	2000	40	102	40/3	475.10^6
Hạ áp MBA	N3	10,5	8,08	68,18	177,92	MT - 10 - 9000/1800	10	9000	90	300	70/10	450.10^6
Phân đoạn	N4	10,5	2,81	40,14	102,18	MT - 10 - 3200 - 45Y3	10	3200	45	120	45/4	200.10^6
Tự dùng	N7	10,5	0,2205	96,24	249,25	MT - 10 - 5000/1800	10	5000	105	300	70/10	275.10^6
Máy phát	N5'	10,5	4,326	68,84	175,24	MT - 10 - 5000/1800	10	5000	105	300	70/10	275.10^6

Bảng 4.4 Loại và thông số dao cách ly của phương án 1

		THÔNG SỐ TÍNH TOÁN				THÔNG SỐ ĐỊNH MỨC				GIÁ [VNĐ]
MẠCH TÍNH TOÁN	ĐIỂM NGẮN MẠCH	U_{dm} [kV]	I_{cb} [kA]	I_{xk} [kA]	LOẠI DAO CÁCH LY	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{odd} [kA]	I_{nh}/t_{nh} [kA/s]	
Cao áp MBA	N1	220	0,787	12,69	PHД-220T/800	220	800	80	19,6/10	550.10^6
Trung áp MBA	N2	110	0,525	24,42	PJHД-110-600	110	600	80	12/10	325.10^6
Hạ áp MBA	N3	10,5	8,08	177,92	PBK-20/12500	20	12500	320	125/4	850.10^6
Phân đoạn	N4	10,5	2,81	102,18	PJIB-10/3000	10	3000	140	50/10	250.10^6
Tự dùng	N7	10,5	0,2205	249,25	PBK-20/6000	20	6000	250	75/10	500.10^6
Máy phát	N5'	10,5	4,326	175,24	PBK-100/5000	10	5000	200	70/10	375.10^6

4.2.3. Tính dòng điện cường bức và chọn máy cắt , dao cách ly cho phương án 2

4.2.3.1. Các mạch phía cao áp 220 kV:

a) Đường dây kép liên lạc với hệ thống :

$$I_{bt} = \frac{S_{thmax}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{89,71}{2\sqrt{3} \cdot 220} = 0,12 \text{ [kA]}$$

Trong đó: S_{thmax} : là công suất thừa lớn nhất nhà máy phát về hệ thống.

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,12 = 0,24 \text{ [kA]}$$

b) Đường dây kép phụ tải :

$$I_{bt} = \frac{S_{ptmax}^K}{2\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{P_{ptmax}^K}{2\sqrt{3} \cdot \cos\varphi_{UC} \cdot U_{dmC}} = \frac{40}{2\sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 220} = 0,062 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,062 = 0,124 \text{ [kA]}$$

c) Mạch cao áp máy biến áp liên lạc B1, B2:

$$I_{bt} = \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{Cmax}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{47,06}{2\sqrt{3} \cdot 220} = 0,06 \text{ [kA]}$$

Dòng cường bức tính theo khả năng quá tải của MBA:

$$I_{cb} = \frac{K_{qt}^{SC} \cdot S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{1,2 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,504 \text{ [kA]}$$

d) Thanh góp cấp điện áp cao :

Dòng bình thường:

$$I_{bt} = \max\{I_{bt}\} = 0,12 \text{ [kA]}$$

Dòng cường bức:

$$I_{cb} = \max\{I_{cb}\} = 0,504 \text{ [kA]}$$

- Kết luận: so sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn dòng cường bức $I_{cb} = 0,504 \text{ [kA]}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 220 kV

4.2.3.2. Các mạch phía trung áp 110 kV:

a) Đường dây đơn phụ tải :

$$I_{bt} = \frac{P_{ptmax}^D}{\sqrt{3} \cdot \cos\varphi_{UT} \cdot U_{dmT}} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 110} = 0,066 \text{ [kA]}$$

b) Đường dây kép phụ tải :

$$I_{bt} = \frac{P_{ptmax}^K}{2\sqrt{3} \cdot \cos\varphi_{UT} \cdot U_{dmT}} = \frac{30}{2\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 110} = 0,098 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,098 = 0,196 \text{ [kA]}$$

c) Mạch trung áp máy biến áp liên lạc B1, B2 :

$$I_{bt} = \frac{S_{Tmax}}{2\sqrt{3} U_T} = \frac{28,75}{2\sqrt{3} \cdot 110} = 0,075 \text{ [kA]}$$

Trường hợp sự cố một máy biến áp tự ngẫu liên lạc B1(B2):

$$I_{cb} = \frac{K_{qtsc} S_{dmB1}}{\sqrt{3} U_T} = \frac{1,2 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 110} = 1,01 \text{ [kA]}$$

d) Mạch nối bộ F4-B3 :

$$I_{bt} = \frac{S_{dmF4} - S_{tdF4max}}{\sqrt{3}U_T} = \frac{75 - \frac{15}{4}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,37 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = \frac{1,05 \cdot S_{dmF}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{1,05 \cdot 75}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,413 \text{ [kA]}$$

e) Thanh góp cấp điện áp trung :

Dòng bình thường:

$$I_{bt} = \max\{I_{bt}\} = 0,37 \text{ [kA]}$$

Dòng cường bức:

$$I_{cb} = \max\{I_{cb}\} = 1,01 \text{ [kA]}$$

➤ Kết luận: so sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn dòng cường bức

$I_{cb} = 1,01 \text{ [kA]}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 110 kV

4.2.3.3. Các mạch phía hạ áp 10,5kV

a) Mạch hạ áp máy biến áp liên lạc B1,B2 :

$$I_{bt} = \frac{S_{Hmax}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{75,81}{2\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2,08 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = \frac{K_{qt}^{sc} \cdot K_{cl} \cdot S_{dmB1}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{1,2 \cdot 0,5 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,28 \text{ [kA]}$$

b) Mạch đầu cực máy phát :

$$I_{bt} = \frac{S_{dmF}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,12 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = 1,05 \cdot I_{bt} = 1,05 \cdot 4,12 = 4,33 \text{ [kA]}$$

c) Đường dây của phụ tải

- Đường dây đơn

$$I_{bt} = \frac{S_{ptmax}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 0,65 \text{ [kA]}$$

- Đường dây kép

$$I_{bt} = \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{ptmax}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{20}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 0,65 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,65 = 1,3 \text{ [kA]}$$

d) Mạch phân đoạn :

$$I_{bt} = I_K^{bt} = 1,05 \text{ [kA]}^3$$

$$I_{cb} = I_K^{cb} = 3,3 \text{ [kA]}^4$$

e) Mạch nối từ máy biến áp B3 đến S_{td4}

³ : Dòng điện bình thường qua kháng được tính ở chương 2 mục 2.4.3.1

⁴ : Dòng điện cường bức qua kháng được tính ở chương 2 mục 2.4.3.1

$$I_{bt} = \frac{S_{dmF4} - S_{tdF4max}}{\sqrt{3} \cdot U_{Fdm}} = \frac{75 - 5\% \cdot 75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 3,92 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = \frac{1,05 \cdot S_{dmF4}}{\sqrt{3} \cdot U_{Fdm}} = \frac{1,05 \cdot 75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,33 \text{ [kA]}$$

f) Mạch tự dùng :

$$I_{bt} = \frac{S_{tdmaxFi}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmH}} = \frac{0,05 \cdot 75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,21 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb} = 1,05 \cdot I_{bt} = 1,05 \cdot 0,21 = 0,2205 \text{ [kA]}$$

g) Thanh góp cấp điện áp máy phát

Dòng bình thường:

$$I_{bt} = \max\{I_{bt}\} = 4,12 \text{ [kA]}$$

Dòng cường bức:

$$I_{cb} = \max\{I_{cb}\} = 5,28 \text{ [kA]}$$

- Kết luận: so sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn dòng cường bức $I_{cb} = 5,28 \text{ [kA]}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 10,5 kV

4.2.3.4. Chọn máy cắt và dao cách ly

Bảng 4.5 Loại và thông số máy cắt của phương án 2

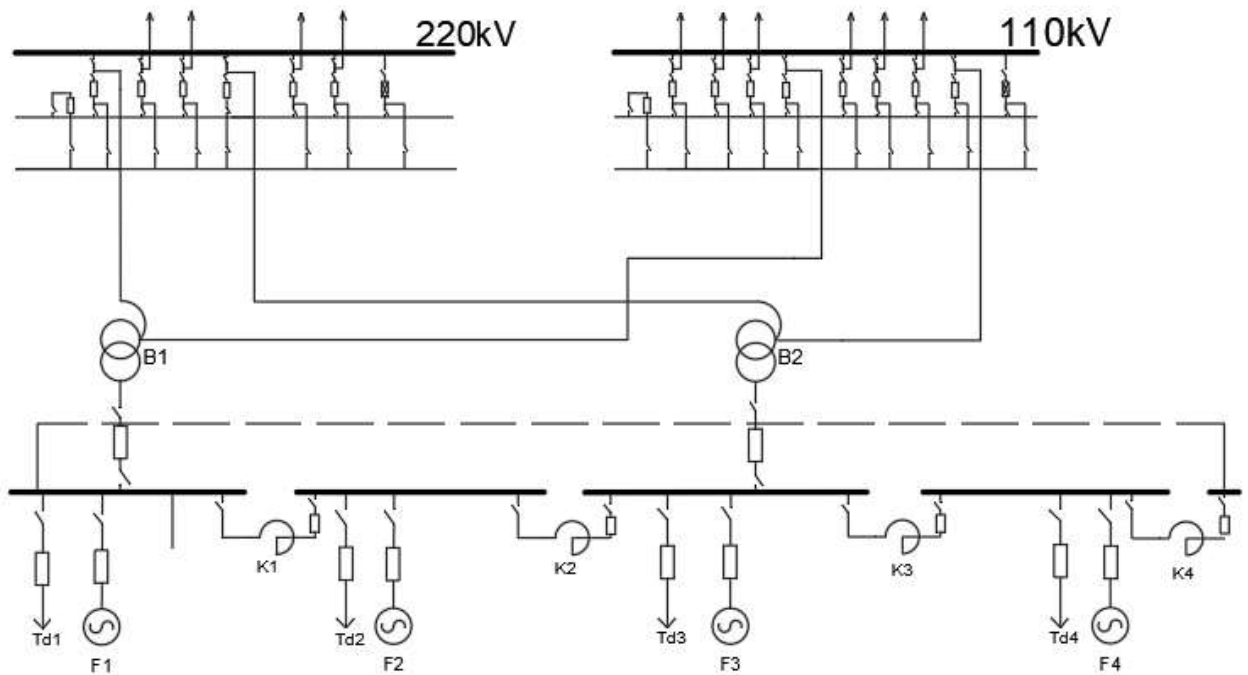
		THÔNG SỐ TÍNH TOÁN					THÔNG SỐ ĐỊNH MỨC					GIÁ [VNĐ]
MẠCH TÍNH TOÁN	ĐIỂM NGẮN MẠCH	U_{dm} [kV]	I_{cb} [kA]	I''_N [kA]	I_{xk} [kA]	LOẠI MÁY CẮT	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{cdm} [kA]	I_{odd} [kA]	$I_{nh/tmh}$ [kA/s]	
Cao áp MBA	N1	220	0,504	4,74	12,07	BB B- 220- 31,5/2000	220	2000	31,5	80	31,5/3	600.10 ⁶
Trung áp MBA	N2	110	1,01	9,18	23,37	BBY-110- 40/2000	110	2000	40	102	40/3	475.10 ⁶
Hạ áp MBA	N3	10,5	5,28	50,345	132,52	MTT- 10 – 5000 – 63Y3	10	5600	63	170	64/4	275.10 ⁶
Phân đoạn	N4'	10,5	3,3	25,8	65,68	MTT - 10 - 4000 - 45Y3	10	4000	45	120	45/4	200.10 ⁶
Tự dùng	N7	10,5	0,2205	73,8	192,23	MT - 10 - 5000/1800	10	5000	105	300	70/10	275.10 ⁶
Máy phát	N5'	10,5	4,326	45,76	116,49	MT - 10 - 5000/1800	10	5000	105	300	70/10	275.10 ⁶

Bảng 4.6 Loại và thông số dao cách ly của phương án 2

		THÔNG SỐ TÍNH TOÁN				THÔNG SỐ ĐỊNH MỨC				GIÁ [VNĐ]
MẠCH TÍNH TOÁN	ĐIỂM NGẮN MẠCH	U_{dm} [kV]	I_{cb} [kA]	I_{xk} [kA]	LOẠI DAO CÁCH LY	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{odd} [kA]	$I_{nh/tnh}$ [kA/s]	
Cao áp MBA	N1	220	0,504	12,07	PJHД-220Π/600	220	600	60	12/10	400.10^6
Trung áp MBA	N2	110	1,01	23,37	3PД3-110/2000	110	2000	100	40/3	350.10^6
Hạ áp MBA	N3	10,5	5,28	132,52	PBK-20/6000	20	6000	250	75/10	500.10^6
Phân đoạn	N4'	10,5	3,3	65,68	PBP-10/4000	10	4000	85	71/4	325.10^6
Tự dùng	N7	10,5	0,2205	192,23	PBK-10/3000	10	3000	200	65/10	300.10^6
Máy phát	N'5	10,5	4,326	116,49	PBK-10/5000	10	5000	200	70/10	375.10^6

4.3. TÍNH TOÁN CỤ THỂ CHO TỪNG PHƯƠNG ÁN

4.3.1. Phương án 1



Hình 4.1 Sơ đồ nối điện chính phương án 1

4.3.1.1. Vốn đầu tư

❖ Chi phí máy biến áp :

Phương án 1 sử dụng 2 máy biến áp tự ngẫu. Do đó chi phí đầu tư mua máy biến áp là :

$$V_{B1} = \sum K_B.V_b = 2.1,3. 30.10^9 = 78.10^9 \text{ [VND]}$$

❖ Chi phí máy cắt và dao cách ly :

– Phía 220kV :

+ Có 8 máy cắt bao gồm: 2 máy cắt ở 2 máy biến áp tự ngẫu, 4 máy cắt đường dây, 1 máy cắt vòng , 1 máy cắt nối

+ Có 29 dao cách ly

Vậy chi phí mua máy cắt và dao cách ly phía 220kV là :

$$V_1 = 8. 600.10^6 + 29. 550.10^6 = 20,75.10^9 \text{ [VND]}$$

– Phía 110kV :

+ Có 10 máy cắt bao gồm : 2 máy cắt máy ở máy biến áp tự ngẫu, 6 máy cắt đường dây, 1 máy cắt nối và 1 máy cắt vòng

+ Có 37 dao cách ly

Vậy chi phí mua máy cắt và dao cách ly phía 110kV :

$$V_2 = 10.475.10^6 + 37. 325.10^6 = 16,775.10^9 \text{ [VND]}$$

– Phía 10,5 kV :

- + Có 14 máy cắt bao gồm : 2 máy cắt hạ áp máy biến áp, 4 máy cắt tự dùng, 4 máy cắt đầu cực máy phát và 4 máy cắt mạch vòng

$$V_{MC10,5} = 2.450.10^6 + 4.275.10^6 + 4.275.10^6 + 4.200.10^6 = 3,9.10^9 \text{ [VND]}$$

- + Có 20 dao cách ly bao gồm : 4 dao cách ly hạ áp máy biến áp, 4 dao cách ly tự dùng, 4 dao cách ly đầu cực máy phát, 8 dao cách ly mạch vòng.

$$V_{DCL10,5} = 4.850.10^6 + 4.500.10^6 + 4.375.10^6 + 8.250.10^6 = 8,9.10^9 \text{ [VND]}$$

- + Có 4 kháng điện phân đoạn

$$V_{KD} = 4.150.10^6 = 600.10^6 \text{ [VND]}$$

Vậy chi phí mua máy cắt, dao cách ly, kháng điện phân đoạn phía 10,5kV:

$$\begin{aligned} V_3 &= V_{MC10,5} + V_{DCL10,5} + V_{KD} = 3,9.10^9 + 8,9.10^9 + 600.10^6 \\ &= 13,4.10^9 \text{ [VND]} \end{aligned}$$

Tổng chi phí mua máy cắt ,dao cách ly, kháng điện là :

$$V_{TBPP} = V_1 + V_2 + V_3 = 20,75.10^9 + 16,775.10^9 + 13,4.10^9 = 50,925.10^9 \text{ [VND]}$$

- Như vậy vốn đầu tư cho phương án 1 là :

$$V_{1\Sigma} = V_{B1} + V_{TBPP} = 78.10^9 + 50,925.10^9 = 128,925.10^9 \text{ [VND]}$$

4.3.1.2. Chi phí vận hành hằng năm

Chi phí khấu hao hằng năm về vốn đầu tư và sửa chữa lớn :

$$P_k = \frac{a\%.V_{1\Sigma}}{100} = \frac{8,4.128,925.10^9}{100} = 10,83.10^9 \text{ [VND]}$$

Chi phí do tổn thất hằng năm :

$$P_t = \beta.\Delta A = 600.3209436,24 = 1925661744 \text{ [VND]}$$

Vậy chi phí vận hành hằng năm :

$$P_1 = P_k + P_t = 10,83.10^9 + 1925661744 = 12,75566.10^9 \text{ [VND]}$$

4.3.1.3. Chi phí tính toán

Chi phí tính toán cho phương án 1 :

$$C_1 = P_1 + a_{dm}.V_{TT1} = 12,75566.10^9 + 0,15. 123,325.10^9 = 31,25.10^9 \text{ [VND]}$$

– Phía 10,5 kV :

- + Có 11 máy cắt bao gồm : 2 máy cắt hạ áp máy biến áp, 4 máy cắt tự dùng, 3 máy cắt đầu cực máy phát và 2 máy cắt phân đoạn

$$V_{MC10,5} = 2.275.10^6 + 4.275.10^6 + 3.275.10^6 + 2.200.10^6 = 2,875.10^9 \text{ [VND]}$$

- + Có 15 dao cách ly bao gồm : 4 dao cách ly hạ áp máy biến áp, 4 dao cách ly tự dùng, 3 dao cách ly đầu cực máy phát, 4 dao cách ly mạch vòng.

$$V_{DCL10,5} = 4.500.10^6 + 4.300.10^6 + 3.375.10^6 + 4.325.10^6 = 5,625.10^9 \text{ [VND]}$$

- + Có 2 kháng điện phân đoạn

$$V_{KB} = 2. 190.10^6 = 380.10^6 \text{ [VND]}$$

Vậy chi phí mua máy cắt, dao cách ly, kháng điện phân đoạn phía 10,5kV:

$$\begin{aligned} V_3 &= V_{MC10,5} + V_{DCL10,5} + V_{KB} = 2,875.10^9 + 5,625.10^9 + 380.10^6 \\ &= 8,88.10^9 \text{ [VND]} \end{aligned}$$

Tổng chi phí mua máy cắt ,dao cách ly, kháng điện là :

$$\begin{aligned} V_{TBPP} &= V_1 + V_2 + V_3 = 16,4.10^9 + 19,575.10^9 + 8,88.10^9 \\ &= 44,855.10^9 \text{ [VND]} \end{aligned}$$

➤ Như vậy vốn đầu tư cho phương án 2 là :

$$V_{2\Sigma} = V_{B2} + V_{TBPP} = 54.10^9 + 44,855.10^9 = 98,855.10^9 \text{ [VND]}$$

4.3.2.2. Chi phí vận hành hằng năm

Chi phí khấu hao hằng năm về vốn đầu tư và sửa chữa lớn :

$$P_k = \frac{a\% \cdot V_{2\Sigma}}{100} = \frac{8,4 \cdot 98,855.10^9}{100} = 8,3.10^9 \text{ [VND]}$$

Chi phí do tổn thất hằng năm :

$$P_t = \beta \cdot \Delta A = 600.4618879,326 = 2771327596 \text{ [VND]}$$

Vậy chi phí vận hành hằng năm :

$$P_2 = P_k + P_t = 8,3.10^9 + 2771327596 = 11,07.10^9 \text{ [VND]}$$

4.3.2.3. Chi phí tính toán

Chi phí tính toán cho phương án 2 :

$$C_2 = P_2 + a_{dm} \cdot V_{2\Sigma} = 11,07.10^9 + 0,15.94,455.10^9 = 25,24.10^9 \text{ [VND]}$$

4.3.3. Lựa chọn phương án tối ưu

Bảng 4.7 Các chi phí tính toán của 2 phương án

Phương án	Vốn đầu tư [VND]	Chi phí vận hành [VND]	Chi phí tính toán [VND]
1	128,925.10 ⁹	12,75566.10 ⁹	31,25.10 ⁹
2	98,855.10 ⁹	11,07.10 ⁹	25,24.10 ⁹

- Về mặt kỹ thuật cả 2 phương án đều có:
 - Tính đảm bảo cung cấp điện lúc làm việc bình thường cũng như khi sự cố
 - Tính linh hoạt trong vận hành
 - Tính an toàn cho người và thiết bị
 - Về mặt kinh tế từ bảng trên ta thấy được :
 - Phương án 2 có vốn đầu tư, chi phí vận hành nhỏ hơn phương án 1 và chi phí tính toán thấp hơn vậy phương án 2 kinh tế hơn
- Kết luận : phương án 2 tối ưu hơn phương án 1 nên ta chọn phương án 2 làm sơ đồ nối điện chính

CHƯƠNG 5. CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ CÁC PHẦN TỬ CÓ DÒNG ĐIỆN CHẠY QUA

5.1. ĐIỀU KIỆN CHUNG.

Khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua được chọn theo các điều kiện chung như sau:

- Kiểu (loại)
- Điện áp định mức
- Dòng điện làm việc cưỡng bức
- Kiểm tra điều kiện ổn định động và điều kiện ổn định nhiệt của khí cụ điện
- Ngoài ra đối với mỗi khí cụ điện hay phần tử có dòng điện chạy qua có những điều kiện riêng của nó, đòi hỏi khi tính chọn cần thỏa mãn những điều kiện riêng này

5.1.1. Khí cụ điện

Loại khí cụ điện được chọn phải phù hợp với điều kiện khí hậu nơi đặt nó làm việc như trong nhà hay ngoài trời. Ngoài ra khi chọn loại khí cụ điện cũng cần quan tâm về mặt kinh tế và kỹ thuật của nó.

a. Điện áp.

Khí cụ điện phải chịu được khi làm việc lâu dài đối với điện áp định mức của thiết bị và cũng có thể chịu được trong một thời gian nào đó dưới tác dụng của điện áp.

Điều kiện khi chọn khí cụ điện về điện áp như sau:

$$U_{dmKCB} \geq U_{dmmạng}$$

Trong đó: $U_{dmmạng}$: là điện áp định mức của mạng.

b. Dòng điện làm việc.

Các khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua cần phải đảm bảo điều kiện phát nóng khi làm việc.

$$I_{lvdmKCB} \geq I_{lvcb}$$

Trong đó: $I_{lvdmKCB}$: Dòng điện làm việc định mức của khí cụ điện.

I_{lvcb} : Dòng điện làm việc cưỡng bức của KCB

c. Kiểm tra ổn định động.

Khi xảy ra ngắn mạch, khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua phải sinh ra những xung động lớn do dòng ngắn mạch phát sinh ra lực điện động.

Điều kiện kiểm tra: $I_{odd} \geq I_{xk}$

d. Kiểm tra ổn định nhiệt.

Nhiệt độ khí cụ điện và dây dẫn quá cao có thể làm cho chúng bị hỏng. Vì vậy khí cụ điện và dây dẫn phải quy định nhiệt độ cho phép. Để đảm bảo ổn định nhiệt thì nhiệt độ của chúng không được vượt quá trị số cho phép.

Điều kiện kiểm tra.

$$B_N \geq B_{NTT}$$

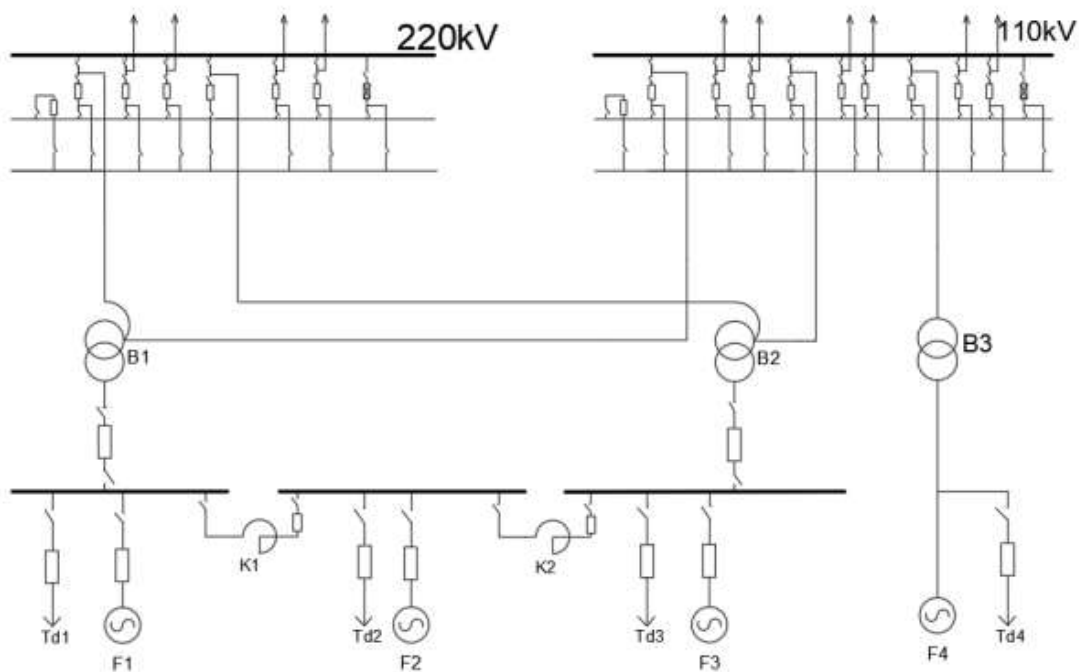
Trong đó:

B_N : Xung lượng điện của dòng ngắn mạch, $B_N = (I_{nh})^2 \cdot t_{nh}$

B_{NTT} : Là dòng nhiệt tính toán dòng ngắn mạch.

$I_{dm} > 1000A$ thì không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

5.2. SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN



Hình 5.1 Sơ đồ nối điện chính của phương án 2

5.3. CHỌN MÁY CẮT VÀ DAO CÁCH LY:

Ở chương 4, ta đã tính chọn máy cắt và dao cách ly cho các cấp điện áp. Khi chọn ta dựa vào điều kiện điện áp, dòng điện và ổn định nhiệt nên các điều kiện đã thỏa mãn

Đối với điều kiện ổn định nhiệt, máy cắt và dao cách ly đã chọn nếu có dòng điện định mức từ 1000A trở lên thì không cần kiểm tra điều kiện này. Máy cắt và dao cách ly có dòng điện định mức nhỏ hơn 1000A thì kiểm tra lại ổn định nhiệt, ta kiểm tra dao cách ly phía cao áp 220kV : $(I_{nh})^2 \cdot t_{nh} = 12^2 \cdot 10 = 1440 > B_N = 1,8$

5.4. CHỌN THANH GÓP, THANH DẪN VÀ CÁP ĐIỆN LỰC CẤP ĐIỆN ÁP

5.4.1. Các mạch cấp điện áp máy phát 10,5kV:

5.4.1.1. Chọn thanh góp cấp điện áp máy phát 10,5kV:

a, Điều kiện chọn

Ta chọn thanh dẫn cứng bằng đồng, tiết diện hình máng nhằm mục đích giảm hiệu ứng mặt ngoài. Thanh dẫn được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép:

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1 \cdot K_2}$$

Trong đó:

I_{cp} là dòng điện cho phép của thanh dẫn sau khi đã qui đổi về điều kiện làm việc thực tế.

K_1 là hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường, tra sách "Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp" của PGS Nguyễn Hữu Khái, với nhiệt độ môi trường 35°C thì $K_1 = 0,9$.

K_2 là hệ số hiệu ứng gần, chọn thanh dẫn cứng hình máng nên $K_2 = 0,95$.

Ta có $I_{cb}^{TGMF} = 5,28$ [kA]⁵

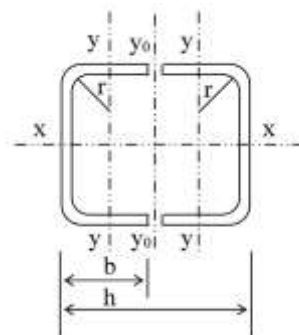
$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1 \cdot K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}^{TGMF}}{K_1 \cdot K_2} = \frac{5,28}{0,9 \cdot 0,95} = 6,18 \text{ [kA]}$$

Vậy ta chọn thanh gốp có các thông số sau

Bảng 5.1 Thông số của thanh gốp cấp điện áp máy phát

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cực (mm ²)	Momen trở kháng (cm ³)			Momen quán tính (cm ⁴)			Dòng điện cho phép cả 2 thanh (A)
H	b	c	r		Một thanh		Hai thanh W _{yo-yo}	Một thanh		Hai thanh J _{yo-yo}	
					W _{x-x}	W _{y-y}		J _{x-x}	J _{y-y}		
150	65	7	10	1785	74	14,7	167	560	68	1260	7000



Hình 5.2: Tiết diện mặt cắt thanh dẫn hình máng

⁵ : I_{cb}^{TGMF} dòng điện cường bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.3

b, Kiểm tra ổn định nhiệt

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{\text{chọn}} \geq S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{\text{chọn}}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng đồng nên $C_{\text{cu}} = 171 \text{ A}^2\text{s mm}^2$

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_{N3}}}{C} = \frac{\sqrt{230,07}}{171} \cdot 10^3 = 88,7 [\text{mm}^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 2 \cdot 1785 = 3570 [\text{mm}^2] > 88,7 [\text{mm}^2]$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

c, Kiểm tra ổn định động

Kiểm tra ổn định động bằng phương pháp đơn giản hóa. Theo phương pháp này, ta coi nhịp thanh dẫn (phần thanh dẫn giữa 2 sứ gần nhau) có chiều dài l_1 , khi ngắn mạch thanh dẫn chịu tác động của 1 lực không đổi F_1 và bằng lực cực đại khi ngắn mạch 3 pha tính với pha giữa. Mỗi thanh dẫn hình máng gồm 2 thanh dẫn hình chữ U ghép lại với nhau, nên ứng suất trong thanh dẫn gồm 2 phần δ_1 và δ_2 . Ta có:

$$\delta_{\text{tt}} = \delta_1 + \delta_2 [\text{kG/cm}^2]$$

Trong đó:

δ_1 : là ứng suất do dòng điện giữa các pha tác động với nhau sinh ra.

δ_2 : là ứng suất do dòng điện trong 2 thanh dẫn cùng pha tác động với nhau sinh ra.

Xác định δ_1 :

– Lực điện động giữa các pha sinh ra:

$$F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 [\text{kG}]$$

Trong đó:

$i^{(3)}_{\text{xk}}$: là dòng điện xung kích khi ngắn mạch 3 pha [kA] (tại điểm N₇)

a : là khoảng cách giữa các thanh dẫn, chọn $a = 40 \text{ cm}$

l_1 : là chiều dài của 1 nhịp thanh dẫn, chọn $l_1 = 180 \text{ cm}$

$$\Rightarrow F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{180}{40} \cdot 132,52^2 = 1422,49 [\text{kG}]$$

– Momen uốn tác dụng lên thanh dẫn khi số nhịp lớn hơn 2:

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l_1}{10} = \frac{1422,49 \cdot 180}{10} = 25604,82 [\text{kG.cm}]$$

– Momen uốn của thanh dẫn:

$$W_1 = W_{y_0-y_0} = 167 \text{ cm}^3$$

- Ứng suất trong thanh dẫn δ_1 dưới tác động của momen uốn M_1 :

$$\delta_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{25604,82}{167} = 153,32 \text{ [kG /cm}^2\text{]}$$

Xác định δ_2 :

- Lực tác động trên 1 đơn vị chiều dài của thanh dẫn (1cm).

$$f_2 = 0,51.10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i_{xk}^{(3)^2} \text{ [kG]}$$

Trong đó:

h : là chiều cao thanh dẫn ($h = 15 \text{ cm}$)

$$f_2 = 0,51.10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i_{xk}^{(3)^2} = 0,51.10^{-2} \cdot \frac{1}{15} \cdot 132,52^2 = 5,97 \text{ [kG]}$$

Để ứng suất giảm trên thanh dẫn người ta đặt các miếng đệm cách nhau 1 khoảng l_2 trong khoảng giữa 2 sứ liền kề nhau của 1 pha. Lực tác động lên đoạn thanh dẫn giữa 2 miếng đệm liên tiếp có chiều dài l_2 .

$$F_2 = f_2 \cdot l_2$$

- Momen uốn tác động lên thanh dẫn:

$$M_2 = \frac{F_2 \cdot l_2}{12} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12} \text{ [kG.cm]}$$

- Momen chống uốn của tiết diện ngang thanh dẫn:

$$W_2 = W_{y-y} = 14,7 \text{ [cm}^3\text{]}$$

- Ứng suất trong vật liệu thanh dẫn do f_2 sinh ra:

$$\delta_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12 \cdot W_2} = \frac{5,97 \cdot 180^2}{12 \cdot 14,7} = 1096,53 \text{ [kG /cm}^2\text{]}$$

- Điều kiện ổn định động của thanh dẫn là:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 \leq \delta_{cp}$$

Trong đó: δ_{cp} : là ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh dẫn.

Đối với đồng $\delta_{cp} = 1400 \text{ [kG /cm}^2\text{]}$

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 = 153,32 + 1096,53 = 1249,85 \text{ [kG/cm}^2\text{]} < \delta_{cp}$$

Vậy ta không cần đặt thêm miếng đệm vào giữa 2 sứ mà vẫn đảm bảo điều kiện ổn định động.

d, Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn khi có xét đến dao động

Tần số riêng của thanh dẫn có hình dáng bất kì được xác định như sau:

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{EJ \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}}$$

Trong đó:

l : là độ dài thanh dẫn giữa 2 sứ gần nhau $l = 100 \text{ cm}$

E : là modul đàn hồi của vật liệu thanh dẫn, thanh dẫn bằng đồng

$$E = 1,1 \cdot 10^6 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

J: là momen quán tính của tiết diện thanh dẫn đối với trục thẳng góc và phương uốn ($J = J_{yo-yo} = 1260 \text{ cm}^4$)

γ : là khối lượng riêng của vật liệu làm thanh dẫn ($\gamma = 8,93 \text{ g/cm}^3$)

S: tiết diện ngang của thanh dẫn ($S = 2.1785 = 3570 \text{ mm}^2 = 35,7 \text{ cm}^2$)

$$\text{Từ đó ta có: } f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}} = \frac{3,56}{100^2} \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^6 \cdot 1260 \cdot 10^6}{35,7 \cdot 8,93}} = 742,29 \text{ [Hz]}$$

Ta thấy tần số dao động riêng $f_r = 742,29 \text{ Hz}$ nằm ngoài khoảng (45-55) Hz và (90-100) Hz nên điều kiện ổn định động khi có xét đến dao động riêng được

Vậy thanh góp đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra.

5.4.1.2. Chọn thanh dẫn từ đầu cực máy phát F_1, F_2, F_3 đến thanh góp cấp điện áp máy phát

a, Điều kiện chọn

Ta chọn thanh dẫn cứng bằng đồng, tiết diện hình máng. Thanh dẫn được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép: ta có $I_{cb}^{MF} = 4,33 \text{ [kA]}^6$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1 \cdot K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}^{MF}}{K_1 \cdot K_2} = \frac{4,33}{0,9 \cdot 0,95} = 5,06 \text{ [kA]}$$

Vậy ta chọn thanh góp có các thông số sau

Bảng 5.2 Thông số thanh dẫn cấp điện áp máy phát

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cực (mm ²)	Momen trở kháng (cm ³)			Momen quán tính (cm ⁴)			Dòng điện cho phép cả 2 thanh (A)
H	b	c	r		Một thanh		Hai thanh W _{yo-yo}	Một thanh		Hai thanh J _{yo-yo}	
					W _{x-x}	W _{y-y}		J _{x-x}	J _{y-y}		
125	55	6,5	10	1370	50	9,5	100	290,3	36,7	625	5500

b, Kiểm tra ổn định nhiệt

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{chọn} \geq S_{min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{chọn}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

⁶ : dòng điện cường bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.3

$S_{\min}$: là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng đồng nên $C_{\text{cu}} = 171 \text{ A}^2\text{s mm}^2$

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N5'}}}{C} = \frac{\sqrt{138,81}}{171} \cdot 10^3 = 68,9 [\text{mm}^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 2 \cdot 1370 = 2740 [\text{mm}^2] > 68,9 [\text{mm}^2]$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

c, Kiểm tra ổn định động

Mỗi thanh dẫn hình máng gồm 2 thanh dẫn hình chữ U ghép lại với nhau, nên ứng suất trong thanh dẫn gồm 2 phần δ_1 và δ_2 . Ta có:

$$\delta_{\text{tt}} = \delta_1 + \delta_2 [\text{kG/cm}^2]$$

Xác định δ_1 :

– Lực điện động giữa các pha sinh ra:

$$F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 [\text{kG}]$$

Trong đó:

$i^{(3)}_{\text{xk}}$: là dòng điện xung kích khi ngắn mạch 3 pha (kA) (tại điểm N'5)

a : là khoảng cách giữa các thanh dẫn, chọn a = 40 cm

l_1 : là chiều dài của 1 nhịp thanh dẫn, chọn $l_1 = 100 \text{ cm}$

$$\Rightarrow F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{100}{40} \cdot 116,49^2 = 610,65 [\text{kG}]$$

– Momen uốn tác dụng lên thanh dẫn khi số nhịp lớn hơn 2:

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l_1}{10} = \frac{610,65 \cdot 100}{10} = 6106,5 [\text{kG.cm}]$$

– Momen uốn của thanh dẫn:

$$W_1 = W_{y_0-y_0} = 100 \text{ cm}^3$$

– Ứng suất trong thanh dẫn δ_1 dưới tác động của momen uốn M_1 :

$$\delta_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{6106,5}{100} = 61,065 [\text{kG/cm}^2]$$

Xác định δ_2 :

– Lực tác động trên 1 đơn vị chiều dài của thanh dẫn (1cm).

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 [\text{kG}]$$

Trong đó:

h : là chiều cao thanh dẫn (h = 12,5 cm)

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{12,5} \cdot 116,49^2 = 5,54 [\text{kG}]$$

Để ứng suất giảm trên thanh dẫn người ta đặt các miếng đệm cách nhau 1 khoảng l_2 trong

khoảng giữa 2 sứ liền kề nhau của 1 pha. Lực tác động lên đoạn thanh dẫn giữa 2 miếng đệm liền tiếp có chiều dài l_2 .

$$F_2 = f_2 \cdot l_2$$

– Momen uốn tác động lên thanh dẫn:

$$M_2 = \frac{F_2 \cdot l_2}{12} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12} \text{ [kG.cm]}$$

– Momen chống uốn của tiết diện ngang thanh dẫn:

$$W_2 = W_{y-y} = 9,5 \text{ [cm}^3\text{]}$$

– Ứng suất trong vật liệu thanh dẫn do f_2 sinh ra:

$$\delta_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12 \cdot W_2} = \frac{5,54 \cdot 100^2}{12 \cdot 9,5} = 485,96 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

– Điều kiện ổn định động của thanh dẫn là:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 \leq \delta_{cp}$$

Trong đó: δ_{cp} : là ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh dẫn.

Đối với đồng $\delta_{cp} = 1400 \text{ Kg/cm}$

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 = 61,065 + 485,96 = 547,025 < \delta_{cp}$$

Vậy ta không cần đặt thêm miếng đệm vào giữa 2 sứ mà vẫn đảm bảo điều kiện ổn định động.

d, Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn khi có xét đến dao động

Tần số riêng của thanh dẫn có hình dáng bất kì được xác định như sau:

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}}$$

Trong đó:

l : là độ dài thanh dẫn của 1 nhịp thanh dẫn

E : là modul đàn hồi của vật liệu thanh dẫn, thanh dẫn bằng đồng

$$E = 1,1 \cdot 10^6 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

J : là momen quán tính của tiết diện thanh dẫn đối với trục thẳng góc và phương uốn ($J = J_{y_0-y_0} = 625 \text{ cm}^4$).

γ : là khối lượng riêng của vật liệu làm thanh dẫn ($\gamma = 8,93 \text{ g/cm}^3$)

S : tiết diện ngang của thanh dẫn ($S = 2 \cdot 13,70 = 27,4 \text{ cm}^2$)

$$\text{Từ đó ta có : } f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}} = \frac{3,56}{100^2} \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^6 \cdot 625 \cdot 10^6}{27,4 \cdot 8,93}} = 596,74 \text{ [Hz]}$$

Ta thấy tần số dao động riêng $f_r = 596,74 \text{ Hz}$ nằm ngoài khoảng (45-55) Hz và (90-100) Hz nên điều kiện ổn định động khi có xét đến dao động riêng được

Vậy thanh gố đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra.

5.4.1.3. Thanh dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát đến hạ áp máy biến áp liên lạc B1, B2:

1. Đoạn trong nhà

a, Điều kiện chọn

Ta chọn thanh dẫn cứng bằng đồng, tiết diện hình máng. Thanh dẫn được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép: ta có $I_{cb}^{MBA} = 5,28 \text{ [kA]}^7$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1 \cdot K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}^{MBA}}{K_1 \cdot K_2} = \frac{5,28}{0,9 \cdot 0,95} = 6,17 \text{ [kA]}$$

Vậy ta chọn thanh góp có các thông số sau

Bảng 5.3 Thông số thanh dẫn cấp điện áp máy phát

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cục (mm ²)	Momen trở kháng (cm ³)			Momen quán tính (cm ⁴)			Dòng điện cho phép cả 2 thanh (A)
H	b	c	r		Một thanh		Hai thanh W _{yo-yo}	Một thanh		Hai thanh J _{yo-yo}	
					W _{x-x}	W _{y-y}		J _{x-x}	J _{y-y}		
150	65	7	10	1785	74	14,7	167	560	68	1260	7000

b, Kiểm tra ổn định nhiệt

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{chọn} \geq S_{min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{chọn}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng đồng nên $C_{cu} = 171 \text{ A}^2\text{s mm}^2$

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_{N3}}}{C} = \frac{\sqrt{230,07}}{171} \cdot 10^3 = 88,7 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$S_{chọn} = 2 \cdot 1785 = 3570 \text{ [mm}^2\text{]} > 88,7 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

c, Kiểm tra ổn định động

Mỗi thanh dẫn hình máng gồm 2 thanh dẫn hình chữ U ghép lại với nhau, nên ứng suất

⁷: Dòng điện cường bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.3

trong thanh dẫn gồm 2 phần δ_1 và δ_2 . Ta có:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

Xác định δ_1 :

– Lực điện động giữa các pha sinh ra:

$$F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i_{xk}^{(3)2} \text{ [kG]}$$

Trong đó:

$i_{xk}^{(3)}$: là dòng điện xung kích khi ngắn mạch 3 pha (kA) (tại điểm N₃)

a : là khoảng cách giữa các thanh dẫn, chọn $a = 40 \text{ cm}$

l_1 : là chiều dài của 1 nhịp thanh dẫn, chọn $l_1 = 100 \text{ cm}$

$$\text{Suy ra } F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i_{xk}^{(3)2} = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{100}{40} \cdot 132,52^2 = 790,27 \text{ [kG]}$$

– Momen uốn tác dụng lên thanh dẫn khi số nhịp lớn hơn 2:

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l_1}{10} = \frac{790,27 \cdot 100}{10} = 7902,7 \text{ [kG.cm]}$$

– Momen uốn của thanh dẫn:

$$W_1 = W_{y_0-y_0} = 167 \text{ [cm}^3\text{]}$$

– Ứng suất trong thanh dẫn δ_1 dưới tác động của momen uốn M_1 :

$$\delta_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{7902,7}{167} = 47,32 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

Xác định δ_2 :

– Lực tác động trên 1 đơn vị chiều dài của thanh dẫn (1cm).

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i_{xk}^{(3)2} \text{ [kG]}$$

Trong đó:

h : là chiều cao thanh dẫn ($h = 15 \text{ cm}$)

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i_{xk}^{(3)2} = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{15} \cdot 132,52^2 = 5,97 \text{ [kG]}$$

Để ứng suất giảm trên thanh dẫn người ta đặt các miếng đệm cách nhau 1 khoảng l_2 trong khoảng giữa 2 sứ liên kề nhau của 1 pha. Lực tác động lên đoạn thanh dẫn giữa 2 miếng đệm liên tiếp có chiều dài l_2 .

$$F_2 = f_2 \cdot l_2$$

– Momen uốn tác động lên thanh dẫn:

$$M_2 = \frac{F_2 \cdot l_2}{12} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12} \text{ [kG.cm]}$$

– Momen chống uốn của tiết diện ngang thanh dẫn:

$$W_2 = W_{y-y} = 14,7 \text{ [cm}^3\text{]}$$

– Ứng suất trong vật liệu thanh dẫn do f_2 sinh ra:

$$\delta_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12 \cdot W_2} = \frac{5,97 \cdot 100^2}{12 \cdot 14,7} = 338,44 \quad [\text{kG/cm}^2]$$

– Điều kiện ổn định động của thanh dẫn là:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 \leq \delta_{cp}$$

Trong đó: δ_{cp} : là ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh dẫn.

Đối với đồng $\delta_{cp} = 1400 \quad [\text{kG/cm}^2]$

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 = 47,32 + 338,44 = 385,76 < \delta_{cp}$$

Vậy ta không cần đặt thêm miếng đệm vào giữa 2 sứ mà vẫn đảm bảo điều kiện ổn định động.

d, Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn khi có xét đến dao động

Tần số riêng của thanh dẫn có hình dáng bất kì được xác định như sau:

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}}$$

Trong đó:

l: là độ dài thanh dẫn của 1 nhịp thanh dẫn

E: là modul đàn hồi của vật liệu thanh dẫn, thanh dẫn bằng đồng

$$E = 1,1 \cdot 10^6 \quad [\text{kG/cm}^2]$$

J: là momen quán tính của tiết diện thanh dẫn đối với trục thẳng góc và phương uốn ($J = J_{y_0-y_0} = 1260 \text{ cm}^4$).

γ : là khối lượng riêng của vật liệu làm thanh dẫn ($\gamma = 8,93 \text{ g/cm}^3$)

S: tiết diện ngang của thanh dẫn ($S = 2 \cdot 17,85 = 35,7 \text{ cm}^2$)

$$\text{Từ đó ta có : } f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}} = \frac{3,56}{100^2} \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^6 \cdot 1260 \cdot 10^6}{35,7 \cdot 8,93}} = 742,29 \quad [\text{Hz}]$$

Ta thấy tần số dao động riêng $f_r = 742,29 \text{ Hz}$ nằm ngoài khoảng (45-55) Hz và (90-100) Hz nên điều kiện ổn định động khi có xét đến dao động riêng được

Vậy thanh góp đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra.

2. Đoạn ngoài trời

Dây dẫn từ đầu cực phát F4 đến hạ áp MBA B3 ta chọn dây dẫn mềm giống như loại này

a, Điều kiện chọn

Ta chọn dây dẫn mềm theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép: ta có $I_{cb}^{MBA} = 5,28 \text{ [kA]}^8$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1 \cdot K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}^{MBA}}{K_1 \cdot K_2} = \frac{5,28}{0,9 \cdot 1} = 5,87 \text{ [kA]}$$

+ Ta chọn bó dây dẫn gồm 5 dây AC-700/86 có dòng cho phép là: $I_{cp} = 5 \cdot 1220 = 6100 \text{ A}$; $d = 36,2 \text{ mm}$.

⁸ :Dòng điện cường bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.3

b, Kiểm tra ổn định nhiệt

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{\text{chọn}} \geq S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{\text{chọn}}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng nhôm nên $C = 88 \text{ A}^2 \text{s mm}^2$

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_{N3}}}{C} = \frac{\sqrt{230,07}}{88} \cdot 10^3 = 172,36 [\text{mm}^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 700 [\text{mm}^2] > 172,36 [\text{mm}^2]$$

Vậy dây dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

5.4.1.4. Chọn cáp cho phụ tải địa phương

Ở đây ta chỉ chọn một phần cáp dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát ra ngoài nhà máy. Ta chọn cáp cách điện bằng giấy, lõi nhôm.

a, Điều kiện chọn:

Tiết diện của dây dẫn được chọn theo mật độ dòng điện làm việc kinh tế:

$$S_{\text{kt}} = \frac{I_{\text{bt}}}{J_{\text{kt}}}$$

Trong đó:

I_{bt} là dòng điện làm việc bình thường của mạch điện.

J_{kt} là mật độ dòng điện kinh tế, phụ thuộc vào T_{max} .

$$T_{\text{max}} = \frac{\sum P_{\text{imax}} \cdot t_i}{P_{\text{max}}} = \frac{\sum S_{\text{imax}} \cdot t_i}{S_{\text{max}}} = \frac{365}{117,64} \cdot (94,12.6 + 105,88.4 + 117,64.8 + 82,35.6) = 7519 \text{ (h)}$$

Tra sách tài liệu hướng dẫn trang 56 đối với cáp cách điện bằng cao su, lõi nhôm thì ta chọn $J_{\text{kt}} = 1,2 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

+ Đối với đường dây kép:

$$I_{\text{bt}} = \frac{P_{\text{max}} \cdot 10^3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}} \cdot \cos \varphi} = \frac{20 \cdot 10^3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 646,89 [\text{A}]$$

$$S_{\text{kt}} = \frac{I_{\text{bt}}}{j_{\text{kt}}} = \frac{646,89}{1,2} = 539,075 [\text{mm}^2]$$

+ Đối với đường dây đơn:

$$I_{\text{bt}} = \frac{P_{\text{max}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}} \cdot \cos \varphi} = \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 646,89 [\text{A}]$$

$$S_{\text{kt}} = \frac{I_{\text{bt}}}{j_{\text{kt}}} = \frac{646,89}{1,2} = 539,075 [\text{mm}^2]$$

Theo kinh nghiệm thì $S_{\text{kt}} \geq 150 \text{ mm}^2$ thì số cáp kinh tế được xác định bởi

$$N_{\text{bt}}^{\text{K}} = \frac{S_{\text{kt}}^{\text{K}}}{150} = \frac{539,075}{150} = 3,6$$

$$N_{bt}^D = \frac{S_{bt}^D}{150} = \frac{539,075}{150} = 3,6$$

Vậy đối với đường dây kép, chọn 4 sợi cáp nhôm thời làm việc song song; đối với đường dây đơn ta cũng chọn 4 sợi cáp nhôm thời làm việc song song. Tra sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp ” của PGS Nguyễn Hữu Khái, cáp nhôm tiết diện 150 mm² có $I_{cp} = 355$ [A]

b. Kiểm tra cáp theo điều kiện phát nóng lâu dài:

+ Kiểm tra điều kiện phát nóng của cáp khi làm việc bình thường:

Điều kiện chọn: $K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} \geq I_{bt}$

Trong đó:

K_1 : là hệ số hiệu chỉnh khi nhiệt độ môi trường khác với qui định (do không hiệu chỉnh theo nhiệt độ nên $K_1 = 1$)

K_2 : là hệ số xét đến hiệu ứng gần khi có nhiều cáp làm việc song song, khi số cáp tăng thì K_2 giảm (số cáp làm việc song song bằng 3 nên $K_2 = 0,9$)

-Đối với dây kép:

$$K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 355 = 319,5 \text{ [A]} > I_{bt} = 166,89 \text{ [A]}$$

-Đối với dây đơn:

$$K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 355 = 319,5 \text{ [A]} > I_{bt} = 166,89 \text{ [A]}$$

Vậy cáp đã chọn thỏa mãn điều kiện phát nóng khi làm việc bình thường.

+ Kiểm tra điều kiện phát nóng khi làm việc cường bức

Ta chỉ kiểm tra đường dây kép vì khi sự cố đường dây đơn thì đường dây đơn sẽ mất điện như sau:

$$K_{qt}^{sc} \cdot I'_{cp} \geq I_{cb}$$

Trong đó:

K_{qt}^{sc} là hệ số mang tải cho phép của cáp khi sự cố, được xác định theo hệ số mang tải lúc bình thường của cáp $K_{qt}^{sc} = \frac{I_{bt}}{I'_{cp}} \cdot 100$ như sau:

- $K_{qt}^{sc} = 1,3$ nếu $K_{bt} \leq 80\%$
- $K_{qt}^{sc} = 1,0$ nếu $K_{bt} > 80\%$

Hệ số mang tải lúc bình thường của cáp:

$$K_{bt} = \frac{I_{bt}^K}{I'_{cp}} \cdot 100 = \frac{166,89}{319,5} \cdot 100 = 52,25 \%$$

Do đó: $K_{qt}^{sc} = 1,3$

$$K_{qt}^{sc} \cdot I'_{cp} = 1,3 \cdot 319,5 = 415,35 \text{ [A]} > I_{cb} = 2 \cdot 166,89 = 333,78 \text{ A}$$

Vậy cáp đã chọn thỏa mãn điều kiện phát nóng khi làm việc cưỡng bức.

c. Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt của cáp:

Điều kiện này sẽ được kiểm tra sau khi chọn kháng điện đường dây.

5.4.2. Các mạch phía trung áp 110kV :

5.4.2.1. Chọn thanh góp cáp 110kV :

Chọn thanh dẫn mềm làm thanh dẫn cho thiết bị ngoài trời. Nó thường làm một dây dẫn xoắn bằng nhôm lõi thép

Ta có dòng làm việc cưỡng bức của trung áp là : $I_{cb} = 1,01 \text{ [kA]}^9$

Ta chọn thanh dẫn mềm theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I'_{cp} \geq I_{cb}$$

Trong đó :

I'_{cp} : là dòng điện cho phép của thanh dẫn sau khi đã qui đổi về điều kiện làm việc thực tế

$$I'_{cp} = K_1.K_2.I_{cp}$$

Với: K_1 là hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường chọn $K_1 = 0,9$

K_2 là hệ số hiệu ứng gần, chọn $K_2 = 1$

$$I'_{cp} = K_1.K_2.I_{cp} \geq I_{cb} \Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1.K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,01}{0,9.1} = 1,12 \text{ [kA]}$$

Chọn dây nhôm lõi thép có các thông số sau :

Bảng 5.4 Thông số thanh góp cáp điện áp trung

Tiết diện chuẩn nhôm thép	Số liệu tính toán					Dòng điện phụ tải cho phép,A
	Tiết diện mm ²		Đường kính, mm		Điện trở	Đặt ngoài trời
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	Một chiều khi 20 ⁰ C	
700/86	687	85,9	36,2	12	0,042	1220

1. Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt khi ngắn mạch

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{chọn} \geq S_{min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{chọn}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

⁹: Dòng điện cưỡng bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.2

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng nhôm nên $C = 88 \text{ A}^{1/2}\text{s/mm}^2$

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N2}}}{C} = \frac{\sqrt{6,47}}{88} \cdot 10^3 = 28,9 [\text{mm}^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 687 [\text{mm}^2] > 29,9 [\text{mm}^2]$$

Vậy dây dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

2. Kiểm tra điều kiện phát sinh vàng quang

Để đảm bảo không phát sinh vàng quang thì: $U_{vq} \geq U_{dm} = 110\text{kV}$

Trong đó:

U_{vq} : là điện áp tới hạn để phát sinh vàng quang

$$U_{vq} = 84 \cdot m \cdot r \cdot \lg \frac{a}{r}$$

m: hệ số xét tới bề mặt nhẵn của dây dẫn, chọn $m = 0,95$

r: bán kính dây dẫn $r = \frac{d}{2} = \frac{36,2}{2} = 18,1 [\text{mm}] = 1,81 [\text{cm}]$

a: khoảng cách giữa các trục dây dẫn $a = 300 [\text{cm}]$

Thay vào công thức trên ta có :

$$U_{vq} = 84 \cdot 0,95 \cdot 1,81 \cdot \lg \frac{300}{1,81} = 320,57 [\text{kV}]$$

Ta thấy $U_{vq} > U_{dm} = 110\text{kV}$ thỏa mãn

Vậy dây dẫn đã chọn làm thanh góp 110kV thỏa mãn điều kiện tổn thất vàng quang

5.4.2.2. Chọn dây dẫn từ trung áp máy biến áp liên lạc đến thanh góp trung áp 110kV:

Ta chọn thanh dẫn mềm theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép :

$$I'_{cp} \geq I_{cb}$$

Trong đó :

I'_{cp} : là dòng điện cho phép của thanh dẫn sau khi đã qui đổi về điều kiện làm việc thực tế

$$I'_{cp} = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp}$$

Với: K_1 là hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường chọn $K_1 = 0,9$

K_2 là hệ số hiệu ứng gần, chọn $K_2 = 1$

Ta có $I_{cp} = 1,01 [\text{kA}]$ ¹⁰

$$I'_{cp} = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} \geq I_{cb} \Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1 \cdot K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{1,01}{0,9 \cdot 1} = 1,12 [\text{kA}]$$

Chọn dây nhôm lõi thép có các thông số sau :

¹⁰ : Dòng điện cường bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.2

Bảng 5.5 Thông số dây dẫn cấp điện áp trung

Tiết diện chuẩn nhôm thép	Số liệu tính toán					Dòng điện phụ tải cho phép,A
	Tiết diện mm ²		Đường kính, mm		Điện trở	Đặt ngoài trời
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	Một chiều khi 20 ⁰ C	
700/86	687	85,9	36,2	12	0,042	1220

Kiểm tra tương tự như kiểm tra với thanh góp 110kV

5.4.3. Các mạch phía cao áp 220kV :

5.4.3.1. Chọn thanh góp cấp 220kV :

Chọn thanh dẫn mềm làm thanh dẫn cho thiết bị ngoài trời. Nó thường làm một dây dẫn xoắn bằng nhôm lõi thép

Ta có dòng làm việc cường bức của trung áp là : $I_{cb} = 0,504 \text{ [kA]}$ ¹¹

Ta chọn thanh dẫn mềm theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I'_{cp} \geq I_{cb}$$

Trong đó :

I'_{cp} : là dòng điện cho phép của thanh dẫn sau khi đã qui đổi về điều kiện làm việc thực tế

$$I'_{cp} = K_1.K_2.I_{cp}$$

Với: K_1 là hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường chọn $K_1 = 0,9$

K_2 là hệ số hiệu ứng gần, chọn $K_2 = 1$

$$I'_{cp} = K_1.K_2.I_{cp} \geq I_{cb} \Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1.K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{0,504}{0,9.1} = 0,56 \text{ [kA]}$$

Chọn dây nhôm lõi thép có các thông số sau :

Bảng 5.6 Thông số thanh góp cấp điện áp cao

Tiết diện chuẩn nhôm thép	Số liệu tính toán					Dòng điện phụ tải cho phép,A
	Tiết diện mm ²		Đường kính, mm		Điện trở	Đặt ngoài trời
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	Một chiều khi 20 ⁰ C	
240/32	244	31,7	21,6	7,2	0,118	610

1. Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt khi ngắn mạch

¹¹ : Dòng điện cường bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.1

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{\text{chọn}} \geq S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{\text{chọn}}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng nhôm nên $C = 88 \text{ A}^{1/2}\text{s/mm}^2$

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_{N1}}}{C} = \frac{\sqrt{1,8}}{88} \cdot 10^3 = 15,24 [\text{mm}^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 244 [\text{mm}^2] > 15,24 [\text{mm}^2]$$

Vậy dây dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

2. Kiểm tra điều kiện phát sinh vàng quang

Để đảm bảo không phát sinh vàng quang thì: $U_{\text{vq}} \geq U_{\text{dm}} = 220\text{kV}$

Trong đó:

U_{vq} : là điện áp tới hạn để phát sinh vàng quang

$$U_{\text{vq}} = 84.m.r.lg \frac{a}{r}$$

m : hệ số xét tới bề mặt nhẵn của dây dẫn, chọn $m = 0,95$

r : bán kính dây dẫn $r = \frac{d}{2} = \frac{21,6}{2} = 10,8 [\text{mm}] = 1,08 [\text{cm}]$

a : khoảng cách giữa các trục dây dẫn $a = 550 [\text{cm}]$

Thay vào công thức trên ta có :

$$U_{\text{vq}} = 84.0,95.1,08.lg \frac{550}{1,08} = 233,29 [\text{kV}]$$

Ta thấy $U_{\text{vq}} > U_{\text{dm}} = 220\text{kV}$ thỏa mãn

Vậy dây dẫn đã chọn làm thanh góp 220kV thỏa mãn điều kiện tồn thất vàng quang

5.4.3.2. Chọn dây dẫn từ cao áp máy biến áp liên lạc đến thanh góp cao áp 220kV:

Ta chọn thanh dẫn mềm theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép :

$$I'_{\text{cp}} \geq I_{\text{cb}}$$

Trong đó :

I'_{cp} : là dòng điện cho phép của thanh dẫn sau khi đã qui đổi về điều kiện làm việc thực tế

$$I'_{\text{cp}} = K_1.K_2.I_{\text{cp}}$$

Với: K_1 là hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường chọn $K_1 = 0,9$

K_2 là hệ số hiệu ứng gần, chọn $K_2 = 1$

Ta có $I_{\text{cp}} = 0,504 [\text{kA}]^{12}$

¹² : Dòng điện cường bức được tính ở chương 4 mục 4.2.3.1

$$I'_{cp} = K_1.K_2.I_{cb} \geq I_{cb} \Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1.K_2}$$

$$I_{cp} \geq \frac{0,504}{0,9.1} = 0,56[\text{kA}]$$

Chọn dây nhôm lõi thép có các thông số sau :

Bảng 5.7 Thông số dây dẫn cấp điện áp cao

Tiết diện chuẩn nhôm thép	Số liệu tính toán					Dòng điện phụ tải cho phép,A
	Tiết diện mm ²		Đường kính, mm		Điện trở	Đặt ngoài trời
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	Một chiều khi 20 ⁰ C	
240/32	244	31,7	21,6	7,2	0,118	610

Kiểm tra tương tự như kiểm tra với thanh góp 220kV vì I_{cb} giống nhau

5.4.3.3. Chọn dây dẫn liên lạc với hệ thống

Tiết diện của dây dẫn được chọn theo mật độ dòng điện làm việc kinh tế:

$$S_{kt} = \frac{I_{bt}}{J_{kt}}$$

Trong đó:

I_{bt} là dòng điện làm việc bình thường của mạch điện.

J_{kt} là mật độ dòng điện kinh tế, phụ thuộc vào T_{max}.

Ta có T_{max}= 4500 [h]

Tra bảng 5.3 trang 56 sách “ Thiết kế nhà máy điện và trạm biến áp – Nguyễn Hữu Khải” đối với dây nhôm lõi thép thì J_{kt} = 1,1 [A/mm²]

Đối với dây kép đã tính ở chương 4 ta có I_{bt} = 0,12 [kA]

Vậy :
$$S_{kt} = \frac{I_{bt}}{J_{kt}} = \frac{0,12.10^3}{1,1} = 109,1 \text{ mm}^2$$

Chọn dây nhôm lõi thép có các thông số sau:

Bảng 5.8 Thông số dây dẫn phụ tải cấp điện áp cao

Tiết diện chuẩn nhôm thép	Số liệu tính toán					Dòng điện phụ tải cho phép,A
	Tiết diện mm ²		Đường kính, mm		Điện trở	Đặt ngoài trời
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	Một chiều khi 20 ⁰ C	
185/128	187	128	23,1	14,7	0,155	510

1. Kiểm tra điều kiện phát nóng lâu dài

$$I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{K_1.K_2} = \frac{2.0,12}{0,9.1} = 0,26 [\text{kA}]$$

Ta có $I_{cp} = 510 [A] > 260[A]$

Vậy dây dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện phát nóng lâu dài

2. Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt khi ngắn mạch

Tiết diện nhỏ nhất đảm bảo ổn định nhiệt của cấp điện áp 220kV

$$S_{\text{chọn}} \geq S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{\text{chọn}}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng nhôm nên $C = 88 A^{1/2}s/mm^2$

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_{N1}}}{C} = \frac{\sqrt{1,8}}{88} \cdot 10^3 = 15,25 [mm^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 187 [mm^2] > 15,25 [mm^2]$$

Vậy dây dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

3. Kiểm tra điều kiện phát sinh vàng quang

Để đảm bảo không phát sinh vàng quang thì: $U_{vq} \geq U_{dm} = 220kV$

Trong đó:

U_{vq} : là điện áp tới hạn để phát sinh vàng quang

$$U_{vq} = 84.m.r.lg \frac{a}{r}$$

m : hệ số xét tới bề mặt nhẵn của dây dẫn, chọn $m = 0,95$

r : bán kính dây dẫn $r = \frac{d}{2} = \frac{23,1}{2} = 11,55 [mm] = 1,155[cm]$

a : khoảng cách giữa các trục dây dẫn $a = 550 [cm]$

Thay vào công thức trên ta có :

$$U_{vq} = 84.0,95.1,155.lg \frac{550}{1,155} = 246,81[kV]$$

Ta thấy $U_{vq} > U_{dm} = 220kV$ thỏa mãn

Vậy dây dẫn đã chọn làm thanh góp 220kV thỏa mãn điều kiện tổn thất vàng quang

5.5. CHỌN SỨ CÁCH ĐIỆN

Sứ được chọn dùng để giữ các dây dẫn trần. Do đó sứ phải chịu được điện áp lớn nhất có thể đặt lên dây dẫn, phải chịu được tác động và nhiệt của dòng điện khi làm việc lâu dài cũng như khi ngắn mạch. Đồng thời chịu được tác động của môi trường làm việc.

5.5.1. Chọn sứ treo cho mạch 220kV

Điện áp phóng điện của chuỗi sứ tỉ lệ với số đĩa và được tính:

$$U_{tr} = n.E_{tr}.H$$

Trong đó: n là số đĩa cách điện trong chuỗi sứ

E_r là cường độ điện trường phóng điện mặt ngoài trung bình [kV/cm]

Điều kiện chọn sứ: $E_r \geq U_{qanb}$

Hay : $U_r \geq KU_{qanb}$, lấy $K=1,1$

Vậy số đĩa sứ được chọn : $n \geq \frac{1,1.U_{qanb}}{E_r.H}$

Ta chọn loại sứ II-45 có $E_r = 2,15$ [kV/cm] , $H = 170$ [mm]

Đối với điện áp 220kV

$$U_{qanb} = 3.U_p = 3. \frac{220}{\sqrt{3}} = 381 \text{ [kV]}$$

Số lượng bát sứ được chọn

$$n \geq \frac{1,1.381}{2,15.17} = 11,46 \text{ [bát]}$$

Từ đó ta chọn 12 bát

Còn đối với chuỗi sứ ở cột néo, do chuỗi sứ phải làm việc với một tải trọng cơ giới lớn nên số lượng bát sứ tăng thêm 2 bát. Vậy ta chọn số lượng bát sứ cấp điện áp 220 [kV] là 14 bát

5.5.2. Chọn sứ treo cho mạch 110kV

Điện áp phóng điện của chuỗi sứ tỉ lệ với số đĩa và được tính:

$$U_r = n.E_r .H$$

Trong đó: n là số đĩa cách điện trong chuỗi sứ

E_r là cường độ điện trường phóng điện mặt ngoài trung bình [kV/cm]

Điều kiện chọn sứ: $E_r \geq U_{qanb}$

Hay : $U_r \geq KU_{qanb}$, lấy $K=1,1$

Vậy số đĩa sứ được chọn : $n \geq \frac{1,1.U_{qanb}}{E_r.H}$

Ta chọn loại sứ II-45 có $E_r = 2,15$ [kV/cm] , $H = 170$ [mm]

Đối với điện áp 110kV

$$U_{qanb} = 3.U_p = 3. \frac{110}{\sqrt{3}} = 203,22 \text{ [kV]}$$

Số lượng bát sứ được chọn

$$n \geq \frac{1,1.203,22}{2,15.17} = 6,16 \text{ [bát]}$$

Từ đó ta chọn 7 [bát]

Còn đối với chuỗi sứ ở cột néo, do chuỗi sứ phải làm việc với một tải trọng cơ giới lớn nên số lượng bát sứ tăng thêm 2 bát. Vậy ta chọn số lượng bát sứ cấp điện áp 110 [kV] là 9 bát

5.5.3. Chọn sứ cho mạch cấp điện áp máy phát 10,5kV

5.5.3.1. Điều kiện chọn và kiểm tra

- Sứ đỡ được chọn theo các điều kiện sau:

- + Vị trí đặt : Đặt trong nhà hay ngoài trời.
- + Loại sứ : Sứ đỡ, sứ xuyên, sứ treo

+ Điện áp : $U_{đmS} \geq U_{đm \text{ mạng}}$

+ Kiểm tra điều kiện ổn định động:

$$F_{tt} \leq F_{cp} = 0,6 \cdot F_{phá}$$

Trong đó:

+ F_{cp} : Lực cho phép tác động lên đầu sứ [kG]

+ $F_{phá}$: Lực phá hoại định mức [kG]

+ F_{tt} : Lực tính toán đẳng trị quy đổi về đầu sứ.

Với:

$$F_{tt} = F_1 \cdot \frac{H'}{H} = F_1 \cdot \frac{H + \frac{h}{2}}{H}$$

F_1 : Là lực tính toán trên khoảng vượt của thanh dẫn [kG].

5.5.3.2. Sứ đỡ thanh góp cấp điện áp máy phát

- Ta có: $F_1 = 1422,49 \text{ [kG]}^{13}$

$$h = 150 \text{ [mm]}$$

- Dựa vào Phụ lục VII/trang 252 TLTK [1] ta chọn loại sứ đặt trong nhà có các thông số như sau:

Bảng 5.9 Thông số sứ đỡ thanh góp cấp điện áp máy phát

Loại sứ	Điện áp [kV]		Lực phá hoại nhỏ nhất khi uốn tính [kG]	Chiều cao [mm]
	Định mức	Duy trì ở trạng thái khô		
OΦP-10-4250KBY3	10	47	4250	230

- Vậy: $F_{tt} = F_1 \cdot \frac{H'}{H} = F_1 \cdot \frac{H + \frac{h}{2}}{H} = 1422,49 \cdot \frac{230 + \frac{150}{2}}{230} = 1886,65 \text{ [kG]}$

$$F_{cp} = 0,6 \cdot F_{phá} = 0,6 \cdot 4250 = 2550 \text{ [kG]}$$

- Ta thấy: $F_{tt} < F_{cp}$ nên thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

5.5.3.3. Sứ đỡ thanh dẫn từ đầu cực máy phát đến thanh góp 10,5 kV

- Ta có: $F_1 = 610,65 \text{ [kG]}^{14}$

$$h = 125 \text{ [mm]}$$

- Dựa vào Phụ lục VII/trang 252 TLTK [1] ta chọn loại sứ đặt trong nhà có các thông số như sau:

¹³ Được tính ở mục 5.4.1.1

¹⁴ Được tính ở mục 5.4.1.2

Bảng 5.10 Thông số sứ đỡ thanh dẫn từ đầu cực máy phát đến thanh góp 10,5kV

Loại sứ	Điện áp [kV]		Lực phá hoại nhỏ nhất khi uốn tính [kG]	Chiều cao [mm]
	Định mức	Duy trì ở trạng thái khô		
OΦP-10-2000Y3	10	47	2000	134

- Vậy: $F_{tt} = F_1 \cdot \frac{H'}{H} = F_1 \cdot \frac{H+\frac{h}{2}}{H} = 610,65 \cdot \frac{134+\frac{125}{2}}{134} = 895,47 \text{ [kG]}$

$F_{cp} = 0,6 \cdot F_{phá} = 0,6 \cdot 2000 = 1200 \text{ [kG]}$

- Ta thấy: $F_{tt} < F_{cp} \Rightarrow$ thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

5.5.3.4. Chọn sứ cho thanh dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát đến máy biến áp liên lạc

1. Sứ đỡ phần đi trong nhà

-Ta có: $F_1 = 790,27 \text{ [kG]}^{15}$

$h = 150[\text{mm}]$

- Dựa vào Phụ lục VII/trang 252 TLTk [1] ta chọn loại sứ đặt trong nhà có các thông số như sau:

Bảng 5.11 Thông số sứ đỡ thanh dẫn từ thanh góp 10.5kV đến MBA liên lạc

Loại sứ	Điện áp [kV]		Lực phá hoại nhỏ nhất khi uốn tính [kG]	Chiều cao [mm]
	Định mức	Duy trì ở trạng thái khô		
OΦP-10-2000KBY3	10	47	2000	235

- Vậy: $F_{tt} = F_1 \cdot \frac{H'}{H} = F_1 \cdot \frac{H+\frac{h}{2}}{H} = 790,27 \cdot \frac{235+\frac{150}{2}}{235} = 1042 \text{ [kG]}$

$F_{cp} = 0,6 \cdot F_{phá} = 0,6 \cdot 2000 = 1200 \text{ [kG]}$

- Ta thấy: $F_{tt} < F_{cp} \Rightarrow$ thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

2. Chọn sứ xuyên tường

- Thanh dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát đến hạ áp máy biến áp liên lạc B1, B2 gồm 2 đoạn là đoạn thanh dẫn cứng đặt trong nhà và đoạn thanh dẫn mềm đặt ngoài trời.

- Để nối 2 đoạn này lại với nhau thì ta phải dùng sứ xuyên qua từng gian này.

- Điều kiện chọn sứ xuyên:

+ $U_{đmS} \geq U_{ht} = 10,5 \text{ [kV]}$

¹⁵ Được tính ở mục 5.4.1.3
SVTH: Nguyễn Khắc Hoài Bi

$$+ I_{dm} \geq I_{lvc} = 5,28 \text{ [kA]}$$

-Ta chọn sứ xuyên cho thanh dẫn có các thông số như sau:

Bảng 5.12 Thông số sứ xuyên

Loại sứ	Điện áp [kV]	Dòng định mức [kA]	Lực phá hoại nhỏ nhất khi uốn tính [kG]
TA-10	10,5	8	6000

3. Chọn sứ treo

Điện áp phóng điện của chuỗi sứ tỉ lệ với số đĩa và được tính:

$$U_r = n.E_r.H$$

Trong đó: n là số đĩa cách điện trong chuỗi sứ

E_r là cường độ điện trường phóng điện mặt ngoài trung bình [kV/cm]

Điều kiện chọn sứ: $E_r \geq U_{qanb}$

Hay : $U_r \geq KU_{qanb}$, lấy $K=1,1$

Vậy số đĩa sứ được chọn : $n \geq \frac{1,1.U_{qanb}}{E_r.H}$

Ta chọn loại sứ II-45 có $E_r = 2,15 \text{ [kV/cm]}$, $H = 170 \text{ [mm]}$

Đối với điện áp 10,5kV

$$U_{qanb} = 3.U_p = 3. \frac{10,5}{\sqrt{3}} = 18,19 \text{ [kV]}$$

Số lượng bát sứ được chọn

$$n \geq \frac{1,1.18,19}{2,15.17} = 0,5 \text{ bát}$$

Từ đó ta chọn 1 bát

5.6. KIỂM TRA KHÁNG ĐIỆN PHÂN ĐOẠN

Bảng 5.13 Thông số kháng điện phân đoạn

Loại điện kháng	U_{dm} [kV]	I_{dmK} [kA]	$X_K\%$	$\Delta P_{dm}/1$ pha [kW]	I_{odd} [kA]	I_{nh} [kA]
PBA-10-4000-10	10	4	10	29,7	67	53

- Loại kháng điện: PBA-10-4000-10 có $I_{dm} = 4 \text{ [kA]}$
- Kiểm tra ổn định động: $I_{odd} = 67 \text{ [kA]} > i_{xkN4} = 65,68 \text{ [kA]}$
- Kiểm tra ổn định nhiệt: Kháng điện đã chọn có $I_{dm} = 4000A > 1000A$ nên không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

5.7. CHỌN KHÁNG ĐIỆN ĐƯỜNG DÂY

5.7.1. Điều kiện chọn và kiểm tra

Đối với kháng điện đường dây khi chọn ta dựa vào các điều kiện:

Điện áp : $U_{dmK} \geq U_{mg}$

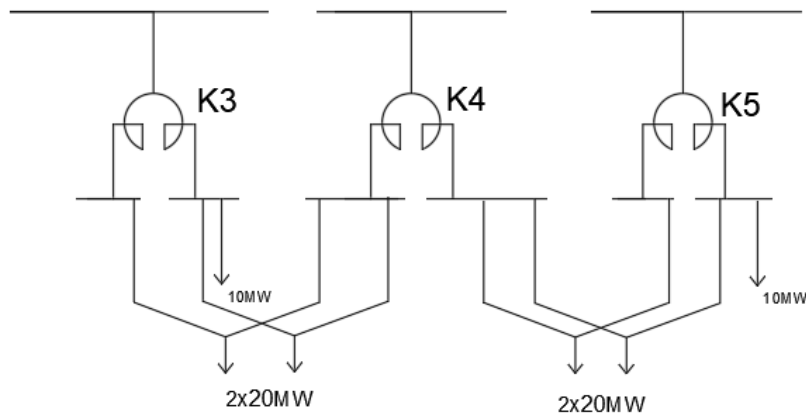
Dòng điện : $I_{dmK} \geq I_{cb}$

Kiểm tra $\Delta U\%$ khi làm việc bình thường và cưỡng bức.

Kiểm tra điều kiện ổn định động: $i_{odd} \geq i_{xk.}$

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt: $I_{nh}^2 \cdot t_{nh} \geq B_N$.

5.7.2. Tính toán phân bố công suất qua kháng



Hình 5.3 Phân bố công suất qua kháng

Bảng 5.14 Phân bố công suất qua kháng lúc bình thường và sự cố

Tình trạng	Phụ tải [MVA]					
	K3		K4		K5	
	Nh31	Nh32	Nh41	Nh42	Nh51	Nh52
Bình thường	10	20	20	20	10	20
Sự cố K3	0	0	40	20	10	20
Sự cố K4	20	30	0	0	20	30
Sự cố K5	10	20	20	40	0	0
Max	20	30	40	40	20	30

Dòng điện làm việc bình thường qua kháng :

$$I_{bt}^{Nh31} = I_{bt}^{Nh51} = \frac{S_{bt}^{Nh31}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmk}} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 0,65 \text{ [kA]}$$

$$I_{bt}^{Nh32} = I_{bt}^{Nh52} = \frac{S_{bt}^{Nh32}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmk}} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 1,29 \text{ [kA]}$$

$$I_{bt}^{Nh41} = I_{bt}^{Nh42} = \frac{S_{bt}^{K4}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmk}} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 1,29 \text{ [kA]}$$

Dòng điện cường bức qua kháng

$$I_{cb}^{K3 \text{ Nh1}} = I_{cb}^{K5 \text{ Nh1}} = \frac{S_{cb}^{K3 \text{ Nh1}}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{P_{cb}^{K3}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 1,29 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb}^{K3 \text{ Nh2}} = I_{cb}^{K5 \text{ Nh2}} = \frac{S_{cb}^{K3 \text{ Nh2}}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{P_{cb}^{K3}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 1,94 \text{ [kA]}$$

$$I_{cb}^{K4 \text{ Nh1}} = I_{cb}^{K4 \text{ Nh2}} = \frac{S_{cb}^{K4}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{P_{cb}^{K4}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{40}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 2,59 \text{ [kA]}$$

Tra sách “Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp” ta có

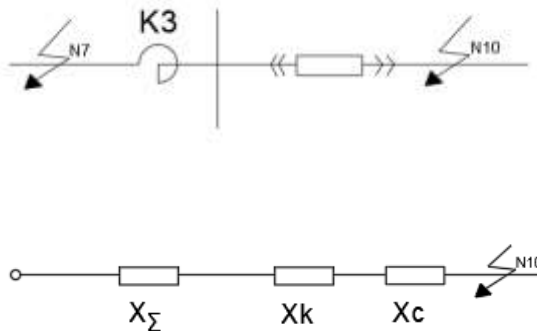
- Ta chọn kháng điện kép K_3, K_5 là PbAC – 10 – 2x2000 – $X_K\%$.
- Ta chọn kháng điện kép K_4 là PbAC – 10 – 2x3000 – $X_K\%$.

5.7.3. Tính toán chọn giá trị $X_K\%$

$X_K\%$ được xác định theo điều kiện hạn chế dòng ngắn mạch đến trị số cho phép nhằm đảm bảo ổn định động, ổn định nhiệt và khả năng cắt của máy cắt sau kháng điện đường dây và đảm bảo điện áp dư trên thanh góp phân đoạn. Đồng thời phải đảm bảo tổn thất điện áp trên kháng điện không được vượt quá trị số cho phép.

5.7.3.1. Xác định $X_{K3}\%, X_{K5}\%$:

Xét kháng điện $K3(K5)$ ta có sơ đồ ngắn mạch như sau:



Để đảm bảo khả năng cắt của các máy cắt các máy cắt địa phương và điều kiện ổn định nhiệt cho cáp thì:

$$I''_{0N10} \leq \min\{I_{cdm}, I_{nhc}\}$$

Trong đó:

- + I_{cdm} : là dòng cắt định mức của máy cắt địa phương.

$$I_{cdm} = 20 \text{ kA}$$

- + I_{nhc} : là dòng điện ổn định nhiệt của cáp địa phương.

$$I_{nhC} = \frac{S.C}{\sqrt{t_c}}$$

Với:

- + S: là tiết diện của cáp $S = 185 \text{ mm}^2$
- + C: là hệ số phụ thuộc vào vật liệu cáp đồng ($C = 141 \text{ A}^2/\text{s}$)
- + t_c : là thời gian cắt ngắn mạch của máy cắt ($t_c = 1\text{s}$)

$$\Rightarrow I_{nhC} = \frac{S.C}{\sqrt{t_{cat}}} = \frac{185.141.10^{-3}}{\sqrt{1}} = 26,085 \text{ [kA]} > 20 \text{ [kA]}$$

Vậy: $I''_{0N10} = 20 \text{ [kA]}$

-Từ sơ đồ ta có:

$$X_{\Sigma} = \frac{I_{cb}}{I''_{N7}} = \frac{5,499}{73,8} = 0,074$$

Vì dòng điện ổn định nhiệt của cáp lớn nên xét ngắn mạch ngay sau máy cắt xuất tuyến khi đó:

$$I''_{N10} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma} + X_K}$$

$$X_{\Sigma} + X_K = \frac{I_{cb}}{I''_{N10}} \geq \frac{5,499}{20} = 0,275$$

$$X_K \geq 0,275 - 0,074 = 0,201$$

Vì ngắn mạch có thể xảy ra ở đầu cực máy cắt nên: $X_C \sim 0$

$$\Rightarrow X_K\% = X_{K3}\% = X_K \cdot \frac{I_{dmK}}{I_{cb}} \cdot 100\% = 0,201 \cdot \frac{2}{5,499} \cdot 100\% = 7,3\%$$

Vậy ta chọn giá trị $X_{K3}\% = X_{K5}\% = 8\%$

Bảng 5.15 Thông số kháng điện K3, K5

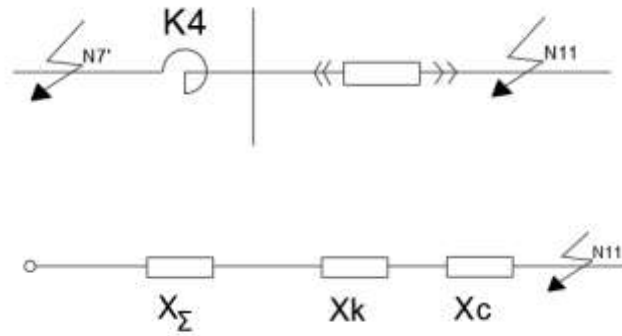
Loại kháng điện	$U_{dm} \text{ [kV]}$	$I_{dm} \text{ [kA]}$	$X_K \text{ [%]}$	Hệ số liên hệ, K	$\Delta P_{dm}/1 \text{ pha [kW]}$
PbAC-10-2x2000-8	10	2	8	0,55	29,4

Xác định lại giá trị dòng ngắn mạch I_{N10}

$$X_K = X_K\% \cdot \frac{I_{cb} \cdot U_{dm}}{I_{dm} \cdot U_{cb}} = 0,08 \cdot \frac{5,499 \cdot 10}{2 \cdot 10,5} = 0,209$$

$$I_{N10} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma} + X_K} = \frac{5,499}{0,074 + 0,209} = 19,43 \text{ [kA]} \leq 20 \text{ [kA]}$$

5.7.3.2. Xác định $X_{K4}\%$



Để đảm bảo khả năng cắt của các máy cắt các máy cắt địa phương và điều kiện ổn định nhiệt cho cáp thì:

$$I''_{0N11} \leq \min\{I_{cdm}, I_{nhc}\}$$

Trong đó:

+ I_{cdm} : là dòng cắt định mức của máy cắt địa phương.

$$I_{cdm} = 20 \text{ kA}$$

+ I_{nhc} : là dòng điện ổn định nhiệt của cáp địa phương.

$$I_{nhc} = \frac{S \cdot C}{\sqrt{t_c}}$$

Với:

+ S : là tiết diện của cáp $S = 185 \text{ mm}^2$

+ C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu cáp đồng ($C = 141 \text{ A}^2/\text{s}$)

+ t_c : là thời gian cắt ngắn mạch của máy cắt ($t_c = 1 \text{ s}$)

$$\Rightarrow I_{nhc} = \frac{S \cdot C}{\sqrt{t_{cat}}} = \frac{185 \cdot 141 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1}} = 26,085 \text{ [kA]} > 20 \text{ [kA]}$$

Vậy: $I''_{0N10} = 20 \text{ [kA]}$

-Từ sơ đồ ta có:

$$X_{\Sigma} = \frac{I_{cb}}{I''_{N7'}} = \frac{5,499}{70,94} = 0,078$$

Vì dòng điện ổn định nhiệt của cáp lớn nên xét ngắn mạch ngay sau máy cắt xuất tuyến khi đó:

$$I''_{N10} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma} + X_K}$$

$$X_{\Sigma} + X_K = \frac{I_{cb}}{I''_{N10}} \geq \frac{5,499}{20} = 0,275$$

$$X_K \geq 0,275 - 0,078 = 0,197$$

Vì ngắn mạch có thể xảy ra ở đầu cực máy cắt nên: $X_C \sim 0$

$$\Rightarrow X_K\% = X_{K3}\% = X_K \cdot \frac{I_{dmK}}{I_{cb}} \cdot 100\% = 0,197 \cdot \frac{3}{5,499} \cdot 100\% = 10,74\%$$

Vậy ta chọn giá trị $X_{K4}\% = 12\%$

Bảng 5.16 Thông số kháng điện K4

Loại kháng điện	U_{dm} [kV]	I_{dm} [kA]	$X_K[\%]$	Hệ số liên hệ, K	$\Delta P_{dm}/1$ pha [kW]
PbAC-10-2x3000-12	12	3	12	0,47	52

Xác định lại giá trị dòng ngắn mạch I_{N11}

$$X_K = X_K\% \cdot \frac{I_{cb} \cdot U_{dm}}{I_{dm} \cdot U_{cb}} = 0,12 \cdot \frac{5,499 \cdot 10}{3 \cdot 10,5} = 0,209$$

$$I_{N11} = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma} + X_K} = \frac{5,499}{0,078 + 0,209} = 19,16 \text{ [kA]} \leq 20 \text{ [kA]}$$

5.7.3.3. Kiểm tra tổn thất điện áp qua kháng điện đã chọn:

a. Điều kiện làm việc bình thường:

$$\Delta U_{bt}^K\% \leq \Delta U_{cp}^K\% = 2\%$$

– Kháng điện kép K₃, K₅.

$$\begin{aligned} \Delta U_{bt}^{K3}\% = \Delta U_{bt}^{K5}\% &= X_{K3}\% \cdot \frac{|I_{bt}^{Nh31} - KI_{bt}^{Nh32}|}{I_{dmK3}} \cdot \sin\varphi \\ &= 8\% \cdot \frac{|0,65 - 0,55 \cdot 1,29|}{2} \cdot \sin(\cos^{-1}(0,85)) = 0,12\% \leq 2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{bt}'^{K3}\% = \Delta U_{bt}^{K5}\% &= X_{K3}\% \cdot \frac{|I_{bt}^{Nh32} - KI_{bt}^{Nh31}|}{I_{dmK3}} \cdot \sin\varphi \\ &= 8\% \cdot \frac{|1,29 - 0,55 \cdot 0,65|}{2} \cdot \sin(\cos^{-1}(0,85)) = 1,96\% \leq 2\% \end{aligned}$$

– Kháng điện kép K₄.

$$\begin{aligned} \Delta U_{bt}^{K4}\% &= X_{K4}\% \cdot \frac{|I_{bt}^{Nh41} - KI_{bt}^{Nh42}|}{I_{dmK4}} \cdot \sin\varphi \\ &= 12\% \cdot \frac{|1,29 - 0,47 \cdot 1,29|}{3} \cdot \sin(\cos^{-1}(0,85)) = 1,44\% \leq 2\% \end{aligned}$$

Vậy $\Delta U_{bt}^K\% \leq \Delta U_{cp}^K\% = 2\% \Rightarrow$ Thỏa mãn

b. Điều kiện cường bức

$$\Delta U_{K}^{cb}\% \leq \Delta U_{cp}^{cb}\% = 5\%$$

– Kháng điện kép K₃, K₅.

$$\Delta U_{cb}^{K3}\% = \Delta U_{cb}^{K5}\% = X_{K3}\% \cdot \frac{|I_{cb}^{Nh31} - KI_{cb}^{Nh32}|}{I_{dmK3}} \cdot \sin\varphi$$

$$= 8\% \cdot \frac{|1,29 - 0,55 \cdot 1,94|}{2} \cdot \sin(\cos^{-1}(0,85)) = 0,47\% \leq 5\%$$

$$\begin{aligned} \Delta U' \%_{cb}^{K3} &= \Delta U' \%_{cb}^{K5} = X_{K3} \% \cdot \frac{|I_{cb}^{Nh32} - K I_{cb}^{Nh31}|}{I_{dmK3}} \cdot \sin \varphi \\ &= 8\% \cdot \frac{|1,94 - 0,55 \cdot 1,29|}{2} \cdot \sin(\cos^{-1}(0,85)) = 2,59\% \leq 5\% \end{aligned}$$

– Kháng điện kép K4.

$$\begin{aligned} \Delta U \%_{cb}^{K4} &= X_{K4} \% \cdot \frac{|I_{cb}^{Nh41} - K I_{cb}^{Nh42}|}{I_{dmK4}} \cdot \sin \varphi \\ &= 12\% \cdot \frac{|2,59 - 0,47 \cdot 2,59|}{3} \cdot \sin(\cos^{-1}(0,85)) = 2,89\% \leq 5\% \end{aligned}$$

Vậy $\Delta U \%_{cb}^K \leq \Delta U \%_{cp}^K = 5\% \Rightarrow$ Thỏa mãn

c. Kiểm tra điều kiện tạo điện áp dư trên thanh góp khi ngắn mạch sau máy cắt đường dây

– Kháng điện kép K3, K5:

$$\Delta U \%_{dur}^{K3} = \Delta U \%_{dur}^{K5} = X_{K5} \% \cdot \frac{I_{N10}}{I_{dmK3}} = 8\% \cdot \frac{19,43}{2} = 77,72\% > 60\%$$

– Kháng điện kép K4:

$$\Delta U \%_{dur}^{K4} = X_{K4} \% \cdot \frac{I_{N10}}{I_{dmK4}} = 12\% \cdot \frac{19,16}{3} = 76,64\% > 60\%$$

Vậy kháng điện đã chọn thỏa mãn điều kiện này.

5.8. KIỂM TRA ỔN ĐỊNH NHIỆT CHO CÁP PHỤ TẢI CÁP ĐIỆN ÁP MÁY PHÁT 10,5 kV

a) Đối với đường dây kháng điện K3, K4

Chiều dài của đoạn cáp là 200m

Điện kháng của đoạn cáp là:

$$X_c = \frac{1}{n} \cdot X_0 \cdot l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2}$$

Trong đó:

- + X_0 là kháng điện trên 1 đơn vị chiều dài, chọn cáp có tiết diện $S = 185 \text{ mm}^2$ thì $X_0 = 0,077 (\Omega/\text{km})$
- + l là chiều dài của cáp, $l = 200\text{m} = 0,2 \text{ km}$
- + n là số sợi cáp làm việc song song, $n=3$

$$X_c^k = \frac{1}{3} \cdot 0,077 \cdot 0,2 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 0,0046 [\Omega]$$

- Dòng ngắn mạch tại cuối đoạn cáp:

$$I_N'' = \frac{I_{cb}}{X_H + X_K + X_c^k} = \frac{5,499}{0,074 + 0,201 + 0,0046} = 19,66 [\text{kA}]$$

-Xung lượng nhiệt tính toán của cáp:

$$B_{Ntt} = I_N'' \cdot (t + T_a) = 19,66^2 \cdot (1 + 0,05) = 405,84(kA^2S)$$

-Tiết diện nhỏ nhất mà cáp có thể chịu đựng được khi cáp xảy ra ngắn mạch:

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_{Ntt}}}{C} = \frac{\sqrt{405,84}}{141} = 0,143 = 143 [mm^2]$$

Ta thấy: $S_{chọn} = 185 [mm^2] > S_{min} = 143 [mm^2]$

Vậy cáp đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

b) Đối với đường dây kháng điện K4

$$X_c^k = \frac{1}{3} \cdot 0,077 \cdot 0,2 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 0,0046 [\Omega]$$

-Dòng ngắn mạch tại cuối đoạn cáp:

$$I_N'' = \frac{I_{cb}}{X_H + X_K + X_c^k} = \frac{5,499}{0,078 + 0,197 + 0,0046} = 19,67 [kA]$$

-Xung lượng nhiệt tính toán của cáp:

$$B_{Ntt} = I_N'' \cdot (t + T_a) = 19,67^2 \cdot (1 + 0,05) = 406,25(kA^2S)$$

-Tiết diện nhỏ nhất mà cáp có thể chịu đựng được khi cáp xảy ra ngắn mạch:

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_{Ntt}}}{C} = \frac{\sqrt{406,25}}{141} = 0,143 = 143 [mm^2]$$

Ta thấy: $S_{chọn} = 185 [mm^2] > S_{min} = 143 [mm^2]$

Vậy cáp đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

5.9. CHỌN MÁY CẮT SAU KHÁNG ĐIỆN ĐƯỜNG DÂY

5.9.1. Điều kiện chọn và kiểm tra

- Loại máy cắt điện
- Điện áp : $U_{dmMC} \geq U_{mg}$
- Dòng điện : $I_{dmMC} \geq I_{lvc}$
- Điều kiện cắt : $I_{cdmMC} \geq I_N''$
- Kiểm tra điều kiện ổn định động : $i_{odd} \geq i_{xk}$.
- Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt : $I^2 \cdot t_{nh} \geq B_N$

5.9.2. Đối với đường dây nối với kháng điện kép K3,K5

Dòng điện làm việc cường bức là: $I_{cb}^{K5} = 1,94 [kA]$.

Tra sách "Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp" của PGS Nguyễn Hữu Khái, ta chọn máy cắt điện có các thông số như bảng sau:

Bảng 5.17 Thông số của máy cắt điện

Loại máy cắt điện	$U_{dm}[kV]$	$I_{dm} [A]$	$I_{cdm}[kA]$	$i_{odd} [kA]$	i_{odn}/t_{nh}
MBII $\exists -10 - 3200 - 20$	10	3200	20	52	20/4

5.9.3. Đối với đường dây nối với kháng điện kép K4

Dòng điện làm việc cường bức là: $I_{cb}^{K6} = 2,59$ [kA].

Tra sách "Thiết kế phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp" của PGS Nguyễn Hữu Khái, ta chọn máy cắt điện có các thông số như bảng sau:

Bảng 5.18 Thông số của máy cắt điện

Loại máy cắt điện	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{cdm} [kA]	i_{odd} [kA]	i_{odn}/t_{nh}
MBII $\exists -10 - 3200 - 20$	10	3200	20	52	20/4

5.9.4. Kiểm tra máy cắt đã chọn

a. Kiểm tra ổn định động

- Kháng điện K3,K5:

Điều kiện: $i_{xk} < i_{odd} = 52$ [kA]

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{ON10} = \sqrt{2} \cdot 1,8.19,43 = 49,46 \text{ [kA]}$$

$$\Rightarrow i_{xk} = 49,46 \text{ [kA]} < i_{odd} = 52 \text{ [kA]}$$

Vậy kháng điện thỏa mãn điều kiện ổn định động.

- Kháng điện kép K4:

Điều kiện: $i_{xk} < i_{odd} = 52$ [kA]

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{ON11} = \sqrt{2} \cdot 1,8.19,16 = 48,77 \text{ [kA]}$$

$$\Rightarrow i_{xk} = 48,77 \text{ [kA]} < i_{odd} = 52 \text{ [kA]}$$

Vậy kháng điện thỏa mãn điều kiện ổn định động.

b. Kiểm tra ổn định nhiệt

Vì các kháng điện đã chọn có $I_{dm} > 1000$ [A] nên không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

5.10. CHỌN CUỘN DẬP HỒ QUANG

5.10.1. Điều kiện chọn

Cuộn dập hồ quang được chọn theo điều kiện sau:

$$U_{dm} \geq U_{ph}.$$

$$Q \geq Q_{tt} = n \cdot I_c \cdot U_{ph}.$$

Trong đó:

+ U_{ph} là điện áp pha của mạng, kV.

+ n là hệ số tính đến sự phát triển của mạng chọn bằng 1,25 .

+ I_c là dòng điện chạm đất một pha và được xác định theo công thức kinh nghiệm sau

Đối với đường dây trên không :

$$I_c = \frac{U_d \cdot I_{\Sigma}}{350} \text{ [A]}$$

Đối với đường dây cáp :

$$I_c = \frac{U_d \cdot I_\Sigma}{10} [A]$$

5.10.2. Chọn cuộn dập hồ quang cho mạng cáp điện áp máy phát 10,5 kV

Phụ tải cáp điện áp máy phát bao gồm :

+ 4 đường dây kép x 20 MW dài 15 km

+ 2 đường dây đơn x 10 MW dài 10km

Tổng chiều dài đường dây dẫn phụ tải cáp điện áp máy phát:

$$l_\Sigma = 8.15 + 2.10 = 140 [km]$$

Cáp chọn đặt dưới đất có thể lấy bằng 0,2km nên ta có:

$$l_{\text{cáp}} = 4.2.0,2 + 2.0,2 = 2 [km]$$

Tổng chiều dài đường dây trên không của phụ tải cáp điện áp máy phát:

$$l_K = 140 - 2 = 138 [km]$$

Dòng điện dung I_c của đường dây trên không:

$$I_{Ck} = \frac{U_d \cdot I_{\Sigma k}}{350} = \frac{10,5 \cdot 140}{350} = 4,2 [A]$$

Dòng điện dung I_c của đường dây cáp:

$$I_{Cc} = \frac{U_d \cdot I_{\Sigma \text{ cáp}}}{10} = \frac{10,5 \cdot 2}{10} = 2,1 [A]$$

Dòng điện dung của đường dây phụ tải cáp điện áp máy phát:

$$I_c = I_{Ck} + I_{Cc} = 4,2 + 2,1 = 6,3 [A]$$

Ta thấy $I_c < 30A$ nên không cần phải đặt cuộn dập hồ quang cho lưới 10,5kV

5.11. CHỌN MÁY BIẾN DÒNG (BI) VÀ MÁY BIẾN ĐIỆN ÁP (BU)

Các phần tử trong hệ thống điện thường có điện áp cao và dòng điện làm việc lớn, không thể đưa trực tiếp các đại lượng này vào các dụng cụ đo lường, các rơle, các thiết bị tự động hóa và kiểm tra. Để cung cấp tín hiệu cho các thiết bị trên, người ta dùng các máy biến dòng điện (BI) và các máy biến điện áp (BU), gọi chung là máy biến áp đo lường.

Máy biến dòng điện (BI) là các máy biến áp đo lường, làm nhiệm vụ biến đổi dòng điện lớn cần đo I_1 xuống dòng điện tiêu chuẩn I_2 với tổn hao và sai số nhỏ để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ rơle và tự động hóa trong hệ thống một cách an toàn.

Máy biến điện áp (BU) là máy biến áp đo lường dùng để biến đổi điện áp từ một trị số nào đó U_1 ; về một trị số thích hợp U_2 ; để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ rơle, tự động hóa, kiểm tra cách điện... trong mạng điện.

Ngoài ra nhờ có máy biến áp, máy biến dòng mà các dụng cụ đo lường, các rơle được cách ly với mạng điện cao U_1 , đảm bảo an toàn cho nhân viên vận hành. Ở đây ta chọn BI, BU cho mạng máy phát $U_{dm} = 10,5kV$, $I_{cb}^{MF} = 4,33 [kA]$ ¹⁶

¹⁶ Dòng điện cường bức mạch đầu cực máy phát được tính ở mục 4.2.3.3

5.11.1. Chọn máy biến dòng BI

a. Điều kiện chọn và kiểm tra :

Máy biến dòng BI được chọn theo các điều kiện :

- Điện áp : $U_{dmBI} \geq U_{mg} = 10,5kV$
- Dòng điện : $I_{dmBI} \geq \frac{I_{cb}}{1,2}$
- Phụ tải : $Z_{2dmBI} \geq Z_2 = r_2$
- Ổn định động : $\sqrt{2} \cdot K_{odd} \cdot I_{1dm} \geq i_{xk}$
- Ổn định nhiệt : $(k_{nh} \cdot I_{1dm})^2 \cdot t_{nh} \geq B_N$

b. Tính chọn BI

Ta có: $I_{dmBI} \geq \frac{I_{cb}}{1,2} = \frac{4,33}{1,2} = 3,61 \text{ [kA]}$

Ta chọn BI đặc trong nhà, cả sơ cấp và thứ cấp đều được mắc hình sao và các thông số như bảng sau:

Bảng 5.19 Thông số của máy biến dòng

Loại biến dòng	Điện áp [kV]	Dòng điện định mức [A]		Cấp chính xác	Phụ tải định mức	k_{odd}	i_{odd}	I_{nh}/t_{nh}
		Sơ cấp	Thứ cấp					
TIII-10	10	4000	5	0,5	1,2	165	81	31,5/4

c. Tính chọn tiết diện dây dẫn

Tên dụng cụ	Loại	Phụ tải [VA]		
		Pha A	Pha B	Pha C
Ampe kế	Э – 335	0,5	0,5	0,5
Oát mét tác dụng	Д – 335	0,5		0,5
Oát mét phản kháng	Д – 335	0,5		0,5
Oát mét tự dùng tự ghi	H – 348	10		10
Oát mét phản kháng tự ghi	H – 3180	10		10
Oát giờ kế tác dụng	и - 675	2,5	2,5	2,5
Oát giờ kế phản kháng	и - 673M	2,5	2,5	2,5
Tổng công suất		26,5	5,5	26,5

Từ bảng trên ta thấy pha A và pha C mang tải nhiều nhất $S=26,5$ VA nên lấy số liệu pha A để tính toán

Tổng trở các dụng cụ đo lường mắc vào pha A:

$$Z_{dc} = \frac{S}{I_{2dm}^2} = \frac{26,5}{5^2} = 1,06 [\Omega]$$

Tổng trở dây nối vào BI đến các dụng cụ đo

$$Z_{dd} = Z_{dmBI} - Z_{dc}$$

Với Z_{dmBI} là tổng trở định mức của BI, $Z_{dmBI} = 1,2 [\Omega]$

Z_{dc} là tổng trở các dụng cụ đo $Z_{dc} = 1,06 [\Omega]$

Vậy $Z_{dd} = 1,2 - 1,06 = 0,14 [\Omega]$

Giả sử dây dẫn có chiều dài là $l = 30$ [m]

Ta chọn dây dẫn có $\varsigma = 0,0175 [\Omega mm^2/m]$

Ta có: $Z_{dd} \approx r_{dd} = \varsigma \cdot \frac{l}{F_n} \rightarrow F_n = \frac{\varsigma l}{r_{dd}}$

$$\Rightarrow F_n = \frac{0,0175 \cdot 30}{0,14} = 3,75 [mm^2]$$

Để đảm bảo độ bền cơ ta chọn dây dẫn đồng có $S = 4 [mm^2]$

d. Kiểm tra máy biến dòng đã chọn:

+ Kiểm tra ổn định động

Điều kiện: $\sqrt{2} \cdot K_{\text{odd}} \cdot I_{dm} \geq i_{xk}$

Ta có

$$K_{\text{odd}} = 165$$

$$\Rightarrow \sqrt{2} \cdot K_{\text{odd}} \cdot I_{dm} = \sqrt{2} \cdot 165 \cdot 4 = 933,381 [kA]$$

$$i_{xk} = i_{xkN} \cdot 5 = 116,49 < 933,381$$

$\Rightarrow$ Vậy BI đã chọn đảm bảo điều kiện ổn định động

Kiểm tra ổn định nhiệt

Vì BI có $I_{dm} > 1000$ [A] nên không cần thiết kiểm tra ổn định nhiệt

5.11.2. Chọn máy biến điện áp (BU)

a. Điều kiện chọn

- Điện áp : $U_{dmBU} \geq U_{mạng} = 10,5kV$

- Công suất định mức : $S_{2dmBU} \geq S_2 = \sqrt{\Sigma P_{dc}^2 + \Sigma Q_c^2}$

- Cấp chính xác : 0,5

- Vị trí đặt trong nhà

b. Tính chọn công suất BU

Do nhu cầu cung cấp tín hiệu cho các dụng cụ đo lường và để kiểm tra cách điện phía lưới điện có trung tính cách đất phía 10,5kV nên ta chọn BU 3 pha 5 trụ nối theo sơ đồ $Y_0-Y_0-\Delta$

Ta có bảng phụ tải BU như sau:

Bảng 5.20 Phụ tải BU

Tên dụng cụ	Loại	Phụ tải pha AB		Phụ tải pha BC	
		P [W]	Q[Var]	P[W]	Q [Var]
Vôn mét	Э – 378	2			
Oát mét tác dụng	Д – 335	2		2	
Oát mét phản kháng	Д – 335	2		2	
Oát mét tự dùng tự ghi	H – 318	10		10	
Oát mét phản kháng tự ghi	H – 3180	10		10	
Tần số kế	H – 345			10	
Công tơ tác dụng	и - 675	0,66	1,62	0,66	1,62
Công tơ phản kháng	и - 673M	0,66	1,62	0,66	1,62
Tổng công suất		27,32	3,24	35,32	3,24

Từ bảng trên, ta có:

$$S_{pt} = \sqrt{27,32^2 + 3,24^2} = 27,511 \text{ [VA]}$$

$$\cos\varphi_{AB} = \frac{p}{s} = \frac{27,32}{27,511} = 0,993$$

$$S_{ptBC} = \sqrt{35,32^2 + 3,24^2} = 35,468 \text{ [VA]}$$

$$\cos\varphi_{AB} = \frac{p}{s} = \frac{35,32}{35,468} = 0,996$$

Ta thấy phụ tải pha là lớn nhất

$$S_2 = S = \frac{S_{ptAB} + S_{ptBC}}{2} = \frac{27,511 + 35,468}{2} = 31,49 \text{ [VA]}$$

Vậy ta chọn máy biến điện áp (BU) có thông số như bảng

Bảng 5.21 Thông số của máy biến điện áp

Loại máy biến điện áp	Cấp điện áp [kV]	Điện áp định mức [V]			Cấp chính xác	Công suất định mức [VA]
		Cuộn sơ cấp	Cuộn thứ cấp chính	Cuộn thứ cấp phụ		
HTMи-10-66	10	10000	100	100/3	0,5	120

a. Chọn dây dẫn từ BU đến các dụng cụ

- Tổn thất điện áp trên dây dẫn

$$\Delta U \leq \Delta U_{cp} = 0,5\% \text{ (Vì có dùng công tơ)}$$

- Đảm bảo độ bền cơ: tiết diện nhỏ nhất đối với dây dẫn nhôm là $2,5 \text{ mm}^2$, dây dẫn đồng là $1,5 \text{ mm}^2$. Chọn dây dẫn bằng đồng có $F = 1,5 \text{ mm}^2$

Giả sử chiều dài dây dẫn từ BU đến các dụng cụ đo là $l = 30 \text{ m}$. Điện trở của dây dẫn là:

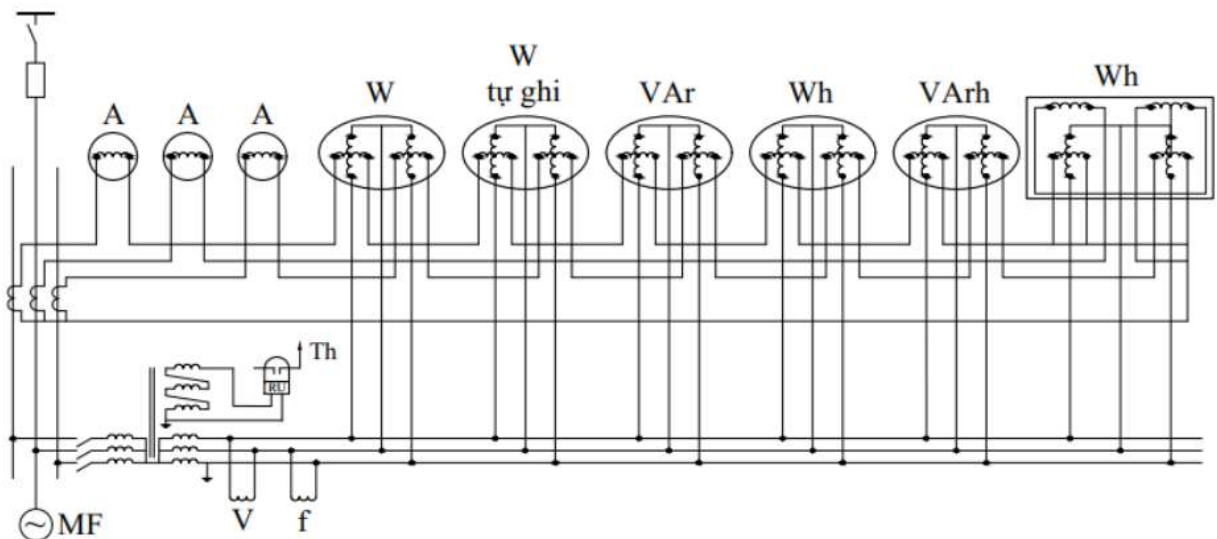
$$r_{dd} = \gamma \cdot \frac{l}{F} = \frac{0,0175 \cdot 30}{1,5} = 0,35 [\Omega]$$

Vậy tổn thất điện áp trên dây dẫn là:

$$\Delta U\% = \frac{S_2 \cdot r_{dd}}{U^2} \cdot 100 = \frac{31,49 \cdot 0,35 \cdot 100}{100^2} = 0,11\%$$

$$0,11\% < \Delta U_{cp}\%$$

Vậy máy biến áp (BU) đã chọn thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật



CHƯƠNG 6. THIẾT KẾ PHẦN TỰ DÙNG CHO NHÀ MÁY ĐIỆN

6.1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong nhà máy điện ngoài các thiết bị chính như lò hơi, tuabin, máy phát, ... còn có nhiều loại cơ cấu khác nhau để phục vụ hay tự động hóa quá trình công tác của các tổ máy. Tất cả những cơ cấu này cùng với các động cơ điện kéo chúng, mạng điện, thiết bị phân phối, máy biến áp giảm áp, nguồn năng lượng độc lập, hệ thống điều khiển, tín hiệu, thấp sáng, ... tạo thành hệ thống tự dùng của nhà máy.

Đối với nhà máy điện, công suất tự dùng thường chiếm 5-8% công suất của toàn nhà máy. Điện năng tiêu thụ chủ yếu để cung cấp cho các cơ cấu tự dùng chính như sau.

- Cơ cấu phục vụ cho quá trình chuẩn bị nhiên liệu.
 - + Cơ cấu của thiết bị đập than : máy sàng than, đập than
 - + Cơ cấu chế biến than bột : máy nghiền than, máy cấp than
- Các cơ cấu của kho nhiên liệu vận chuyển nhiên liệu vào lò : cần trục máy xúc than, băng tải,
- Các cơ cấu lò hơi : máy cấp than bột, quạt gió, quạt khói, bơm cấp nước, ...
- Các cơ cấu của tổ máy-tuabin : bơm hơi, bơm tuần hoàn, bơm dầu của hệ thống điều chỉnh làm mát bôi trơn .

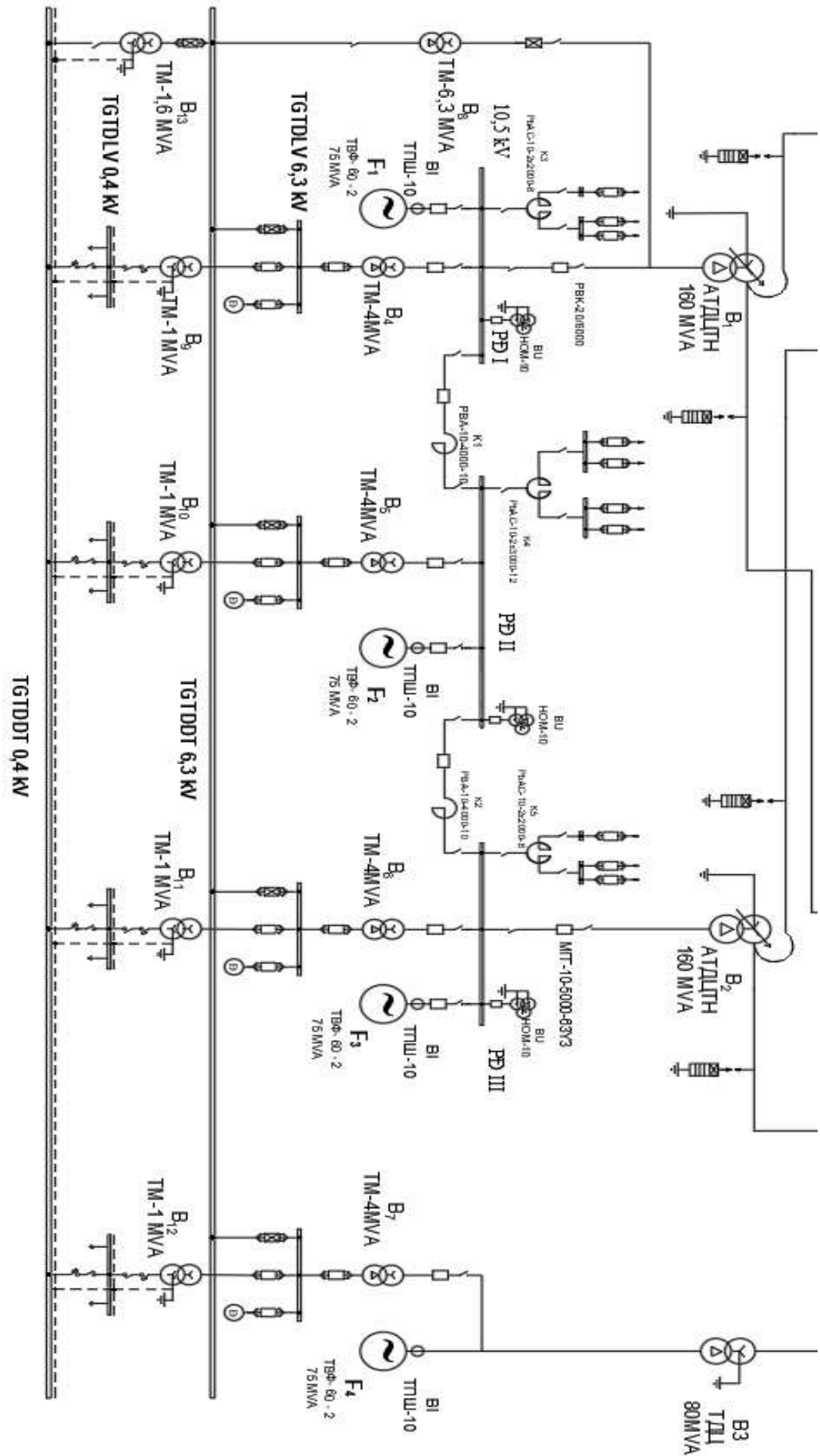
Ngoài cơ cấu phục vụ cho quá trình công nghệ chính còn có các cơ cấu làm nhiệm vụ bơm cấp nước kỹ thuật, bơm chữa cháy, thiết bị nén khí, máy nạp acquy, hệ thống điều chỉnh, làm mát, bôi trơn.

6.2. CHỌN SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN TỰ DÙNG

Điện áp tự dùng được sử dụng chủ yếu là cấp 6 kV và 0,4 kV. Cấp 6 kV cung cấp cho các động cơ có công suất lớn hơn 200 kW, cấp 0,4 kV để cung cấp cho các động cơ bé hơn và thấp sáng ... Cấp 3 kV không dùng vì giá thành động cơ 3 kV và 6 kV không chênh lệch nhau bao nhiêu nhưng phí tổn kim loại màu và tổn thất trong mạng 3 kV lớn hơn nhiều so với cấp 6 kV. Hơn nữa dùng cấp 6 kV có các ưu điểm là :

- Tăng được công suất đơn vị của động cơ .
- Tăng được công suất của máy biến áp chính nên có thể chọn được số lượng máy biến áp ít hơn.

Để đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện ba pha ta phân đoạn thanh góp tự dùng và xây dựng thanh góp tự dùng dự trữ cho mỗi cấp điện áp. Máy biến áp tự dùng dự trữ được nối vào máy biến áp liên lạc ở đoạn giữa máy cắt và máy biến áp để đảm bảo sự làm việc của máy biến áp dự trữ khi sửa chữa phân đoạn của thiết bị phân phối chính



6.3. CHỌN SỐ LƯỢNG VÀ CÔNG SUẤT MÁY BIẾN ÁP TỰ DỪNG

6.3.1. Máy biến áp tự dừng bậc 1

a. Máy biến áp tự dừng làm việc bậc 1

Công suất định mức của máy biến áp tự dừng làm việc bậc 1 được xác định là:

$$S_{dmBi}^{lv} \geq S_{tdFimax}$$

Trong đó : Bi là các máy biến áp B₄, B₅, B₆, B₇

$$\text{Ta có } S_{tdFi} = \alpha . S_{dmFi} = 5\% . 75 = 3,75 \text{ [MVA]}$$

$$\text{Vậy } S_{dmBi}^{lv} \geq 3,75 \text{ [MVA]}$$

b. Máy biến áp tự dừng dự trữ bậc 1

Do số lượng máy biến áp tự dừng làm việc ít nên ta chỉ cần đặt một máy biến áp tự dừng dự trữ.

Máy biến áp tự dừng dự trữ có nhiệm vụ dự trữ cho máy biến áp tự dừng làm việc và bảo đảm cấp điện tự dừng khi dừng hoặc khởi động cho một tổ máy khác. Để đảm bảo điều kiện này, công suất của máy biến áp tự dừng dự trữ phải chọn lớn hơn hoặc bằng 1,5 lần công suất phụ tải cực đại của tự dừng làm việc:

$$S_{dmBi}^{dt} \geq 1,5 . S_{tdFimax} = 1,5 . 3,75 = 5,625 \text{ [MVA]}$$

Trong đó: Bi là các máy biến áp B₈

Tra bảng “Thiết kế Nhà máy điện và trạm biến áp” PGS Nguyễn Hữu Khái, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006 ở phụ lục 2 ta được máy biến áp làm việc và máy biến áp dự trữ bậc 1 có các thông số kỹ thuật như bảng sau:

Bảng 6.1 Thông số máy biến áp tự dừng bậc 1

Loại MBA		S _{dm} [MVA]	Số lượng	Điện áp [kV]		Tổn thất [kW]		U _N %	I ₀ %
				Cao	Hạ	P ₀	P _N		
TM	Làm việc	4	4	10	6,3	5,45	33,5	6,5	0,9
TM	Dự trữ	6,3	1	10	6,3	7,65	46,5	6,5	0,8

6.3.2. Máy biến áp tự dừng bậc 2

a. Máy biến áp tự dừng làm việc:

Dùng để cung cấp cho các động cơ 380/220V và chiếu sáng, các máy biến áp này cùng với thiết bị phân phối 380/220V tạo nên các trạm biến áp công suất không lớn.

Trong thiết kế do không có số liệu cụ thể nên ta lấy gần đúng công suất tự dừng làm việc bậc 2 như sau:

$$S_{dmBi}^{lv} \geq \beta . S_{tdFimax} = 20\% . 3,75 = 0,75 \text{ [MVA]}$$

Trong đó : Bi là các máy biến áp B₉, B₁₀, B₁₁, B₁₂

Đối với nhà máy nhiệt điện $\beta = (15 \div 40) \%$, ta chọn $\beta = 20\%$

b. Chọn máy biến áp tự dòng bậc 2:

Tương tự như máy biến áp tự dòng bậc 1 công suất của máy biến áp tự dòng dự trữ bậc 2 được chọn lớn hơn một cấp so với máy biến áp tự dòng bậc 2.

$$S_{dmBi}^{dt} \geq 1,5.20\%.S_{tdFimax}=1,5.20\%.3,75= 1,125 \text{ [MVA]}$$

Trong đó: B_i là các máy biến áp B_{13}

Tra phụ lục 2 sách thiết kế nhà máy điện và trạm biến áp ta chọn được máy biến áp làm việc và máy biến áp tự dòng dự trữ bậc 2, có các thông số kỹ thuật như sau:

Bảng 6.2 Thông số máy biến áp tự dòng bậc 2

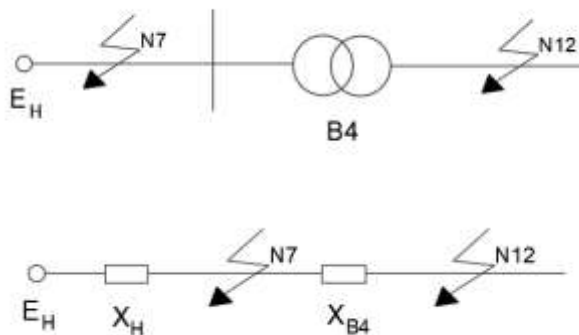
Loại MBA		S_{dm} [MVA]	Số lượng	Điện áp [kV]		Tổn thất [kW]		U_N %	I_0 %
				Cao	Hạ	P_0	P_N		
TM	LV	1	4	6	0,4	2,1	12,2	5,5	1,4
TM	DT	1,6	1	6	0,4	2,8	18	5,5	1,3

6.4. CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ CÁC PHẦN TỬ CÓ DÒNG ĐIỆN CHẠY QUA MẠCH TỰ DÒNG

6.4.1. Xét các điểm ngắn mạch

6.4.1.1. Điểm ngắn mạch N12:

- Mục đích: Dùng để chọn và kiểm tra khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua của mạch hạ áp máy biến áp tự dòng làm việc bậc 1
- Sơ đồ thay thế ngắn mạch:



$$X_H = \frac{I_{cb10,5}}{I''_{N7}} = \frac{5,499}{73,8} = 0,075$$

$$X_{B4} = \frac{U_N\%.S_{cb}}{100.S_{dmB}} = \frac{6,5.100}{100.4} = 1,625$$

$$X_{\Sigma} = X_H + X_{B4} = 0,075 + 1,625 = 1,7$$

$$I_{cb6,3} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb6,3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 9,164 \text{ [kA]}$$

Từ sơ đồ ta có:

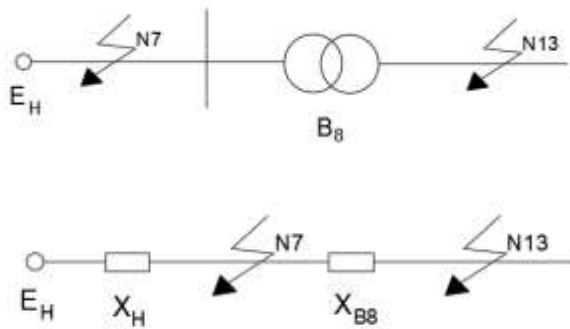
$$I''_{N12} = \frac{I_{cb6,3}}{X_{\Sigma}} = \frac{9,164}{1,7} = 5,39 \text{ [kA]}$$

$$i_{xkN12} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0N12} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 5,39 = 13,72 \text{ [kA]}$$

$$B_{N12} = I''_{N12}^2 \cdot (t_c + T_a) = 5,39^2 \cdot (1 + 0,05) = 30,5 \text{ [kA}^2\text{s]}$$

6.4.1.2. Điểm ngắn mạch N13

- Mục đích: Dùng để chọn và kiểm tra khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua của mạch hạ áp máy biến áp tự dòng dữ trữ bậc 1
- Sơ đồ thay thế ngắn mạch:



$$X_H = \frac{I_{cb10,5}}{I''_{N7}} = \frac{5,499}{73,8} = 0,075$$

$$X_{B8} = \frac{U_N \% \cdot S_{cb}}{100 \cdot S_{dmB}} = \frac{6,5 \cdot 100}{100 \cdot 6,3} = 1,03$$

$$X_{\Sigma} = X_H + X_{B8} = 0,075 + 1,03 = 1,105$$

$$I_{cb6,3} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb6,3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 9,164 \text{ [kA]}$$

Từ sơ đồ ta có:

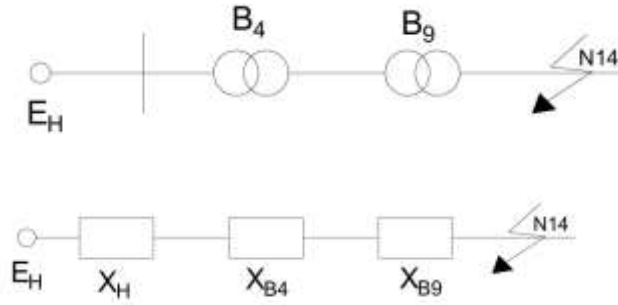
$$I''_{N13} = \frac{I_{cb6,3}}{X_{\Sigma}} = \frac{9,164}{1,105} = 8,29 \text{ [kA]}$$

$$i_{xkN13} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0N13} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,29 = 21,1 \text{ [kA]}$$

$$B_{N13} = I''_{N13}^2 \cdot (t_c + T_a) = 8,29^2 \cdot (1 + 0,05) = 72,16 \text{ [kA}^2\text{s]}$$

6.4.1.3. Điểm ngắn mạch N14:

- Mục đích: Dùng để chọn và kiểm tra khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua của mạch hạ áp máy biến áp tự dòng làm việc bậc 2
- Sơ đồ thay thế ngắn mạch:



$$X_H = \frac{I_{cb10,5}}{I''_{N7}} = \frac{5,499}{73,8} = 0,075$$

$$X_{B9} = \frac{U_N \% \cdot S_{cb}}{100 \cdot S_{dmB}} = \frac{5,5 \cdot 100}{100 \cdot 1} = 5,5$$

$$X_{\Sigma} = X_H + X_{B4} + X_{B9} = 0,075 + 1,625 + 5,5 = 7,2$$

$$I_{cb0,4} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb0,4}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,34 [\text{kA}]$$

Từ sơ đồ ta có:

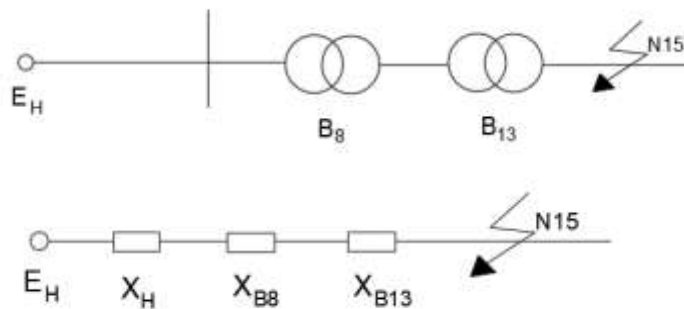
$$I''_{N14} = \frac{I_{cb0,4}}{X_{\Sigma}} = \frac{144,34}{7,2} = 20,05 [\text{kA}]$$

$$i_{xkN4} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0N14} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 20,05 = 51,04 [\text{kA}]$$

$$B_{N14} = I''_{N14}^2 \cdot (t_c + T_a) = 20,05^2 \cdot (1 + 0,05) = 422,103 [\text{kA}^2 \text{s}]$$

6.4.1.4. Điểm ngắn mạch N15

- Mục đích: Dùng để chọn và kiểm tra khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua của mạch hạ áp máy biến áp tự dòng dừng trữ bậc 2
- Sơ đồ thay thế ngắn mạch:



$$X_H = \frac{I_{cb10,5}}{I''_{N7}} = \frac{5,499}{73,8} = 0,075$$

$$X_{B13} = \frac{U_N \% \cdot S_{cb}}{100 \cdot S_{dmB}} = \frac{5,5 \cdot 100}{100 \cdot 1,6} = 3,4375$$

$$X_{\Sigma} = X_H + X_{B4} + X_{B13} = 0,075 + 1,625 + 3,4375 = 5,1375$$

$$I_{cb0,4} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb6,3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,338 [\text{kA}]$$

Từ sơ đồ ta có:

$$I''_{N15} = \frac{I_{cb0,4}}{X_{\Sigma}} = \frac{144,338}{5,1375} = 28,09[\text{kA}]$$

$$i_{xkN15} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{N15} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 28,09 = 71,51 [\text{kA}]$$

$$B_{N15} = I''_{N15}^2 \cdot (t_c + T_a) = 28,09^2 \cdot (1 + 0,05) = 828,5 [\text{kA}^2 \text{s}]$$

6.4.2. Chọn máy cắt, dao cách ly

6.4.2.1. Điều kiện chọn và kiểm tra

Giống với chương 4

6.4.2.2. Phía cao áp máy biến áp tự dòng bậc 1

1. Phía cao áp máy biếp áp tự dòng làm việc bậc 1:

Ta có :

$$I_{cb}^{lv} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4.4}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,308[\text{kA}]$$

$$I''_{N7} = 73,8[\text{kA}]$$

$$i_{xkN7} = 192,23 [\text{kA}]$$

Vậy ta chọn máy cắt và dao cách ly có thông số sau:

Bảng 6.3 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dòng làm việc bậc 1

Loại máy cắt	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{cdm} [kA]	I_{odd} [kA]	I_{nh}/t_{nh}
MT-10-5000/1800	10	5000	105	300	70/10

Bảng 6.4 Thông số dao cách ly phía cao áp mba tự dòng làm việc bậc 1

Loại dao cách ly	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{odd} [kA]	I_{nh}/t_{nh}
PBK-10/3000	10	3000	200	65/10

- Kiểm tra ổn định động:

Máy cắt:

$$I_{odd mc} = 300 \text{ kA} > i_{xkN7} = 192,23 [\text{kA}]$$

Dao cách ly

$$I_{odd dcl} = 300 \text{ kA} > i_{xkN7} = 192,23 [\text{kA}]$$

- Kiểm tra ổn định nhiệt: Đối với máy cắt và dao cách ly có $I_{dm} > 1000\text{A}$ ta không cần kiểm tra ổn định nhiệt

2. Phía cao áp máy biếp áp tự dòng dư trữ bậc 1:

Ta có :

$$I_{cb}^{lv} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4.6,3}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,48 [\text{kA}]$$

$$I''_{N7} = 73,8[\text{kA}]$$

$$i_{xkN7}=192,23 \text{ [kA]}$$

Vậy ta chọn máy cắt và dao cách ly có thông số sau:

Bảng 6.5 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dùng dự trữ bậc 1

Loại máy cắt	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{cdm} [kA]	I_{odd} [kA]	I_{nh}/t_{nh}
MT-10-5000/1800	10	5000	105	300	70/10

Bảng 6.6 Thông số dao cách ly phía cao áp mba tự dùng dự trữ bậc 1

Loại dao cách ly	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{odd} [kA]	I_{nh}/t_{nh}
PBK-10/3000	10	3000	200	65/10

- Kiểm tra ổn định động:

Máy cắt:

$$I_{odd\ mc}=300 \text{ kA} > i_{xkN7}=213,09 \text{ [kA]}$$

Dao cách ly

$$I_{odd\ dcl}=300 \text{ kA} > i_{xkN7}=213,09 \text{ [kA]}$$

- Kiểm tra ổn định nhiệt: Đối với máy cắt và dao cách ly có $I_{dm}>1000A$ ta không cần kiểm tra ổn định nhiệt

6.4.2.3. Phía hạ áp máy biến áp tự dùng bậc 1:

1. Phía hạ áp máy biếp áp tự dùng làm việc bậc 1

Ta có :

$$I_{cb}^{lv} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4.4}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 0,51 \text{ [kA]}$$

$$I''_{N12} = 5,39 \text{ [kA]}$$

$$i_{xkN12}=13,72 \text{ [kA]}$$

Vậy ta chọn máy cắt có thông số sau:

Bảng 6.7 Thông số máy cắt phía hạ áp mba tự dùng làm việc bậc 1

Kiểu	U_{dm} [kV]	I_{dm} [A]	I_{cdm} [kA]	I_{odd} [kA]
BM II-10-630-20	10	630	20	64

2. Phía hạ áp máy biếp áp tự dùng dự trữ bậc 1

Ta có :

$$I_{cb}^{lv} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4.6,3}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 0,81 \text{ [kA]}$$

$$I''_{N13} = 8,29 \text{ [kA]}$$

$$i_{xkN13}=21,1 \text{ [kA]}$$

Vậy ta chọn máy cắt có thông số sau:

Bảng 6.8 Thông số máy cắt phía hạ áp mba tự dùng dự trữ bậc 1

Kiểu	U _{dm} [kV]	I _{dm} [A]	I _{cdm} [kA]	I _{odd} [kA]
BM II-10-1000-20	10	1000	20	64

6.4.2.4. Phía cao áp máy biến áp tự dùng bậc 2

1. Phía cao áp máy biến áp tự dùng làm việc bậc 2

Ta có :

$$I_{cb}^{lv} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4.1}{\sqrt{3}.6,3} = 0,128 [kA]$$

Dòng ngắn mạch tại vị trí cao áp phần tự dùng bậc 2 xem như bằng dòng ngắn mạch tại vị trí hạ áp phần tự dùng bậc 1 (điểm ngắn mạch N₁₂)

$$I''_{N12} = 5,39 [kA]$$

$$i_{xkN12} = 13,72 [kA]$$

Vậy ta chọn máy cắt có thông số sau:

Bảng 6.9 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dùng làm việc bậc 2

Kiểu	U _{dm} (kV)	I _{dm} (A)	I _{cdm} (kA)	I _{odd} (kA)
BM II-10-630-20	10	630	20	64

2. Phía cao áp máy biến áp tự dùng dự trữ bậc 2

Ta có :

$$I_{cb}^{lv} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4.1,6}{\sqrt{3}.6,3} = 0,205 [kA]$$

Dòng ngắn mạch tại vị trí cao áp phần tự dùng dự trữ bậc 2 xem như bằng dòng ngắn mạch tại vị trí hạ áp phần tự dùng dự trữ bậc 1 (điểm ngắn mạch N₁₃)

$$I''_{N13} = 8,29 [kA]$$

$$i_{xkN13} = 21,1 [kA]$$

Vậy ta chọn máy cắt có thông số sau:

Bảng 6.10 Thông số máy cắt phía cao áp mba tự dùng dự trữ bậc 2

Kiểu	U _{dm} (kV)	I _{dm} (A)	I _{cdm} (kA)	I _{odd} (kA)
BM II-10-1000-20	10	1000	20	64

6.4.2.5. Phía hạ áp máy biến áp tự dùng bậc 2

Đối với cấp điện áp 0,4 kV, ta dùng aptomat.

Điều kiện chọn và kiểm tra aptomat tương tự như máy cắt.

Ta có:

$$I_{cb}^{lv} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4.1}{\sqrt{3}.0,4} = 2,02 [kA]$$

$$I_{cb}^{dt} = \frac{k_{qtsc} \cdot S_{dmBi}^{lv}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,4 \cdot 1,6}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 3,23 [kA]$$

$$I''_{N14} = 20,05 [kA]$$

$$i_{xkN14} = 51,04 [kA]$$

$$I''_{N15} = 28,09 [kA]$$

$$i_{xkN15} = 71,51 [kA]$$

Bảng 6.11 Thông số aptomat

Loại		$U_{dm} [kV]$	$I_{dm} [A]$	$I_{Nmax} [kA]$
M-23	Làm việc	690	2500	65
M-25	Dữ trữ	690	4000	75

Aptomat đã chọn có $I_{dm} > 1000 [A]$ nên không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt

6.4.3. Chọn cáp cho mạch tự dùng

6.4.3.1. Điều kiện chọn và kiểm tra

Dòng điện : $I_{cp} \geq I_{cb}$.

Kiểm tra ổn định nhiệt: $F_{chọn} \geq F_{min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$

6.4.3.2. Phía cao áp máy biến áp tự dùng bậc 1

1. Phía cao áp máy biến áp tự dùng làm việc bậc 1:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 0,308 [kA] = 308 [A]$$

Ta chọn 1 dây cáp đồng ba lõi bằng đồng, cách điện bằng giấy tẩm dầu nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong không khí, có tiết diện $240 mm^2$, $I_{cp} = 350 A$.

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt :

$$F_{min} = \frac{\sqrt{B_{N7}}}{C} = \frac{\sqrt{491,902}}{141} \cdot 10^3 = 157,3 [mm^2]$$

$$F = 240 [mm^2] > 157,3 [mm^2]$$

Vậy cáp chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt

2. Phía cao áp máy biến áp tự dùng dự trữ bậc 1:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 0,48 [kA] = 480 [A]$$

Ta chọn 2 dây cáp đồng ba lõi bằng đồng, cách điện bằng giấy tẩm dầu nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong không khí, có tiết diện $240 mm^2$, $I_{cp} = 350 \times 2 = 700 A$.

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt :

$$F_{min} = \frac{\sqrt{B_{N7}}}{C} = \frac{\sqrt{491,902}}{141} \cdot 10^3 = 157,3 [mm^2]$$

$$F = 240 [mm^2] > 157,3 [mm^2]$$

Vậy cáp chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt

6.4.3.3. Phía hạ áp máy biến áp tự dòng bậc 1

1. Phía hạ áp máy biến áp tự dòng làm việc bậc 1:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 0,51 \text{ [kA]} = 510 \text{ [A]}$$

Ta chọn 2 dây cáp đồng ba lõi bằng đồng, cách điện bằng giấy tẩm dầu nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong không khí, có tiết diện 150 mm^2 , $I_{cp} = 290 \times 2 = 580 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt :

$$F_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N12}}}{C} = \frac{\sqrt{30,5}}{141} \cdot 10^3 = 39,17 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$F = 150 \text{ [mm}^2\text{]} > 39,17 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Vậy cáp chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt

2. Phía hạ áp máy biến áp tự dòng dự trữ bậc 1:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 0,81 \text{ [kA]} = 810 \text{ [A]}$$

Ta chọn 3 dây cáp đồng ba lõi bằng đồng, cách điện bằng giấy tẩm dầu nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong không khí, có tiết diện 150 mm^2 , $I_{cp} = 290 \times 3 = 870 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt :

$$F_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N13}}}{C} = \frac{\sqrt{72,16}}{141} \cdot 10^3 = 60,25 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$F = 150 \text{ [mm}^2\text{]} > 60,25 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Vậy cáp chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt

6.4.3.4. Phía cao áp máy biến áp tự dòng bậc 2

1. Phía cao áp máy biến áp tự dòng làm việc bậc 2:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 0,128 \text{ [kA]} = 128 \text{ [A]}$$

Ta chọn 1 dây cáp đồng ba lõi bằng đồng, cách điện bằng giấy tẩm dầu nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong không khí, có tiết diện 70 mm^2 , $I_{cp} = 175 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt :

$$F_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N12}}}{C} = \frac{\sqrt{30,5}}{141} \cdot 10^3 = 39,17 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$F = 70 \text{ [mm}^2\text{]} > 39,17 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Vậy cáp chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt

2. Phía cao áp máy biến áp tự dòng dự trữ bậc 2:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 0,205 \text{ [kA]} = 205 \text{ [A]}$$

Ta chọn 1 dây cáp đồng ba lõi bằng đồng, cách điện bằng giấy tẩm dầu nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong không khí, có tiết diện 95 mm^2 , $I_{cp} = 215 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt :

$$F_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N13}}}{C} = \frac{\sqrt{72,16}}{141} \cdot 10^3 = 60,25 [\text{mm}^2]$$

$$F = 95 [\text{mm}^2] > 60,25 [\text{mm}^2]$$

Vậy cáp chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt

6.4.3.5. Phía hạ áp máy biến áp tự dòng bậc 2

1. Phía hạ áp máy biến áp tự dòng làm việc bậc 2:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 2,02 [\text{kA}] = 2020 [\text{A}]$$

Vậy chọn thanh dẫn cứng bằng đồng tiết diện hình máng có số liệu như sau:

Bảng 6.12 Thông số của thanh dẫn phía hạ áp mba tự dòng làm việc bậc 2

Kích thước [mm]				Tiết diện 1 cực [mm ²]	Momen trở kháng [cm ³]			Momen quán tính [cm ⁴]			Dòng điện cho phép cả 2 thanh [A]
H	b	c	r		Một thanh		Hai thanh W _{yo-yo}	Một thanh		Hai thanh J _{yo-yo}	
					W _{x-x}	W _{y-y}		J _{x-x}	J _{y-y}		
75	35	4	6	520	10,1	2,52	23,7	41,6	6,2	89	2730

a. Kiểm tra ổn định nhiệt

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{\text{chọn}} \geq S_{\min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

S_{chọn}: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng đồng nên C_{cu} = 141 [A²s mm²]

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N14}}}{C} = \frac{\sqrt{422,103}}{141} \cdot 10^3 = 145,71 [\text{mm}^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 2 \cdot 520 = 1040 [\text{mm}^2] > 145,71 [\text{mm}^2]$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

b. Kiểm tra ổn định động

Mỗi thanh dẫn hình máng gồm 2 thanh dẫn hình chữ U ghép lại với nhau, nên ứng suất trong thanh dẫn gồm 2 phần δ₁ và δ₂. Ta có:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 [\text{kG/cm}^2]$$

Trong đó :

δ_1 : là ứng suất do dòng điện giữa các pha tác động với nhau sinh ra

δ_2 : là ứng suất do dòng điện trong 2 thanh dẫn cùng pha tác động với nhau sinh ra

▪ Xác định δ_1 :

- Lực điện động giữa các pha sinh ra:

$$F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 \text{ [kG]}$$

Trong đó:

$i^{(3)}_{xk}$: là dòng điện xung kích khi ngắn mạch 3 pha [kA] (tại điểm N₁₄)

a : là khoảng cách giữa các thanh dẫn, chọn a = 30 [cm]

l_1 : là chiều dài của 1 nhịp thanh dẫn, chọn $l_1 = 100$ [cm]

$$\Rightarrow F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{100}{30} \cdot 51,04^2 = 156,3 \text{ [kG]}$$

- Momen uốn tác dụng lên thanh dẫn khi số nhịp lớn hơn 2:

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l_1}{10} = \frac{156,3 \cdot 100}{10} = 1563 \text{ [kG.cm]}$$

- Momen uốn của thanh dẫn:

$$W_1 = W_{y_0-y_0} = 23,7 \text{ [cm}^3\text{]}$$

- Ứng suất trong thanh dẫn δ_1 dưới tác động của momen uốn M_1 :

$$\delta_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{1563}{23,7} = 65,95 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

▪ Xác định δ_2 :

- Lực tác động trên 1 đơn vị chiều dài của thanh dẫn (1cm).

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 \text{ [kG]}$$

Trong đó:

h : là chiều cao thanh dẫn (h = 7,5 cm)

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{7,5} \cdot 51,04^2 = 1,77 \text{ [kG]}$$

Để ứng suất giảm trên thanh dẫn người ta đặt các miếng đệm cách nhau 1 khoảng l_2 trong khoảng giữa 2 sứ liền kề nhau của 1 pha. Lực tác động lên đoạn thanh dẫn giữa 2 miếng đệm liên tiếp có chiều dài l_2 .

$$F_2 = f_2 \cdot l_2$$

- Momen uốn tác động lên thanh dẫn:

$$M_2 = \frac{F_2 \cdot l_2}{12} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12} \text{ [kG.cm]}$$

- Momen chống uốn của tiết diện ngang thanh dẫn:

$$W_2 = W_{y-y} = 2,52 \text{ [cm}^3\text{]}$$

- Ứng suất trong vật liệu thanh dẫn do f_2 sinh ra:

$$\delta_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12 \cdot W_2} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

$$\sigma_2 = \frac{1,77 \cdot 100^2}{12 \cdot 2,52} = 585,32 [\text{kg/cm}^2]$$

– Điều kiện ổn định động của thanh dẫn là:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 \leq \delta_{cp}$$

Trong đó: δ_{cp} : là ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh dẫn.

Đối với đồng $\delta_{cp} = 1400 \text{ Kg/cm}$

$$\begin{aligned} \delta_{tt} &= \delta_1 + \delta_2 = 65,95 + 585,32 \\ &= 651,27 [\text{kg/cm}^2] < \delta_{cp} \end{aligned}$$

Vậy ta không cần đặt thêm miếng đệm vào giữa 2 sứ mà vẫn đảm bảo điều kiện ổn định động.

c. Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn khi có xét đến dao động

Tần số riêng của thanh dẫn có hình dáng bất kì được xác định như sau:

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}}$$

Trong đó:

l : là độ dài thanh dẫn của 1 nhịp thanh dẫn

E : là modul đàn hồi của vật liệu thanh dẫn, thanh dẫn bằng đồng

$$E = 1,1 \cdot 10^6 (\text{Kg/cm}^2)$$

J : là momen quán tính của tiết diện thanh dẫn đối với trục thẳng góc và phương uốn ($J = J_{y_0-y_0} = 89 \text{ cm}^4$).

γ : là khối lượng riêng của vật liệu làm thanh dẫn ($\gamma = 8,93 \text{ g/cm}^3$)

S : tiết diện ngang của thanh dẫn ($S = 2,0,52 = 10,4 \text{ cm}^2$)

$$\text{Vậy:} \quad f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}} = \frac{3,56}{100^2} \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^6 \cdot 89 \cdot 10^6}{10,4 \cdot 8,93}} = 365,51 [\text{Hz}]$$

Ta thấy tần số dao động riêng $f_r = 365,51 \text{ Hz}$ nằm ngoài khoảng (45-55) Hz và (90-100) Hz nên điều kiện ổn định động khi có xét đến dao động riêng được

Vậy thanh góp đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra.

2. Phía hạ áp máy biến áp tự dòng dự trữ bậc 2:

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 3,23 [\text{kA}] = 3230 [\text{A}]$$

Vậy chọn thanh dẫn cứng bằng đồng tiết diện hình máng có số liệu như sau:

Bảng 6.13 Thông số của thanh dẫn phía hạ áp mba tự dùng dự trữ bậc 2

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cực (mm ²)	Momen trở kháng (cm ³)			Momen quán tính (cm ⁴)			Dòng điện cho phép cả 2 thanh (A)
H	b	c	r		Một thanh		Hai thanh W _{yo-yo}	Một thanh		Hai thanh J _{yo-yo}	
					W _{x-x}	W _{y-y}		J _{x-x}	J _{y-y}		
75	35	5,5	6	695	14,1	3,17	30,1	53,1	7,6	113	3250

a. Kiểm tra ổn định nhiệt

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{\text{chọn}} \geq S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{\text{chọn}}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

S_{min} : là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng đồng nên $C_{\text{cu}} = 141 [A^2 s mm^2]$

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_{N15}}}{C} = \frac{\sqrt{828,5}}{141} \cdot 10^3 = 204,14 [mm^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 2 \cdot 695 = 1390 [mm^2] > 204,14 [mm^2]$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

b. Kiểm tra ổn định động

Mỗi thanh dẫn hình máng gồm 2 thanh dẫn hình chữ U ghép lại với nhau, nên ứng suất trong thanh dẫn gồm 2 phần δ_1 và δ_2 . Ta có:

$$\delta_{\text{tt}} = \delta_1 + \delta_2 [kG/cm^2]$$

▪ Xác định δ_1 :

– Lực điện động giữa các pha sinh ra:

$$F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 [kG]$$

Trong đó:

$i^{(3)}_{\text{xk}}$: là dòng điện xung kích khi ngắn mạch 3 pha [kA] (tại điểm N₁₅)

a : là khoảng cách giữa các thanh dẫn, chọn $a = 30 [cm]$

l_1 : là chiều dài của 1 nhịp thanh dẫn, chọn $l_1 = 100 [cm]$

$$\Rightarrow F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{\text{xk}}^2 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{100}{30} \cdot 71,51^2 = 306,82 [kG]$$

- Momen uốn tác dụng lên thanh dẫn khi số nhịp lớn hơn 2:

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l_1}{10} = \frac{306,82 \cdot 100}{10} = 3068,2 \text{ [kG.cm]}$$

- Momen uốn của thanh dẫn:

$$W_1 = W_{y_0-y_0} = 30,1 \text{ [cm}^3\text{]}$$

- Ứng suất trong thanh dẫn δ_1 dưới tác động của momen uốn M_1 :

$$\delta_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{3068,2}{30,1} = 101,93 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

- Xác định δ_2 :

- Lực tác động trên 1 đơn vị chiều dài của thanh dẫn (1cm).

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 \text{ [kG]}$$

Trong đó:

h : là chiều cao thanh dẫn ($h = 7,5 \text{ cm}$)

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{7,5} \cdot 71,51^2 = 3,48 \text{ [kG]}$$

Để ứng suất giảm trên thanh dẫn người ta đặt các miếng đệm cách nhau 1 khoảng l_2 trong khoảng giữa 2 sứ liên kề nhau của 1 pha. Lực tác động lên đoạn thanh dẫn giữa 2 miếng đệm liên tiếp có chiều dài l_2 .

$$F_2 = f_2 \cdot l_2$$

- Momen uốn tác động lên thanh dẫn:

$$M_2 = \frac{F_2 \cdot l_2}{12} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12} \text{ [kG.cm]}$$

- Momen chống uốn của tiết diện ngang thanh dẫn:

$$W_2 = W_{y-y} = 3,17 \text{ [cm}^3\text{]}$$

- Ứng suất trong vật liệu thanh dẫn do f_2 sinh ra:

$$\delta_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12 \cdot W_2} \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_2 = \frac{3,48 \cdot 100^2}{12 \cdot 3,17} = 914,83 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

- Điều kiện ổn định động của thanh dẫn là:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 \leq \delta_{cp}$$

Trong đó: δ_{cp} : là ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh dẫn.

Đối với đồng $\delta_{cp} = 1400 \text{ Kg/cm}$

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 = 101,93 + 914,83 = 1016,76 \text{ [kG/cm}^2\text{]} < \delta_{cp}$$

Vậy ta không cần đặt thêm miếng đệm vào giữa 2 sứ mà vẫn đảm bảo điều kiện ổn định động.

c. Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn khi có xét đến dao động

Tần số riêng của thanh dẫn có hình dáng bất kì được xác định như sau:

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}}$$

Trong đó:

l: là độ dài thanh dẫn của 1 nhịp thanh dẫn

E: là modul đàn hồi của vật liệu thanh dẫn, thanh dẫn bằng đồng

$$E = 1,1 \cdot 10^6 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

J: là momen quán tính của tiết diện thanh dẫn đối với trục thẳng góc và phương uốn ($J = J_{yo-yo} = 113 \text{ cm}^4$).

γ : là khối lượng riêng của vật liệu làm thanh dẫn ($\gamma = 8,93 \text{ g/cm}^3$)

S: tiết diện ngang của thanh dẫn ($S = 2.6,95 = 13,9 \text{ cm}^2$)

Vậy :

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}} = \frac{3,56}{100^2} \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^6 \cdot 113 \cdot 10^6}{13,9 \cdot 8,93}} = 356,25 \text{ [Hz]}$$

Ta thấy tần số dao động riêng $f_r = 356,25 \text{ Hz}$ nằm ngoài khoảng (45-55) Hz và (90-100) Hz nên điều kiện ổn định động khi có xét đến dao động riêng được

Vậy thanh góp đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra.

6.4.4. Chọn thanh góp cho mạch tự dùng

6.4.4.1. Chọn thanh góp cấp 6,3kV

Chọn thanh góp làm việc và dự trữ cấp 6,3kV giống nhau

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 0,81 \text{ [kA]} = 810 \text{ [A]}$$

Vậy chọn thanh dẫn cứng bằng đồng tiết diện hình máng có số liệu như sau:

Bảng 6.14 Thông số của thanh dẫn cấp 6.3kV

Kích thước [mm]				Tiết diện 1 cực [mm ²]	Momen trở kháng [cm ³]			Momen quán tính [cm ⁴]			Dòng điện cho phép cả 2 thanh [A]
H	b	c	r		Một thanh		Hai thanh W _{yo-yo}	Một thanh		Hai thanh J _{yo-yo}	
					W _{x-x}	W _{y-y}		J _{x-x}	J _{y-y}		
75	35	4	6	520	10,1	2,52	23,7	41,6	6,2	89	2730

a. Kiểm tra ổn định nhiệt

Kiểm tra ổn định nhiệt theo điều kiện tiết diện cho phép:

$$S_{chọn} \geq S_{min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:

$S_{chọn}$: là tiết diện của thanh dẫn cần kiểm tra ổn định nhiệt.

$S_{\min}$: là tiết diện nhỏ nhất mà thanh dẫn có thể chịu đựng được khi thanh dẫn xảy ra ngắn mạch.

C : là hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm thanh dẫn, ta chọn thanh dẫn làm bằng đồng nên $C_{cu} = 141 [A^2 s mm^2]$

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_{N13}}}{C} = \frac{\sqrt{72,16}}{141} \cdot 10^3 = 60,25 [mm^2]$$

$$S_{\text{chọn}} = 2 \cdot 520 = 1040 [mm^2] > 60,25 [mm^2]$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

b. Kiểm tra ổn định động

Mỗi thanh dẫn hình máng gồm 2 thanh dẫn hình chữ U ghép lại với nhau, nên ứng suất trong thanh dẫn gồm 2 phần δ_1 và δ_2 . Ta có:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 [kG/cm^2]$$

▪ Xác định δ_1 :

– Lực điện động giữa các pha sinh ra:

$$F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 [kG]$$

Trong đó:

$i^{(3)}_{xk}$: là dòng điện xung kích khi ngắn mạch 3 pha [kA] (tại điểm N_{13})

a : là khoảng cách giữa các thanh dẫn, chọn $a = 30 [cm]$

l_1 : là chiều dài của 1 nhịp thanh dẫn, chọn $l_1 = 100 [cm]$

$$\Rightarrow F_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l_1}{a} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{100}{30} \cdot 21,1^2 = 26,71 [kG]$$

– Momen uốn tác dụng lên thanh dẫn khi số nhịp lớn hơn 2:

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l_1}{10} = \frac{26,71 \cdot 100}{10} = 267,1 [kG \cdot cm]$$

– Momen uốn của thanh dẫn:

$$W_1 = W_{y_0-y_0} = 23,7 [cm^3]$$

– Ứng suất trong thanh dẫn δ_1 dưới tác động của momen uốn M_1 :

$$\delta_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{267,1}{23,7} = 11,27 [kG/cm^2]$$

▪ Xác định δ_2 :

– Lực tác động trên 1 đơn vị chiều dài của thanh dẫn (1cm).

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 [kG]$$

Trong đó:

h : là chiều cao thanh dẫn ($h = 7,5 [cm]$)

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i^{(3)}_{xk}^2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{7,5} \cdot 21,1^2 = 0,3 [kG]$$

Để ứng suất giảm trên thanh dẫn người ta đặt các miếng đệm cách nhau 1 khoảng l_2 trong khoảng giữa 2 sứ liền kề nhau của 1 pha. Lực tác động lên đoạn thanh dẫn giữa 2 miếng đệm liên tiếp có chiều dài l_2 .

$$F_2 = f_2 \cdot l_2$$

– Momen uốn tác động lên thanh dẫn:

$$M_2 = \frac{F_2 \cdot l_2}{12} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12} \text{ [kG.cm]}$$

– Momen chống uốn của tiết diện ngang thanh dẫn:

$$W_2 = W_{y-y} = 2,52 \text{ [cm}^3\text{]}$$

– Ứng suất trong vật liệu thanh dẫn do f_2 sinh ra:

$$\delta_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12 \cdot W_2} \text{ [kG /cm}^2\text{]}$$

$$\delta_2 = \frac{0,3 \cdot 100^2}{12 \cdot 2,52} = 99,21 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$$

– Điều kiện ổn định động của thanh dẫn là:

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 \leq \delta_{cp}$$

Trong đó: δ_{cp} : là ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh dẫn.

Đối với đồng $\delta_{cp} = 1400 \text{ kG /cm}$

$$\delta_{tt} = \delta_1 + \delta_2 = 11,27 + 99,21 = 110,48 \text{ [kG/cm}^2\text{]} < \delta_{cp}$$

Vậy ta không cần đặt thêm miếng đệm vào giữa 2 sứ mà vẫn đảm bảo điều kiện ổn định động.

c. Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn khi có xét đến dao động

Tần số riêng của thanh dẫn có hình dáng bất kì được xác định như sau:

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}}$$

Trong đó:

l : là độ dài thanh dẫn của 1 nhịp thanh dẫn

E : là modul đàn hồi của vật liệu thanh dẫn, thanh dẫn bằng đồng

$$E = 1,1 \cdot 10^6 \text{ (kG /cm}^2\text{)}$$

J : là momen quán tính của tiết diện thanh dẫn đối với trục thẳng góc và phương uốn ($J = J_{yo-yo} = 89 \text{ cm}^4$).

γ : là khối lượng riêng của vật liệu làm thanh dẫn ($\gamma = 8,93 \text{ g/cm}^3$)

S : tiết diện ngang của thanh dẫn ($S = 2,0,52 = 10,4 \text{ cm}^2$)

$$\text{Vậy : } f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \cdot \gamma}} = \frac{3,56}{100^2} \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^6 \cdot 89 \cdot 10^6}{10,4 \cdot 8,93}} = 365,51 \text{ [Hz]}$$

Ta thấy tần số dao động riêng $f_r = 365,51 \text{ Hz}$ nằm ngoài khoảng (45-55) Hz và (90-100) Hz nên điều kiện ổn định động khi có xét đến dao động riêng được

Vậy thanh góp đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra.

6.4.4.2. Chọn thanh góp cấp 0,4kV

Chọn thanh góp làm việc và dự trữ cấp 0,4kV giống nhau

Ta chọn cáp theo điều kiện phát nóng cho phép:

$$I_{cp} \geq I_{cb} = 3,23 \text{ [kA]} = 3230 \text{ [A]}$$

Vậy chọn thanh dẫn cứng bằng đồng tiết diện hình máng có số liệu như sau:

Bảng 6.15 Thông số của thanh dẫn cấp 0,4kV

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cực [mm ²]	Momen trở kháng [cm ³]			Momen quán tính [cm ⁴]			Dòng điện cho phép cả 2 thanh [A]
H	b	c	r		Một thanh		Hai thanh W _{yo-yo}	Một thanh		Hai thanh J _{yo-yo}	
					W _{x-x}	W _{y-y}		J _{x-x}	J _{y-y}		
75	35	5,5	6	695	14,1	3,17	30,1	53,1	7,6	113	3250

Các điều kiện kiểm tra tương tự chọn thanh dẫn phía hạ áp máy biến áp tự dòng dự trữ bậc 2

6.4.5. Chọn sứ đỡ thanh góp mạch tự dòng

6.4.5.1. Chọn sứ đỡ thanh góp cấp 6,3kV

Ta có: $F_1 = 26,71 \text{ [kG]}$; $h = 75 \text{ [mm]}$

Dựa vào Phụ lục VII/trang 252 TLTK[1] ta chọn loại sứ đặt trong nhà có các thông số như sau:

Bảng 6.16 Thông số của sứ đỡ thanh góp cấp 6,3kV

Loại sứ	Điện áp [kV]		Lực phá hoại nhỏ nhất khi uốn tính [Kg]	Chiều cao [mm]
	Định mức	Duy trì ở trạng thái khô		
OΦ-6-375Y3	6	36	375	100

$$\text{Vậy: } F_{tt} = F_1 \cdot \frac{H'}{H} = F_1 \cdot \frac{H + \frac{h}{2}}{H} = 26,71 \cdot \frac{100 + \frac{75}{2}}{100} = 36,73 \text{ [kG]}$$

$$F_{cp} = 0,6 \cdot F_{phá} = 0,6 \cdot 375 = 225 \text{ [kG]}$$

Ta thấy: $F_{tt} < F_{cp}$ vậy thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

6.4.5.2. Chọn sứ đỡ thanh góp cấp 0,4kV

Ta có: $F_1 = 306,82 \text{ [kG]}$; $h = 75 \text{ [mm]}$

Dựa vào Phụ lục VII/trang 252 TLTK [1] ta chọn loại sứ đặt trong nhà có các thông số như sau:

Bảng 6.17 Thông số của sứ đỡ thanh góp cấp 0,4kV

Loại sứ	Điện áp [kV]		Lực phá hoại nhỏ nhất khi uốn tính [kg]	Chiều cao [mm]
	Định mức	Duy trì ở trạng thái khô		
OΦ-1-7500BYT3	1	11	750	72

$$\text{Vậy: } F_{tt} = F_1 \cdot \frac{H'}{H} = F_1 \cdot \frac{H + \frac{h}{2}}{H} = 306,82 \cdot \frac{72 + \frac{75}{2}}{72} = 466,62 [\text{kG}]$$

$$F_{cp} = 0,6 \cdot F_{phá} = 0,6 \cdot 750 = 450 [\text{kG}]$$

Ta thấy: $F_{tt} < F_{cp}$, vậy thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

6.4.5.3. Kiểm tra khả năng tự khởi động của các động cơ

Do ngắn mạch hay các nguyên nhân khác làm cho điện áp giảm thấp thậm chí bằng không, làm cho các động cơ đang làm việc không được cắt ra khỏi lưới và sau khi loại trừ nguyên nhân gây ra sự cố thì đồng thời xảy ra quá trình khởi động động cơ. Điều kiện để động cơ tự khởi động là tổng công suất tự khởi động có trong cơ cấu tự dùng của nhà máy phải nhỏ hơn tổng công suất của các động cơ điện cho phép tự khởi động, nghĩa là:

$$\sum P_{dm} > P_{tdmax}$$

Trong đó:

$\sum P_{tdm}$: là tổng công suất các động cơ điện có thể tự khởi động máy.

$$\sum P_{tdm} = \frac{(105 - U_d \%) \eta_{tb} \cdot \cos \varphi_{tb} \cdot 100 \cdot S_{dmB}}{U_d \% \cdot I_{KD} \% \cdot (X_K \% + U_N \%)}$$

$U_d \%$: là điện áp trên thanh cái tự dùng trong thời gian động cơ tự mở máy, có thể lấy $U_d \% = (65 \div 70) \%$.

η_{tb} : là hiệu suất trung bình của các động cơ cơ, lấy $\eta_d = 0,88 \div 0,92$.

$\cos \varphi_{tb}$: là hệ số công suất trung bình của các động cơ cơ bằng 0,85.

$U_N \%$: là điện áp ngắn mạch của máy biến áp.

$X_K \%$: là điện kháng kháng điện, ở đây $X_K \% = 0$.

$$\sum P_{tdm} = \frac{(105 - 65) \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 100 \cdot S_{dmB}}{65 \cdot 4,8 \cdot U_N \%} = \frac{9,808 \cdot S_{dmB}}{U_N \%}$$

6.4.5.4. Kiểm tra khả năng tự khởi động của các động cơ trên thanh góp 6,3kV

$$\sum P_{dm} = \frac{9,808 \cdot 4}{6,5} = 6,04 [\text{MW}]$$

$$\sum P_{tdmax(6,3kV)} = S_{tdmax(6,3kV)} \cdot \cos \varphi_{td} = \frac{15}{5} \cdot 0,85 = 2,55 [\text{MW}]$$

Ta thấy $\sum P_{dm} > P_{tdmax}$ nên tất cả các động cơ có thể tự khởi động

6.4.5.5. Kiểm tra khả năng tự khởi động của các động cơ trên thanh góp 0,4kV

$$\sum P_{dm} = \frac{9,808 \cdot 1}{5,5} = 1,78 [\text{MW}]$$

$$\sum P_{tdmax(0,4kV)} = 15\% S_{tdmax(0,4kV)} \cdot \cos \varphi_{td} = 15\% \cdot \frac{15}{5} \cdot 0,85 = 0,3825 [\text{MW}]$$

Ta thấy $\sum P_{dm} > P_{tdmax}$ nên tất cả các động cơ có thể tự khởi động

KẾT LUẬN

Đồ án tốt nghiệp với đề tài “*Tính toán, thiết kế phần điện trong nhà máy Nhiệt điện ngưng hơi*” được thực hiện nhằm xây dựng hệ thống điện đảm bảo cấp điện an toàn, liên tục và hiệu quả cho toàn bộ phụ tải của nhà máy có công suất 240 MW (gồm 4 tổ máy, mỗi tổ máy công suất 60 MW).

Trong quá trình thực hiện, đồ án đã đề xuất 5 phương án nối điện, tiến hành phân tích kỹ thuật – vận hành, kinh tế để lựa chọn hai phương án phù hợp nhất phục vụ cho các bước tính toán chi tiết tiếp theo. Trên cơ sở đó, đồ án đã thực hiện việc tính chọn máy biến áp tự ngẫu và hai cuộn dây, kiểm tra khả năng làm việc của chúng trong điều kiện vận hành bình thường cũng như trong tình huống sự cố. Tồn thất điện năng trong ngày và năm được tính toán dựa trên đồ thị phụ tải và đặc tính thiết bị.

Song song với đó, tính toán dòng điện ngắn mạch tại các điểm quan trọng trong hệ thống cũng được triển khai. Ta xây dựng sơ đồ thay thế và tính toán các dòng ngắn mạch và xác định xung lượng nhiệt phục vụ việc lựa chọn khí cụ điện. Các phương án được tiếp tục đánh giá và so sánh về mặt kinh tế và kỹ thuật, bao gồm chi phí đầu tư, chi phí vận hành hằng năm. Từ kết quả phân tích, phương án tối ưu đã được lựa chọn với mục tiêu tối ưu hóa hiệu quả kinh tế và kỹ thuật.

Ngoài ra, đồ án còn thực hiện việc tính chọn khí cụ điện như máy cắt, dao cách ly, thanh góp, dây dẫn và sứ cách điện. Đồng thời, hệ thống điện tự dùng trong nhà máy cũng được thiết kế nhằm đảm bảo cung cấp điện ổn định cho các phụ tải nội bộ trong mọi chế độ làm việc.

Đồ án đã hoàn thành đầy đủ các bước tính toán và thiết kế cho phần điện của nhà máy nhiệt điện. Các phương án đề xuất đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật, đảm bảo khả năng vận hành tin cậy và hiệu quả. Lựa chọn phương án tối ưu giúp giảm tổn thất và tối ưu hóa chi phí đầu tư cũng như vận hành.

Em xin chân thành cảm ơn PGS.TS Ngô Văn Dường đã tận tình hướng dẫn trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Đồng thời, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến quý thầy cô trong Khoa Điện – Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng đã tạo điều kiện thuận lợi để em hoàn thành tốt đồ án tốt nghiệp này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS. Nguyễn Hữu Khải, *Thiết kế nhà máy điện và trạm biến áp*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006
- [2] PGS.TS Lã Văn Út, *Ngắn mạch trong hệ thống điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2000
- [3] Ngô Hồng Quang, *Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500 KV*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật – 2007
- [4] Nguyễn Văn Đạm, *Thiết kế các mạng và hệ thống điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006