

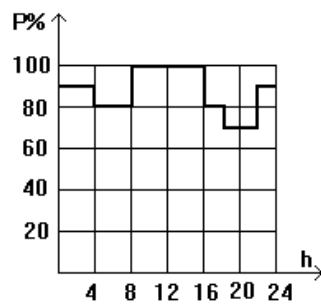
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN
CHUYÊN NGÀNH: HỆ THỐNG ĐIỆN

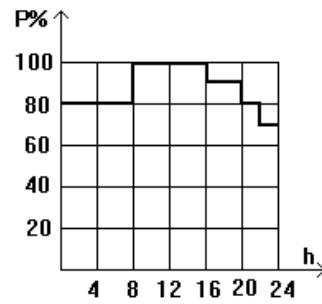
ĐỀ TÀI:
TÍNH TOÁN THIẾT KẾ PHẦN ĐIỆN TRONG
NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TÌM HIỂU, TÍNH TOÁN
BẢO VỆ RƠLE

Người hướng dẫn: **GS.TS. LÊ KIM HÙNG**
Sinh viên thực hiện: **HOÀNG PHI HÙNG**
Số thẻ sinh viên: **105200090**
Lớp: **20D1**

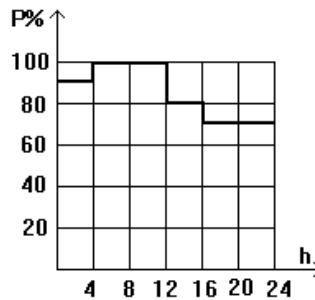
Đà Nẵng, 06/2025



H:1



H: 2



H:3

Ghi chú: Đường dây địa phương dùng máy cắt có dòng $I_C = 20\text{kA}$.

Phần II: Liên quan đến tính toán bảo vệ role

Tìm hiểu về BVSL cho 1 phần tử chính trong HTĐ (MBA hoặc đường dây,...) và tính toán bảo vệ này với các thông số MBA (hoặc đường dây liên lạc) tại nhà máy ở phần 1.

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

- Phần I thực hiện các nội dung: 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 khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua cho cấp điện áp máy phát. Lựa chọn sơ đồ nối dây và tính chọn mạch máy biến áp tự dòng cho nhà máy thiết kế.
- Phần II thực hiện các nội dung: Tìm hiểu nguyên tắc, cấu trúc; các yếu tố ảnh hưởng đến sự hoạt động của bảo vệ; Cách tính toán các chức năng bảo vệ; Tính toán chỉnh định các thông số bảo vệ (BVSL và bảo vệ quá dòng); mô phỏng sự làm việc bảo vệ (sử dụng Matlab hoặc....) trong tình trạng bình thường, ngắn mạch ngoài, ngắn mạch trong.

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ): Trình chiếu bằng slide.

6. Họ tên người hướng dẫn: GS.TS. Lê Kim Hùng

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 28/02/2025

8. Ngày hoàn thành đồ án: 10/06/2025

Trưởng Bộ môn Hệ thống Điện

Đà Nẵng, ngày tháng năm

Người hướng dẫn

TÓM TẮT

Tóm tắt đề tài: Tính toán, thiết kế phần điện và bảo vệ role trong nhà máy nhiệt Điện

Điện năng là nguồn năng lượng vô cùng quan trọng đối với cuộc sống con người. Nó được sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân như: công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, sinh hoạt, dịch vụ ... Những hư hỏng và chế độ không bình thường trong hệ thống điện gây hậu quả tai hại đối với kinh tế và xã hội. Chính vì thế nên việc hiểu biết về những hư hỏng và hiện tượng không bình thường có thể xảy ra trong hệ thống điện cùng với những phương pháp và thiết bị bảo vệ nhằm phát hiện đúng và nhanh chóng cách ly phần tử hư hỏng ra khỏi hệ thống, cảnh báo và xử lý khắc phục chế độ không bình thường là mảng kiến thức quan trọng của kỹ sư ngành hệ thống điện. Vì lý do đó, em đã chọn đề tài tốt nghiệp: “Tính toán, thiết kế phần điện và bảo vệ role trong nhà máy nhiệt Điện”.

Đồ án gồm 2 phần:

Phần I: 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 khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua cho cấp điện áp máy phát. Lựa chọn sơ đồ nối dây và tính chọn mạch máy biến áp tự dòng cho nhà máy thiết kế.

Phần II: Tìm hiểu về BVSL cho 1 phần tử chính trong HTĐ (MBA) và tính toán bảo vệ này với các thông số MBA tại nhà máy ở phần 1.

LỜI NÓI ĐẦU

Đầu tiên, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến các thầy cô trong Khoa Điện, cũng như tất cả các thầy cô trong trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng đã dạy dỗ và truyền đạt kiến thức, kinh nghiệm quý báu của mình trong suốt quá trình em học tập và nghiên cứu tại trường. Đặc biệt em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành nhất tới thầy GS.TS. Lê Kim Hùng, người đã từng bước hướng dẫn, giúp đỡ tận tình và tạo điều kiện thuận lợi nhất cho em trong quá trình thực hiện đề tài đồ án tốt nghiệp của mình. Nhờ đó em đã hoàn thành đồ án đúng tiến độ và học tập và tích lũy cho mình nhiều kiến thức quý báu.

Hơn nữa, để có được kết quả như ngày hôm nay, em rất biết ơn gia đình và bạn bè đã luôn động viên, khích lệ, luôn tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất về vật chất lẫn tinh thần trong suốt quá trình học tập cũng như thực hiện đồ án tốt nghiệp này.

Mặc dù đã cố gắng để hoàn thành đồ án một cách tốt nhất, song trong quá trình thực hiện chắc hẳn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót nhất định, em rất mong nhận được sự thông cảm, góp ý và tận tình chỉ bảo của quý thầy cô cũng như tất cả các bạn để đề tài được hoàn thiện hơn.

Một lần nữa em xin chân thành cảm ơn và chúc quý Thầy Cô luôn vui vẻ, có nhiều sức khỏe và thành công trong cuộc sống.

Đà Nẵng, ngày 10 tháng 06 năm 2025

Sinh viên thực hiện

Hoàng Phi Hùng

LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan:

1. Nội dung trong đồ án này là do em thực hiện dưới sự hướng dẫn trực tiếp của thầy giáo GS.TS. Lê Kim Hùng
2. Các tham khảo dùng trong đồ án đều được trích dẫn rõ ràng tên tác giả, tên công trình, thời gian, địa điểm công bố.
3. Nếu có những sao chép không hợp lệ, vi phạm quy chế đào tạo, vi phạm liên chính học thuật, em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm

Đà Nẵng, ngày 10 tháng 06 năm 2025

Sinh viên thực hiện

Hoàng Phi Hùng

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	4
LỜI CAM ĐOAN.....	5
PHẦN I:.....	12
CHƯƠNG 1: CÂN BẰNG CÔNG SUẤT, ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN TÍNH TOÁN.....	13
1.1 Chọn máy phát điện:.....	13
1.2 Tính toán cân bằng công suất:.....	13
1.2.1. Phụ tải cấp điện áp máy phát (10,5 KV):.....	13
1.2.2. Phụ tải cấp điện áp trung (110 KV):.....	14
1.2.3. Phụ tải cấp điện áp cao (220 KV):.....	15
1.2.4. Công suất tự dùng trong nhà máy:.....	15
1.2.5. Công suất dự trữ quay của hệ thống nối với phía cao áp:.....	16
1.2.6. Bảng tổng hợp phân bố công suất trong toàn nhà máy:.....	16
1.3. Đề xuất phương án tính toán:.....	17
1.3.1. Phương án I: (Hình 1.5).....	18
1.3.2. Phương án II: (Hình 1.6).....	19
1.3.3. Phương án III: (Hình 1.7).....	19
1.3.4. Nhận xét chung:.....	20
1.4. Kết luận chương 1.	20
CHƯƠNG 2: CHỌN MÁY BIẾN ÁP – TÍNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG – CHỌN KHÁNG ĐIỆN PHÂN ĐOẠN.....	22
2.1. Chọn các máy biến áp.....	22
2.1.1. Chọn máy biến áp nối bộ B3.....	22
2.1.2. Chọn máy biến áp liên lạc B1, B2.....	23
2.2. Tính tổn thất điện năng trong máy biến áp.....	24
2.2.1. Đối với máy biến áp B3.....	24
2.2.2. Đối với máy biến áp liên lạc B1 và B2.....	24
2.3. Tính chọn kháng điện phân đoạn.....	26
2.3.1. Phân bố phụ tải cấp điện áp máy phát trên các phân đoạn.....	26
2.3.2. Tính toán dòng điện cường bức qua các kháng điện phân đoạn.....	27
2.3.3. Chọn kháng điện.....	28
2.3.4. Kiểm tra tổn thất điện áp.....	28
2.4 Kết luận chương 2.	29
CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH.....	30
3.1 Mở đầu.....	30

3.2 Sơ đồ thay thế nhà máy điện và các điểm ngắn mạch tính toán.....	30
3.2.1. Sơ đồ tính toán:	30
3.2.2 Các điểm ngắn mạch	31
3.3 Tính toán các đại lượng cơ bản	32
3.3.1 Chọn các đại lượng cơ bản.....	32
3.3.2. Các thông số của sơ đồ thay thế.....	32
3.3.3. Thành lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch	33
3.3.4. Tính toán dòng ngắn mạch.....	34
3.4. Xác định xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch	47
3.5 Kết luận chương 3.....	48
CHƯƠNG 4: CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN CHÍNH TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN.....	49
4.1. Điều kiện chung để tính chọn.....	49
4.1.1. Khí cụ điện	49
4.1.2. Điện áp	49
4.1.3. Dòng điện làm việc	49
4.1.4. Kiểm tra ổn định nhiệt	49
4.1.5. Kiểm tra ổn định động	49
4.2 Tính toán dòng điện cường bức	50
4.2.1. Các mạch phía cao áp 220kV.....	50
4.2.2. Các mạch phía trung áp 110kV.....	50
4.2.3. Các mạch phía hạ 10,5kV	51
4.3. Chọn khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua cấp điện áp máy phát.....	52
4.3.1 Chọn máy cắt và dao cách ly	52
4.3.2. Chọn thanh góp thanh dẫn	53
4.3.3. Chọn sứ	57
4.4. Chọn cáp cho đường dây cấp điện áp máy phát:	60
4.4.1. Kiểm tra cáp theo điều kiện phát nóng lâu dài:	61
4.4.2. Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt của cáp:	61
4.5. Chọn cuộn dập hồ quang	62
4.5.1. Điều kiện chọn	62
4.5.2. Chọn cuộn dập hồ quang cho mạng cấp điện áp máy phát 10,5 kV:.....	62
4.6. Chọn kháng điện.....	63
4.6.1. Chọn kháng điện phân đoạn.....	63
4.6.2. Chọn kháng điện đường dây	63
4.7. Chọn máy biến dòng (BI) và máy biến điện áp (BU).....	68

4.7.1 Chọn máy biến dòng (BI):	68
4.7.2 Chọn máy biến điện áp (BU)	70
4.8 Kết luận chương 4.....	72
CHƯƠNG 5: THIẾT KẾ PHẦN TỰ DỪNG CHO NHÀ MÁY ĐIỆN.....	73
5.1. Chọn sơ đồ chính của hệ thống tự dừng:	73
5.2. Chọn số lượng và công suất tự dừng:	73
5.2.1. Máy biến áp tự dừng bậc 1:.....	73
5.2.2. Chọn máy biến áp tự dừng bậc 2:	74
5.3. Kết Luận chương 5.	74
PHẦN 2:	75
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG BẢO VỆ ROLE CHO NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP.....	76
1.1. Nhiệm vụ của bảo vệ role:	76
1.2. Giới thiệu chung các phần tử chính:.....	76
1.2.1. Máy phát điện.....	77
1.2.2. Máy biến áp.....	77
1.2.3. Đường dây	78
1.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hoạt động của bảo vệ so lệch (87):.....	79
1.4. Kết luận chương 1.	80
CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CÀI ĐẶT ROLE BẢO VỆ CHO MÁY BIẾN ÁP 81	
2.1. Tính toán bảo vệ quá dòng.....	81
2.1.1. Giới thiệu chung và nguyên lý làm việc.	81
2.1.2. Tính toán các thông số cài đặt cho chức năng 50 (đối tượng bảo vệ MBA B3) 81	
2.1.3. Tính toán các tham số cài đặt cho chức năng 51 (đối tượng bảo vệ MBA B3) 83	
2.2. Tính toán bảo vệ so lệch.....	83
2.2.1. Nguyên lý làm việc.	83
2.2.2. Bảo vệ so lệch (F87T).....	85
2.2.3. Tính toán các thông số cài đặt cho chức năng 87 (đối tượng bảo vệ MBA B3) 86	
2.2.4. Xác định đường đặc tính làm việc của role:	88
2.2. Kết luận chương 2.....	89
CHƯƠNG 3 MÔ PHỎNG BẢO VỆ ROLE TRONG PHẦN MỀM ETAP.....	90
3.1. Lựa chọn các loại role bảo vệ MBA B3 trong phần mềm etap	90

3.2. Phân tích đánh giá phổ hợp bảo vệ.....	91
3.3. Nhận Xét:.....	92
3.4 Kết luận chương 3.	93
KẾT LUẬN	94
TÀI LIỆU THAM KHẢO	95

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1 Đồ thị phụ tải (P%) cấp điện áp máy phát.....	13
Hình 1.2 Đồ thị phụ tải (P%) cấp điện áp trung	14
Hình 1.3 Đồ thị phụ tải (P%) cấp điện áp cao	15
Hình 1.4: Đồ thị phụ tải của nhà máy.....	17
Hình 1.5: Sơ đồ nối điện phương án I	18
Hình 1.6: Sơ đồ nối điện phương án II.....	19
Hình 1.7: sơ đồ nối điện phương án III	20
Hình 2.1 Phương án nối điện được chọn để tính toán	22
Hình 2.2 Sơ đồ phân bố phụ tải cấp điện áp máy phát.....	26
Hình 4.1: Tiết diện mặt cắt thanh dẫn hình máng	53
Hình 2.1: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch MBA 2 cuộn dây.	84
Hình 2.2: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ chống chạm đất MBA bằng bảo vệ quá dòng điện.....	85
Hình 2.3: Đặc tính làm việc bảo vệ so lệch của BVRL.....	86
Hình 2.4: Đường đặc tính làm việc của role	89
Hình 3.1 Sơ đồ khi có sự cố ba pha trong vùng bảo vệ role có chức năng 87	91
Hình 3.2 Sơ đồ khi có sự cố ba pha ngoài vùng bảo vệ role có chức năng 87	92

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Các tham số chính của máy phát điện.....	13
Bảng 1.2: Bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp máy phát.....	14
Bảng 1.3: Bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp trung	14
Bảng 1.4: Bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp cao	15
Bảng 1.5: Phân bố công suất phụ tải điện áp tự dùng	15
Bảng 1.6: Bảng số liệu cân bằng công suất của toàn nhà máy trong một ngày	16
Bảng 2.1 Thông số máy biến áp B3.....	22
Bảng 2.2 Thông số máy biến áp liên lạc B1 và B2	23
Bảng 2.3 Số liệu công suất truyền tải qua 3 cuộn dây của hai máy biến áp B1, B2	25
Bảng 2.4 Thông số để lựa chọn kháng điện phân đoạn K1 và K2	28
Bảng 2.5 Thông số các kháng điện phân đoạn K1 và K2	28
Bảng 3.1: kết quả tính toán ngắn mạch:	47
Bảng 3.2 Bảng tổng hợp kết quả tính toán xung lượng nhiệt.....	48
Bảng 4.1: Bảng chọn máy cắt.....	52
Bảng 4.2: Bảng chọn DCL	53
Bảng 4.3: Bảng thông số thanh góp cấp điện áp máy phát	53
Bảng 4.4: Bảng thông số thanh dẫn đầu cực máy phát	54
Bảng 4.5: Bảng thông số thanh dẫn mạch hạ áp máy biến áp.....	54
Bảng 4.6: Bảng kiểm tra điều kiện thanh dẫn	56
Bảng 4.7: Bảng chọn sứ thanh dẫn cấp điện máy phát.....	58
Bảng 4.8: Bảng chọn sứ cho thanh dẫn đầu cực máy phát.....	59
Bảng 4.9: Bảng chọn sứ cho thanh dẫn mạch hạ áp máy biến áp	59
Bảng 4.10: Bảng chọn sứ xuyên.....	60
Bảng 4.11: Chọn được kháng điện có thông số được biểu diễn như sau:	67
Bảng 5.1: Chọn máy biến áp tự dùng bậc 1	74
Bảng 5.2: Chọn máy biến áp tự dùng bậc 2	74

PHẦN I:

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 khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua cho cấp điện áp máy phát. Lựa chọn sơ đồ nối dây và tính chọn mạch máy biến áp tự dòng cho nhà máy thiết kế.

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 NGỪNG HỒI, 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.

+ Để thuận tiện trong việc xây dựng cũng như vận hành về sau nên chọn máy phát cùng loại.

+ 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.

+ Với công suất của các tổ máy đã có nên ta chỉ việc chọn máy phát có công suất tương ứng mỗi tổ là: 60MW.

+ Ta chọn cấp điện áp máy phát là 10,5KV vì cấp điện áp này thông dụng.

+ TLTK [1]: 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 _{dm}	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 cân bằng công suất:

Việc tính toán cân bằng công suất trong nhà máy điện giúp ta xây dựng được đồ thị phụ tải tổng cho nhà máy.

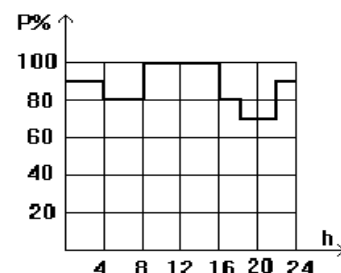
Từ đồ thị phụ tải tổng của nhà máy điện, ta có thể định lượng công suất cần tải cho các phụ tải ở các cấp điện áp tại các thời điểm và đề xuất các phương án nối dây hợp lý cho nhà máy.

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

Công suất cực đại $P_{\max} = 70 \text{ MW}$.

Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$.

Đồ thị phụ tải (P%) như hình 1.1



Hình 1.1

Công suất phụ tải cấp điện áp máy phát được tính theo công thức (1.1):

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

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 theo thời gian

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 Hình 1.1, ta có bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp máy phát như bảng 1.2

Bảng 1.2: Bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp máy phát

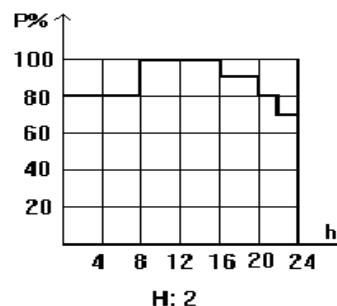
t(h)	0 ÷ 4	4 ÷ 8	8 ÷ 16	16 ÷ 18	18 ÷ 22	22 ÷ 24
P%	90	80	100	80	70	90
$S_{UF}(t)$	74,12	65,88	82,35	65,88	57,65	74,12

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

Công suất cực đại $P_{max} = 100$ MW.

Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,8$.

Đồ thị phụ tải ($P\%$) như hình 1.2



Hình 1.2

Công suất phụ tải cấp điện áp máy phát được tính theo công thức (1.2):

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

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 Hình 1.2, ta có bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp trung như bảng 1.3

Bảng 1.3: Bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp trung

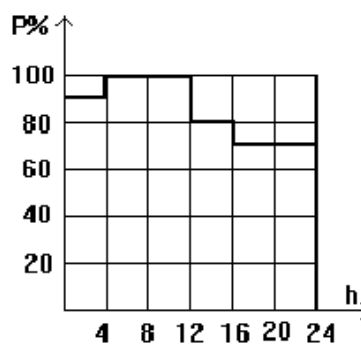
t(h)	0 ÷ 8	8 ÷ 16	16 ÷ 20	20 ÷ 22	22 ÷ 24
P%	80	100	90	80	70
$S_{UT}(t)$	100	125	112,5	100	87,5

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

Công suất cực đại $P_{\max} = 60 \text{ MW}$.

Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$.

Đồ thị phụ tải ($P\%$) như hình 1.3



Hình 1.3

Công suất phụ tải cấp điện áp máy phát được tính theo công (1.3):

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

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 cao theo thời gian

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

Áp dụng công thức (1.3) kết hợp Hình 1.3, ta có bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp cao như bảng 1.4

Bảng 1.4: Bảng phân bố công suất phụ tải cấp điện áp cao

t(h)	0 ÷ 4	4 ÷ 12	12 ÷ 16	16 ÷ 24
P%	90	100	80	70
$S_{UC}(t)$	63,53	70,59	56,47	49,41

1.2.4. Công suất tự dùng trong nhà máy:

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

$$S_{td}(t) = \alpha \cdot S_{NM} \cdot (0,4 + 0,6 \cdot \frac{S_F(t)}{S_{NM}}) \quad (1.4)$$

Trong đó:

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

α : là hệ số tự dùng cho nhà máy, $\alpha = 4\%$

$S_F(t)$: là công suất phát của nhà máy

S_{NM} : là công suất đặt toàn nhà máy, $S_{NM} = 300 \text{ MVA}$

Vì nhà máy không phát công suất thừa cho hệ thống:

$$\Rightarrow S_F(t) \approx S_{UF}(t) + S_{UT}(t) + S_{UC}(t)$$

Bảng 1.5: Phân bố công suất phụ tải điện áp tự dùng

t(h)	0 ÷ 4	4 ÷ 8	8 ÷ 12	12 ÷ 16	16 ÷ 18	18 ÷ 20	20 ÷ 22	22 ÷ 24
$S_F(t)$	237.65	236.47	277.94	263.82	227.79	219.56	207.06	211.03
$S_{td}(t)$	10.5	10.48	11.47	11.13	10.27	10.07	9.77	9.86

1.2.5. Công suất dự trữ quay của hệ thống nối với phía cao áp:

Công suất dự trữ quay của hệ thống được xác định theo công thức sau

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

Trong đó:

$$S_{dtHT} = S_{dt1} \% . S_{HT} = 4 \% . 2500 = 100(\text{MVA})$$

$$\begin{aligned} S_{dtNM} &= S_{NM} - \Sigma S_{pt} = S_{NM} - (S_{UFmax} + S_{UTmax} + S_{UCmax} + S_{tdmax}) \\ &= 300 - (82,35 + 125 + 70,59 + 11,47) = 10.59(\text{MVA}) \end{aligned}$$

$$S_{dtHT\Sigma} = S_{dtHT} + S_{dtNM} = 100 + 10,59 = 110.59(\text{MVA})$$

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

Nhà máy ta liên hệ với hệ thống và luôn phát hết công suất. Với phụ tải luôn tiến động theo thời gian vì vậy giữa nhà máy và hệ thống có liên hệ với nhau 1 lượng công suất và được xác định như sau:

$$S_{th} = S_{NM} - [S_{UF}(t) + S_{UT}(t) + S_{UC}(t) + S_{td}(t)] = S_{NM} - S_{\Sigma}(t)$$

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 1.6: Bảng số liệu cân bằng công suất của toàn nhà máy trong một ngày

t(h)	0÷4	4÷8	8÷12	12÷16	16÷18	18÷20	20÷22	22÷24
$S_{UF}(t)$	74.12	65.88	82.35	82.35	65.88	57.65	57.65	74.12
$S_{UT}(t)$	100	100	125	125	112.5	112.5	100	87.5
$S_{UC}(t)$	63.53	70.59	70.59	56.47	49.41	49.41	49.41	49.41
$S_{td}(t)$	10.5	10.48	11.47	11.13	10.27	10.07	9.77	9.86
$\Sigma S_{pt}(t)$	248.15	246.95	289.41	274.95	238.06	229.63	216.83	171.48
S_{NM}	300	300	300	300	300	300	300	300
$S_{th}(t)$	51.85	53.05	10.59	25.05	61.94	70.37	83.17	128.52

Đồ thị phụ tải tổng của nhà máy như Hình 1.4 sau:

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

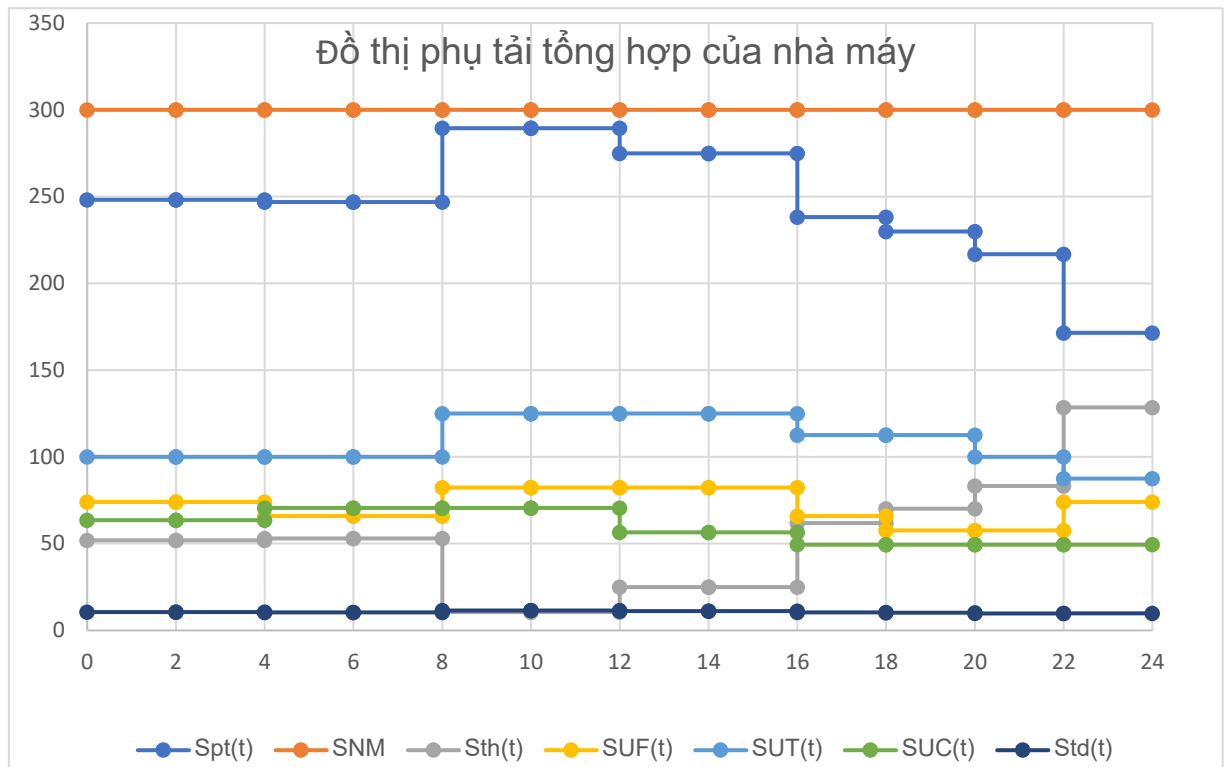
S_{UF} : đường đặc tính công suất cấp điện áp máy phát

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

ΣS_{pt} : đường đặc tính công suất tổng phụ tải

S_{UC} : đường đặc tính công suất cấp điện áp cao

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



Hình 1.4: Đồ thị phụ tải của nhà máy

1.3. Đề xuất phương án tính toán:

Chọn sơ đồ nối điện chính của nhà máy là một khâu quan trọng trong quá trình tính toán thiết kế nhà máy 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 thoả 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

$$S_{dtHT} = S_{dt1} \% . S_{HT} = 4\% . 2500 = 100(MVA)$$

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.

- Khi phụ tải cấp điện áp máy phát nhỏ có thể lấy rẽ nhánh từ bộ máy phát máy biến áp nhưng công suất lấy rẽ nhánh không vượt quá 15% của bộ
- 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.
- 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.

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

$$S_{UF}\% = \frac{S_{UFmax}}{S_{NM}} \cdot 100 = \frac{82.35}{300} \cdot 100 = 27.45\%$$

Ta thấy rằng, phụ tải cấp điện áp máy phát lớn hơn 15% tổng công suất của toàn nhà máy nên để cung cấp cho nó ta phải xây dựng thanh góp cấp điện áp máy phát.

Từ yêu cầu kĩ thuật trên, ta đề xuất ra một phương án nối điện chính cho nhà máy như sau:

1.3.1. Phương án I: (Hình 1.5)

❖ Mô tả phương án:

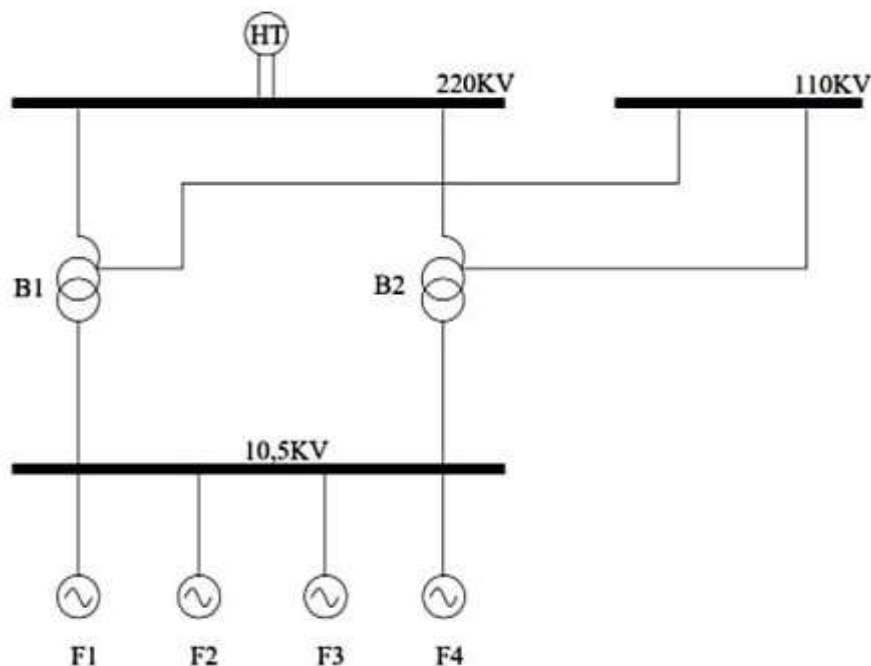
- Sơ đồ gồm 4 máy phát F_1, F_2, F_3, F_4 nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát.
- Dùng hai máy biến áp tự ngẫu B_1, B_2 để liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.

❖ Ưu điểm:

- Sơ đồ đảm bảo sự liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống. Nếu hỏng một máy thì các tổ máy khác vẫn làm việc song song.
- Số lượng máy biến áp ít nên giá thành không cao, đơn giản cho việc lắp đặt, mặt bằng lắp đặt ngoài trời nhỏ.

❖ Nhược điểm:

- Vì nhiều tổ máy được nối vào thanh góp nên phải bố trí mạch vòng do đó hệ thống thanh góp cấp điện áp máy phát rất phức tạp.
- Thanh góp cấp điện áp máy phát nối vòng nên tính toán Bảo Vệ RơLe phức tạp.

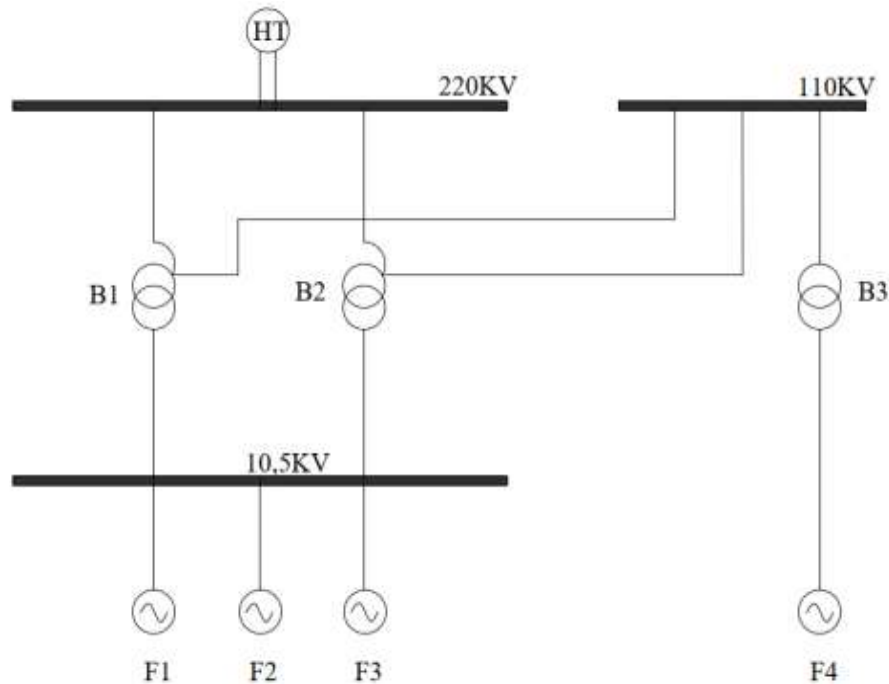


Hình 1.5: Sơ đồ nối điện phương án I

1.3.2. Phương án II: (Hình 1.6)

❖ Mô tả phương án:

- Sơ đồ gồm 3 máy phát F_1, F_2, F_3 nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát.
- Dùng hai máy biến áp tự ngẫu B_1, B_2 để liên lạc giữa các cấp điện áp giữa nhà máy với hệ thống.
- Một bộ máy phát F_4 – máy biến áp hai cuộn dây B_3 nối vào thanh góp cấp điện áp trung.



Hình 1.6: Sơ đồ nối điện phương án II

❖ Ưu điểm

- Sơ đồ đảm bảo sự liên lạc giữa các cấp điện áp và giữa nhà máy với hệ thống.
- Máy biến áp nối vào thanh góp cấp điện áp trung nên giá thành máy biến áp và các thiết bị 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.

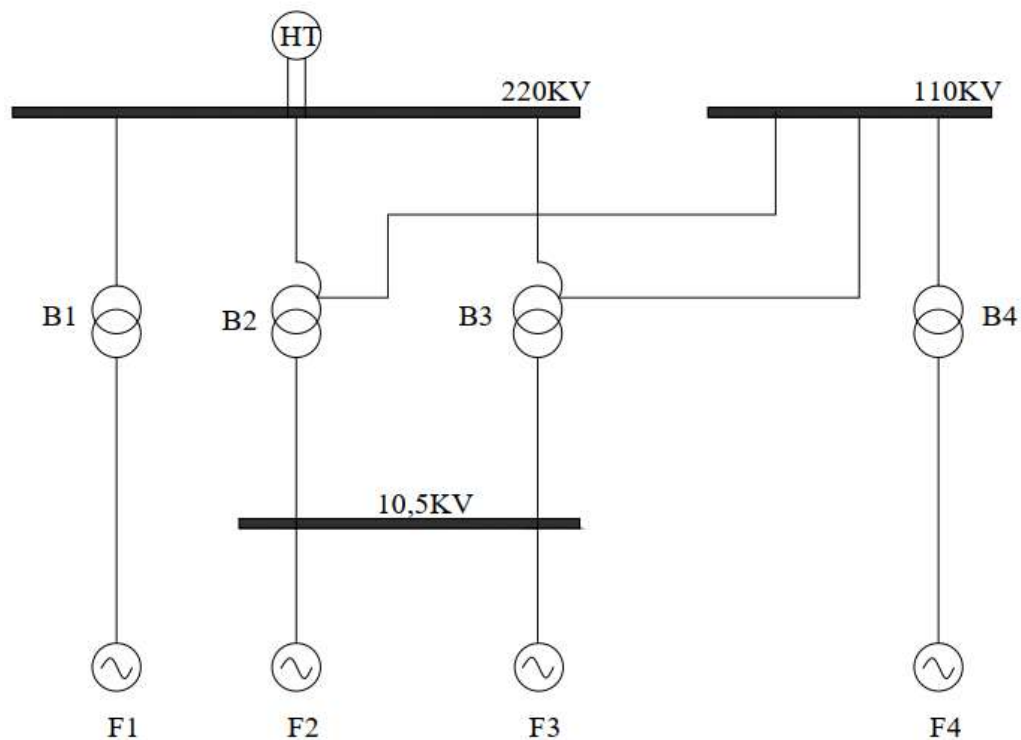
❖ Nhược điểm:

- Số lượng máy biến áp nhiều dẫn đến vốn đầu tư tăng, mặt bằng phân bố thiết bị ngoài trời lớn.

1.3.3. Phương án III: (Hình 1.7)

❖ Mô tả phương án:

- Sơ đồ gồm 2 máy phát F_1, F_2 nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát
- 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.
- Hai bộ máy phát $F_3 - F_3, F_4 - F_4$ tương ứng nối vào thanh góp cấp điện áp trung và cấp điện áp cao.



Hình 1.7: sơ đồ nối điện phương án III

❖ **Ưu điểm:**

- Sơ đồ đảm bảo yêu cầu cung cấp điện. độ tin cậy cũng như sự liên lạc giữa các cấp điện áp với nhau và giữa nhà máy với hệ thống.
- Máy biến áp tự ngẫu được chọn có công suất nhỏ do có thêm bộ phát – máy biến áp nối bên cao.
- Số lượng máy phát nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát ít nên thanh góp đơn giản.

❖ **Nhược điểm:**

- Số lượng máy biến áp nhiều dẫn đến mặt bằng phân bố thiết bị ngoài trời lớn và sẽ khó khăn hơn cho việc bảo dưỡng định kỳ MBA liên lạc
- Vì có bộ máy phát – máy biến áp hai cuộn dây nối ở phía cao nên tổn kém vì phải dùng thiết bị có cách điện cao.
- Số lượng máy biến áp hai cuộn dây nhiều nên tổn kém.

1.3.4. Nhận xét chung:

- Qua phân tích ưu, nhược điểm của từng phương án. ta nhận thấy phương án II đảm bảo về mặt kỹ thuật và có nhiều ưu điểm hơn nên ta chọn phương án II để tính toán cho các phần tiếp theo.

1.4. Kết luận chương 1.

- Ở chương này dựa vào các thông số đề cho đã tiến hành chọn loại máy phát điện cho nhà máy nhiệt Điện, thực hiện phân tích phụ tải ở các cấp điện áp (10,5 kV, 110 kV, 220 kV), xác định công suất cực đại và hệ số công suất tương ứng. Dựa vào kết quả phân tích, đồ thị phụ tải tổng hợp theo thời gian trong ngày được xây dựng, làm cơ sở tính

toán các thiết bị điện. Đưa ra các phương án nối điện chính được đề xuất, phân tích kỹ lưỡng về ưu nhược điểm. Phương án II được lựa chọn vì đáp ứng tốt cả về mặt kỹ thuật, kinh tế và đảm bảo khả năng vận hành linh hoạt cho nhà máy.

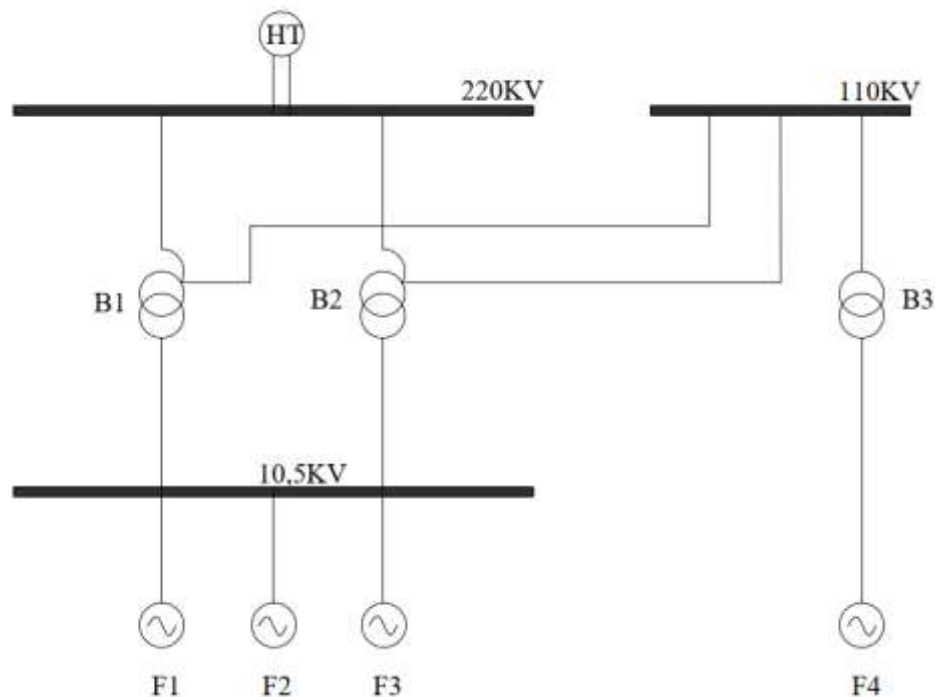
CHƯƠNG 2: CHỌN MÁY BIẾN ÁP – TÍNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG – CHỌN KHÁNG ĐIỆN PHÂN ĐOẠN

2.1. Chọn các máy biến áp

Máy biến áp là một thiết bị chính trong nhà máy điện, vốn đầu tư của nó chiếm một phần rất quan trọng trong tổng số vốn đầu tư của nhà máy.

Vì vậy, việc chọn số lượng, công suất định mức của chúng rất quan trọng. Công suất của máy biến áp được chọn phải đảm bảo điều kiện đủ đáp ứng điện theo yêu cầu phụ tải không những trong điều kiện bình thường mà còn trong cả sự cố.

Chọn máy biến áp cho phương án II:



Hình 2.1 Phương án nối điện được chọn để tính toán

2.1.1. Chọn máy biến áp nối bộ B3

2.1.1.1. Chọn máy biến áp

- Máy biến áp này là máy biến áp 3 pha hai cuộn dây với điều kiện:

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

Theo tài liệu tham khảo [1] trang 150, ta tra thông số của máy biến áp như sau:

Bảng 2.1 Thông số máy biến áp B₃

Loại	S _{dm} (MVA)	Điện áp cuộn dây (KV)		Tổn thất (KW)		Un%	I _n %
				ΔP ₀	ΔP _n		
		Cao	Hạ		C-H		
ТРДЦН	80	115	10,5	89	310	10,5	0,55

2.1.1.2. Kiểm tra tình trạng mang tải

- **Lúc làm việc bình thường:** Vì công suất định mức của máy biến áp B₃ lớn hơn công suất tính toán nên MBA B₃ đã thỏa mãn điều kiện quá tải bình thường.

- **Kiểm tra quá tải sự cố:** Trong sơ đồ bộ F₄ – B₃ khi một trong 2 phần tử ngưng làm việc thì phần tử còn lại cũng ngưng làm việc nên không cần kiểm tra trường hợp này.

2.1.2. Chọn máy biến áp liên lạc B1, B2

2.1.2.1. Chọn máy biến áp

Vì hai máy biến áp B1, B2 làm nhiệm vụ truyền tải công suất từ phía hạ áp 10,5 kV lên cấp điện áp 110 kV và 220 kV nên chọn 2 MBA tự ngẫu.

Công suất định mức được chọn theo điều kiện:

$$S_{B1(B2)} \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{thmax}}{k_{cl}}$$

Trong đó:

$$- S_{thmax} = \sum_1^3 (S_{dmFi} - S_{tdmaxFi}) - S_{UFmin} = (3.75 - \frac{11,47.3}{4}) - 57,65 = 158,75 \text{ MVA}$$

$$- k_{cl}: \text{Hệ số có lợi, } k_{cl} = \frac{U_C - U_T}{U_C} = \frac{220 - 110}{220} = 0,5$$

$$\Rightarrow S_{B1(B2)} \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{thmax}}{k_{cl}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{158,75}{0,5} = 158,75 \text{ MVA}$$

Theo tài liệu tham khảo [1] trang 156 ta chọn được máy biến áp liên lạc có công suất định mức 160 MVA có các thông số cho trong bảng sau:

Bảng 2.2 Thông số máy biến áp liên lạc B₁ và B₂

Loại	S _{dm}	Điện áp cuộn dây (KV)			Tổn thất (KW)					I ₀ %
					ΔP_0	ΔP_n	C-T	C-H	T-H	
		Cao	Trung	Hạ			C-T			
ATДЦТН	160	230	121	11	85	380	11	32	20	0,5

2.1.2.2. Kiểm tra tình trạng mang tải

- **Kiểm tra quá tải bình thường:** Vì công suất định mức của MBA B₁(B₂) lớn hơn công suất tính toán nên không cần kiểm tra quá tải bình thường.

- **Kiểm tra quá tải sự cố**

+ Sự cố MBA B₁, điều kiện kiểm tra:

$$k_{qt}^{sc} \cdot k_{cl} \cdot S_{dmB2} \geq S_{UTmax} - S_{F4-B3} (*)$$

$$k_{qt}^{sc} \cdot k_{cl} \cdot S_{dmB2} = 1,2 \cdot 0,5 \cdot 160 = 96 \text{ MVA}$$

$$S_{UTmax} - S_{F4-B3} = 125 - \left(75 - \frac{11,47}{4} \right) = 52,87 \text{ MVA}$$

⇒ Như vậy, điều kiện (*) đã thỏa mãn.

+ Sự cố MBA B₂ tương tự nên không cần kiểm tra.

+ Sự cố bộ F4 – B3, điều kiện kiểm tra:

$$2. k_{qt}^{sc} \cdot k_{cl} \cdot S_{dmB2} \geq S_{UTmax} (*)$$

$$2. k_{qt}^{sc} \cdot k_{cl} \cdot S_{dmB2} = 2.1,2.0,5.160 = 192 \text{ MVA}$$

$$S_{UTmax} = 125 \text{ MVA}$$

⇒ Như vậy, điều kiện (*) đã thỏa mãn.

2.2. Tính tổn thất điện năng trong máy biến áp

2.2.1. Đối với máy biến áp B3

Vì máy phát F3 luôn phát công suất không đổi bằng công suất định mức, nên công suất truyền tải qua máy biến áp B3 (bằng công suất định mức trừ công suất tự dùng) cũng không đổi theo thời gian, nên tổn thất điện năng trong máy biến áp B3 được tính theo biểu thức sau:

$$\Delta A_{B3} = \Delta P_0 \cdot t + \Delta P_N \cdot \frac{S_{B3}^2}{S_{dmB3}^2}$$

Trong đó:

ΔP_0 là tổn thất không tải của máy biến áp B₃

ΔP_N là tổn thất ngắn mạch của máy biến áp B₃

t là thời gian vận hành hằng năm, t = 8760h

S_{B3} là công suất truyền qua máy biến áp B₃,

$$S_{B3} = S_{dmF4} - S_{td4} = 75 - \frac{11,47}{4} = 72,13 \text{ MVA}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \Delta A_{B3} &= \Delta P_0 \cdot t + \Delta P_N \cdot \frac{S_{B3}^2}{S_{dmB3}^2} \cdot t = 89.8760 + 310 \cdot \frac{72,13^2}{80^2} \cdot 8760 \\ &= 2987226,3 \text{ kWh} = 2987,23 \text{ MWh} \end{aligned}$$

2.2.2. Đối với máy biến áp liên lạc B₁ và B₂

Vì 2 MBA B₁ và B₂ là 2 MBA tự ngẫu giống nhau, vận hành song song và đồ thị phụ tải của ta là đồ thị bậc thang nên ta sử dụng công thức sau:

$$\begin{aligned} \Delta A_{B1B2} &= n \cdot \Delta P_0 \cdot t \\ &+ \frac{1}{n} \left[\sum \left(\frac{S_{ci}}{S_{dmB1}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NC} \cdot t_i \right. \\ &\left. + \sum \left(\frac{S_{Ti}}{S_{dmB1}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NT} \cdot t_i + \sum \left(\frac{S_{Hi}}{S_{dmB1}} \right)^2 \cdot \Delta P_{NH} \cdot t_i \right] \end{aligned}$$

Trong đó:

n: số MBA làm việc song song.

S_{Ci}, S_{Ti}, S_{Hi} : Là công suất qua cuộn cao, trung, hạ của MBA tự ngẫu.

$\Delta P_{NC}, \Delta P_{NT}, \Delta P_{NH}$: Là tổn thất ngắn mạch trong cuộn dây điện áp cao, trung, hạ của MBA tự ngẫu.

ΔP_0 : Tổn thất không tải của MBA.

Ta có công thức:

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

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

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

$\Delta P_{NC-T} = 380 \text{ kW}$ nên có thể xem $\Delta P_{NC-H} = \Delta P_{NT-H} = \frac{380}{2} = 190 \text{ MW}$

Ta tính được:

$$\Delta P_{NC} = 0,5. \left(380 + \frac{190}{0,5^2} - \frac{190}{0,5^2} \right) = 190 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{NT} = 0,5. \left(380 + \frac{190}{0,5^2} - \frac{190}{0,5^2} \right) = 190 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{NC} = 0,5. \left(\frac{190}{0,5^2} + \frac{190}{0,5^2} - 380 \right) = 570 \text{ MW}$$

Vì nhà máy không phát công suất thừa cho hệ thống:

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

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

$$S_{Hi}(t) = S_{Ti}(t) + S_{Ci}(t)$$

Ta lập được bảng sau:

Bảng 2.3 Số liệu công suất truyền tải qua 3 cuộn dây của hai máy biến áp B1, B2

t(h)	0-4	4-8	8-12	12-16	16-18	18-20	20-22	22-24
$S_{UT}(t)$	100	100	125	125	112.5	112.5	100	87.5
$S_T(t)$	63.53	70.59	70.59	56.47	49.41	49.41	49.41	49.41
$S_C(t)$	27.87	27.87	52.87	52.87	40.37	40.37	27.87	15.37
$S_H(t)$	91.40	98.46	123.46	109.34	89.78	89.78	77.28	64.78

$$\sum S_{Ci}^2 \cdot t = 27,87^2 \cdot 10 + 52,87^2 \cdot 8 + 40,37^2 \cdot 4 + 15,37^2 \cdot 2 = 37120,69 \text{ (MVA)}^2 \cdot h$$

$$\sum S_{Ti}^2 \cdot t = 63,53^2 \cdot 4 + 70,59^2 \cdot 8 + 56,47^2 \cdot 4 + 49,41^2 \cdot 8 = 88294,06 \text{ (MVA)}^2 \cdot h$$

$$\sum S_{Hi}^2 \cdot t = 91,4^2 \cdot 4 + 98,46^2 \cdot 4 + 123,46^2 \cdot 4 + 109,34^2 \cdot 4 + 89,78^2 \cdot 4 + 77,28^2 \cdot 2 + 64,78^2 \cdot 2 = 233562,84 \text{ (MVA)}^2 \cdot \text{h}$$

- Tổng thất điện năng của MBA B₁ B₂ trong 1 ngày:

$$\Delta A_{ng} = 2.85.24 + \frac{1}{2 \cdot 160^2} \cdot (190.37120,69 + 190.88294,06 + 570.233562,84) \\ = 7145,62 \text{ kWh}$$

- Tổng thất điện năng của MBA B₁ B₂ trong 1 năm:

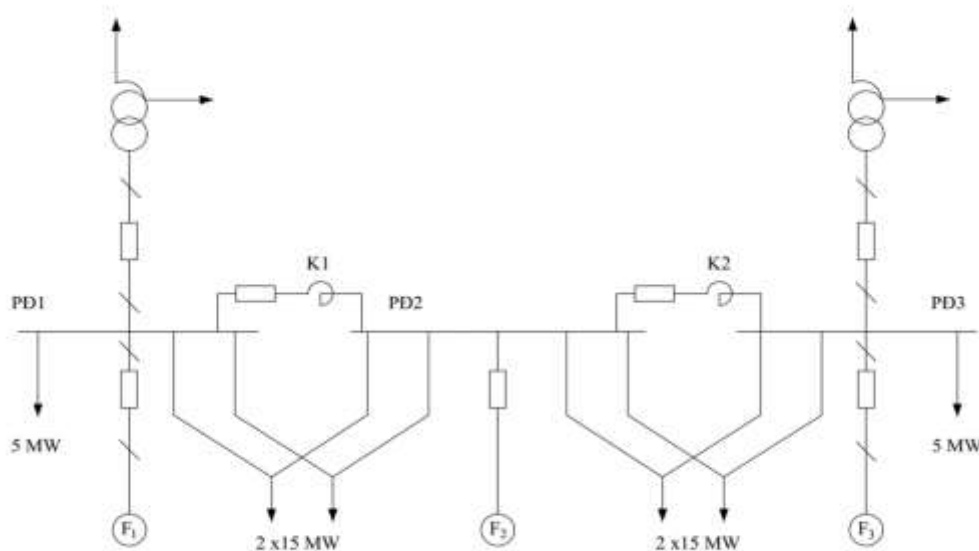
$$\Delta A_{B1B2} = \Delta A_{ng} \cdot 365 = 2608151,3 \text{ kWh} = 2608,15 \text{ MWh}$$

- Tổng thất điện năng hằng năm:

$$\Delta A = \Delta A_{B1B2} + \Delta A_{B3} = 2608,15 + 2987,23 = 5595,38 \text{ MWh}$$

2.3. Tính chọn kháng điện phân đoạn

Để hạn chế dòng điện ngắn mạch, trên thanh góp cấp điện áp máy phát đặt 2 kháng điện phân đoạn K1 và K2 như trên sơ đồ hình 2.2.



Hình 2.2 Sơ đồ phân bố phụ tải cấp điện áp máy phát

2.3.1. Phân bố phụ tải cấp điện áp máy phát trên các phân đoạn

Phụ tải cấp điện áp máy phát được phân phối trên 3 phân đoạn như trên hình vẽ, với số liệu như sau:

4 đường dây kép công suất 15 MW

2 đường dây đơn công suất 5 MW

2.3.1.1. Phân đoạn 1 và phân đoạn 3

Gồm 2 nhánh đường dây kép và 1 nhánh đường dây đơn

- Công suất:

$$+ \text{Cực đại: } P_{UFmax1} = P_{UFmax3} = (1.5) + \left(2 \cdot \frac{15}{2}\right) = 20 \text{ MW}$$

$$\Rightarrow S_{UFmax1} = S_{UFmax3} = \frac{P_{UFmax1}}{\cos\varphi} = \frac{20}{0,85} = 23,53 \text{ MVA}$$

$$+ \text{Cực tiểu: } S_{UFmin1} = S_{UFmin3} = 0,7.23,53 = 16,47 \text{ MVA}$$

2.3.1.1. Phân đoạn 2

Gồm 4 nhánh đường dây kép

- Công suất

$$+ \text{Cực đại: } P_{UFmax2} = \left(4 \cdot \frac{15}{2}\right) = 30 \text{ MW} \Rightarrow S_{UFmax2} = \frac{P_{UFmax2}}{\cos\varphi} = \frac{30}{0,85} = 35,3 \text{ MVA}$$

$$+ \text{Cực tiểu: } S_{UFmin2} = 0,7.35,3 = 24,71 \text{ MVA}$$

2.3.2. Tính toán dòng điện cường bức qua các kháng điện phân đoạn

2.3.2.1. Chế độ làm việc bình thường

$$S_{K1}^{bt} = S_{K2}^{bt} = \frac{1}{2} [S_{dmF2} - (S_{tdF2} + S_{UFmin2})] = \frac{1}{2} \left[75 - \left(\frac{11,47}{4} + 24,71 \right) \right] \\ = 23,71 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow I_{K1}^{bt} = I_{K2}^{bt} = \frac{S_{K1}^{bt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{23,71}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 1,3 \text{ kA}$$

2.3.2.2. Chế độ làm việc cường bức

a. Sự cố máy phát F_1 hoặc F_3

- Khi S_{UFmin} :

$$S_{H-B1max} = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=2}^3 S_{dmFi} - \sum_{i=1}^3 S_{tdi} - S_{UFmin} \right) = \frac{1}{2} \left(2.75 - \frac{11,47}{4} \cdot 3 - 57,65 \right) \\ = 41,87 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{scF1} = S_{H-B1max} + S_{td1max} + S_{UFmin1} = 41,87 + \frac{11,47}{4} + 16,47 = 61,21 \text{ MVA}$$

- Khi S_{UFmax} :

$$S_{H-B1min} = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=2}^3 S_{dmFi} - \sum_{i=1}^3 S_{tdi} - S_{UFmax} \right) = \frac{1}{2} \left(2.75 - \frac{11,47}{4} \cdot 3 - 82,35 \right) \\ = 29,52 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{scF1} = S_{H-B1min} + S_{td1max} + S_{UFmax1} = 29,52 + \frac{11,47}{4} + 23,53 = 55,92 \text{ MVA}$$

Trong 2 trường hợp, trường hợp công suất đi qua KĐPD S_{K1} khi phụ tải cực tiểu lớn hơn nên ta chọn để tính toán:

$$\Rightarrow I_{K1}^{scF1} = \frac{S_{K1}^{scF1}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{55,92}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 3,07 \text{ kA}$$

b. Khi sự cố máy phát F₂

$$S_{K1}^{scF2} = \frac{1}{2} \cdot (S_{td2max} + S_{UFmax2}) = \frac{1}{2} \left(\frac{11,47}{4} + 35,3 \right) = 19,08 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow I_{K1}^{scF2} = \frac{S_{K1}^{scF2}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{19,08}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 1,05 \text{ kA}$$

c. Khi sự cố MBA B₂ (hoặc B₁)

$$S_{K1}^{scB2} = S_{H-B1} + S_{td1max} + S_{UFmax1} - S_{dmF1}$$

Với:

$$S_{H-B1} = \min\{S_{thmax}; k_{qt} \cdot k_{cl} \cdot S_{dmF1}\} = \min\{158,75; 1,2 \cdot 0,5 \cdot 160\} \\ = \min\{124,47; 96\} = 96 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow S_{K1}^{scB2} = 96 + \frac{11,47}{4} + 23,53 - 75 = 47,4 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow I_{K1}^{scB2} = \frac{S_{K1}^{scB2}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{47,4}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2,6 \text{ kA}$$

Tổng kết: Dựa trên các trường hợp tính toán ta chọn $I_{K1max}^{sc} = I_{K1}^{scF1} = 3,07 \text{ kA}$ để chọn kháng điện phân đoạn.

2.3.3. Chọn kháng điện

- Điều kiện chọn:

- + $U_{dmk} \geq U_{dmmang}$
- + $I_{dmK} \geq I_{cbmax}$

Bảng 2.4 Thông số để lựa chọn kháng điện phân đoạn K1 và K2

$U_{dm}(KV)$	$I_{cbK}(kA)$
10,5	3,07

Theo tài liệu tham khảo [1] ta chọn kháng điện đơn bê tông PbA – 10 – 3000 có các thông số trong bảng sau:

Bảng 2.5 Thông số các kháng điện phân đoạn K1 và K2

Loại kháng điện	$U_{dm}(kV)$	$I_{dm}(kA)$	$X_k(\Omega)$	$\Delta P_{dm1pha}(kW)$	I_{odd}	I_{onh}
PbA – 10 – 4000	10	4	0,17	29,7	67	53

2.3.4. Kiểm tra tổn thất điện áp

Điều kiện làm việc bình thường:

Chọn $X_k\% = 10\%$

$$+ \Delta U_k^{bt} = X_k\% \cdot \frac{I_k^{bt}}{I_{dmK}} \cdot \sin\varphi = 10 \cdot \frac{1,3}{4} \cdot 0,6 = 1,95\% < 2\%$$

$$+ \Delta U_k^{cb} = X_k\% \cdot \frac{I_k^{cb}}{I_{dmK}} \cdot \sin\varphi = 10 \cdot \frac{3,07}{4} \cdot 0,6 = 4,6\% < 5\%$$

Như vậy, ta chọn kháng điện PbA – 10 – 4000 – 10% để thỏa mãn yêu cầu về tổn thất điện áp.

2.4 Kết luận chương 2.

- Chương này tiến hành lựa chọn MBA nối bộ và MBA liên lạc theo tiêu chuẩn kỹ thuật và khả năng mang tải ổn định trong điều kiện bình thường cũng như sự cố. Đồng thời, chương cũng tính toán tổn thất điện năng trong các máy biến áp dựa trên phụ tải truyền qua từng cuộn dây. Việc chọn kháng điện phân đoạn được thực hiện nhằm hạn chế dòng ngắn mạch, đảm bảo ổn định cho thanh góp và các thiết bị khi có sự cố.

CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH

3.1 Mở đầu

Ngắn mạch là một sự cố xảy ra trong hệ thống điện. Ta cần phải dự đoán được tình trạng ngắn mạch có thể xảy ra ở đâu và xác định được dòng ngắn mạch tương ứng.

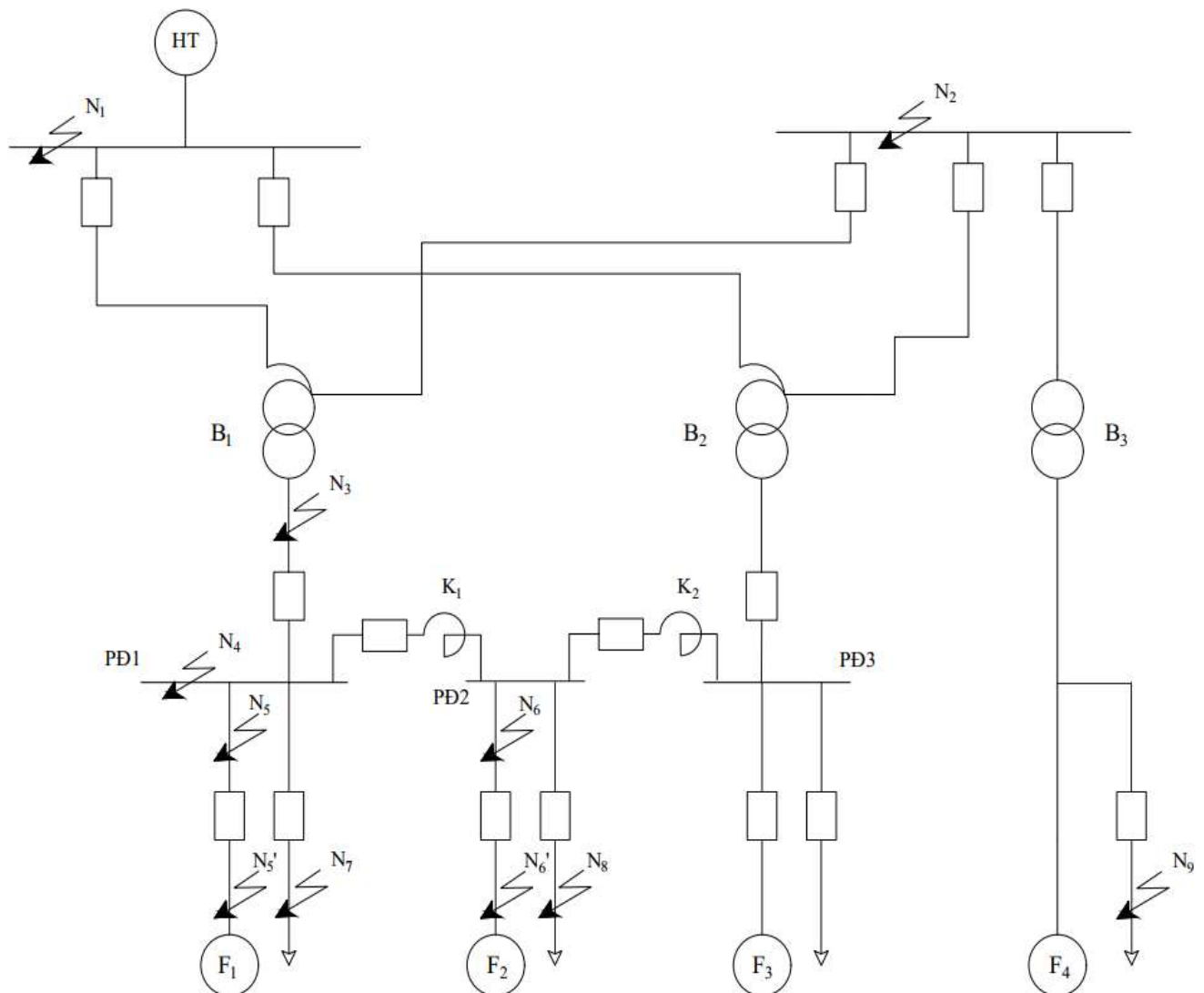
Mục đích của tính toán ngắn mạch là để chọn các khí cụ điện, các thành phần dòng điện chạy qua và kiểm tra các thành phần phần tử có đảm bảo sự ổn định khi hoạt động bao gồm ổn định động và ổn định nhiệt. Ngoài ra, các số liệu về dòng ngắn mạch là căn cứ quan trọng để thiết kế hệ thống bảo vệ role và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

Phương pháp tính toán ở đây là phương pháp đường cong tính toán, tính gần đúng trong đơn vị tương đối.

3.2 Sơ đồ thay thế nhà máy điện và các điểm ngắn mạch tính toán

3.2.1. Sơ đồ tính toán:

- Ta chọn các điểm ngắn mạch tính toán như hình:



3.2.2 Các điểm ngắn mạch

1. Điểm ngắn mạch N_1 : Để chọn khí cụ điện cho mạch cao áp 220kV. Nguồn cung cấp là nhà máy điện (toàn bộ máy phát) và hệ thống.

2. Điểm ngắn mạch N_2 : Chọn khí cụ điện cho mạch trung áp 110kV. Nguồn cung cấp là nhà máy điện và hệ thống.

3. Điểm ngắn mạch N_3 : Chọn khí cụ điện cho mạch hạ áp máy biến áp liên lạc. Nguồn cung cấp là nhà máy điện và hệ thống khi máy biến áp liên lạc B_1 nghỉ.

4. Điểm ngắn mạch N_4 : Chọn khí cụ điện cho phân đoạn điện áp cấp điện áp máy phát. Nguồn cung cấp là nhà máy điện và hệ thống khi máy biến áp B_1 và máy phát F_1 nghỉ (cắt).

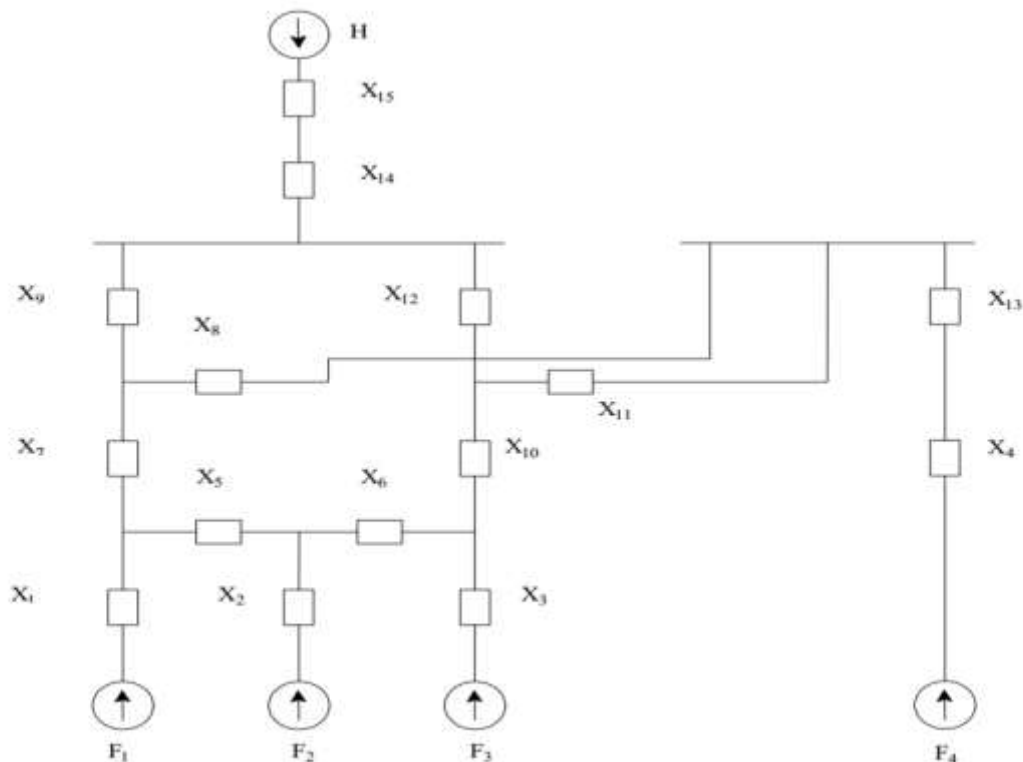
5. Điểm ngắn mạch N_5 : Chọn khí cụ điện cho máy phát. Nguồn cung cấp chỉ là máy phát điện F_1 .

6. Điểm ngắn mạch N_5' : Chọn khí cụ điện cho mạch máy phát. Nguồn cung cấp là nhà máy điện và hệ thống trừ máy phát F_1 .

7. Điểm ngắn mạch N_6 : Chọn khí cụ điện cho máy phát. Nguồn cung cấp chỉ là máy phát F_2 .

8. Điểm ngắn mạch N_6' : Chọn khí cụ điện cho mạch máy phát. Nguồn cung cấp là nhà máy điện và hệ thống, trừ máy phát F_2 .

9. Các điểm ngắn mạch N_7, N_8, N_9 : Chọn khí cụ điện cho mạch tự dùng và đường dây phụ tải cấp điện áp máy phát. Nguồn cung cấp là nhà máy điện và hệ thống.



3.3 Tính toán các đại lượng cơ bản

3.3.1 Chọn các đại lượng cơ bản

Chọn $S_{cb} = 100 \text{ MVA}$

$U_{cb} = U_{tb}$ ở các cấp điện áp

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

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

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

3.3.2. Các thông số của sơ đồ thay thế

3.3.2.1. Điện kháng của máy phát

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

3.3.2.2. Điện kháng của kháng điện phân đoạn K_1, K_2

$$X_5 = X_6 = \frac{X_k\%}{100} \cdot \frac{I_{cb10.5}}{I_{dmK}} = \frac{10}{100} \cdot \frac{5,499}{4} = 0,137$$

3.3.2.3. Điện kháng của máy biến áp liên lạc B_1, B_2

- Điện kháng cuộn hạ:

$$\begin{aligned} X_7 = X_{10} &= \frac{1}{200} (U_{NC-H}\% + U_{NT-H}\% - U_{NC-T}\%) \frac{S_{cb}}{S_{dmB1}} \\ &= \frac{1}{200} (32 + 20 - 11) \cdot \frac{100}{160} = 0,128 \end{aligned}$$

- Điện kháng cuộn trung:

$$\begin{aligned} X_8 = X_{11} &= \frac{1}{200} (U_{NC-T}\% + U_{NT-H}\% - U_{NC-H}\%) \frac{S_{cb}}{S_{dmB1}} \\ &= \frac{1}{200} (11 + 20 - 32) \cdot \frac{100}{160} \approx 0 \end{aligned}$$

- Điện kháng cuộn cao:

$$\begin{aligned} X_9 = X_{12} &= \frac{1}{200} (U_{NC-T}\% + U_{NC-H}\% - U_{NT-H}\%) \frac{S_{cb}}{S_{dmB1}} \\ &= \frac{1}{200} (11 + 32 - 20) \cdot \frac{100}{160} = 0,072 \end{aligned}$$

3.3.2.4. Điện kháng của máy biến áp B_3

$$X_{13} = \frac{U_N\%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB3}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{100}{80} = 0,131$$

3.3.2.5. Điện kháng của đường dây kép nối với hệ thống

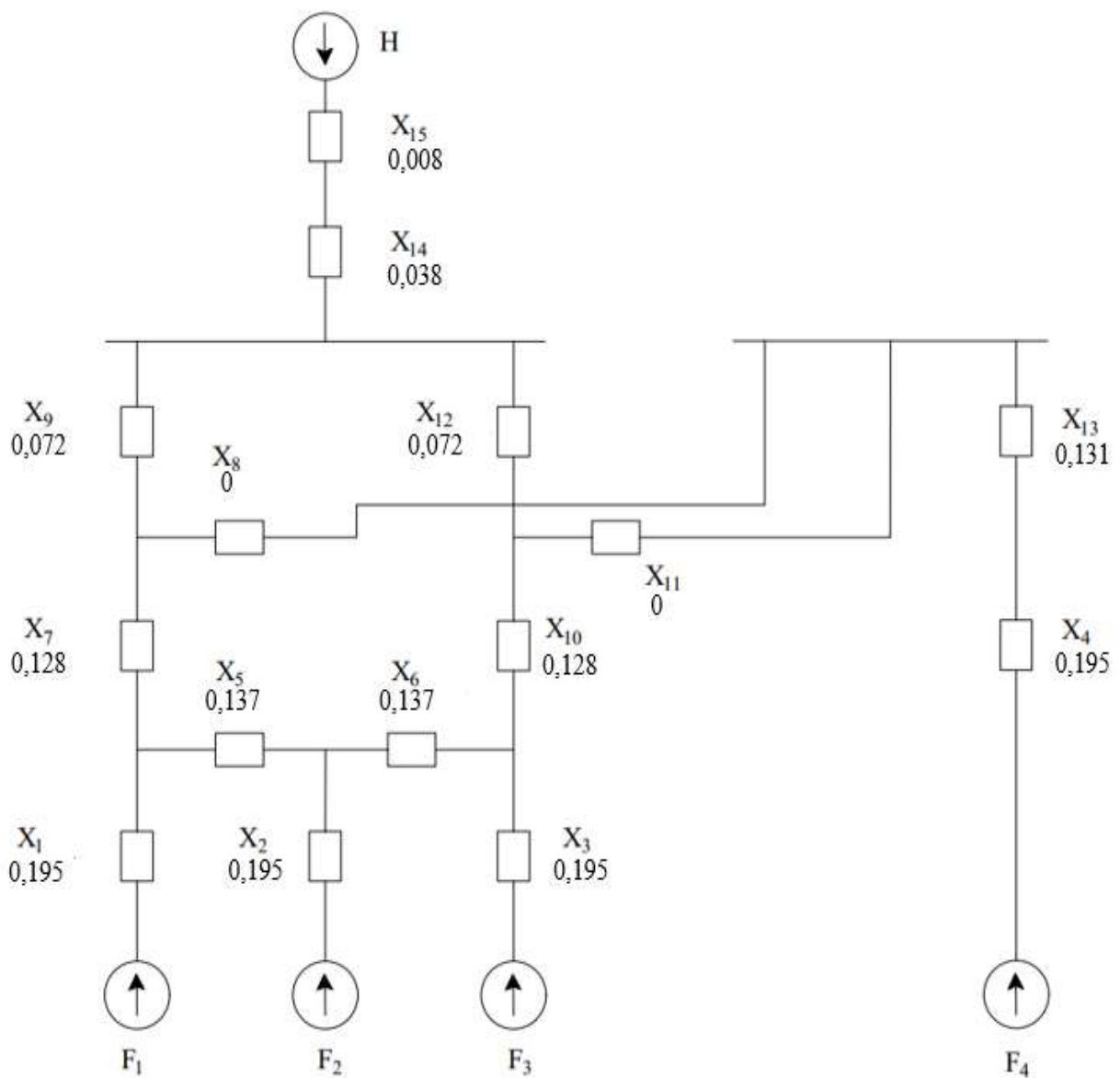
$$X_{14} = \frac{1}{2} \cdot X_0 \cdot L \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb220}^2} = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 100 \cdot \frac{100}{230^2} = 0,038$$

3.3.2.6. Điện kháng của hệ thống

$$X_{15} = X_{HT} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{HT}} = 0,2 \cdot \frac{100}{2500} = 0,008$$

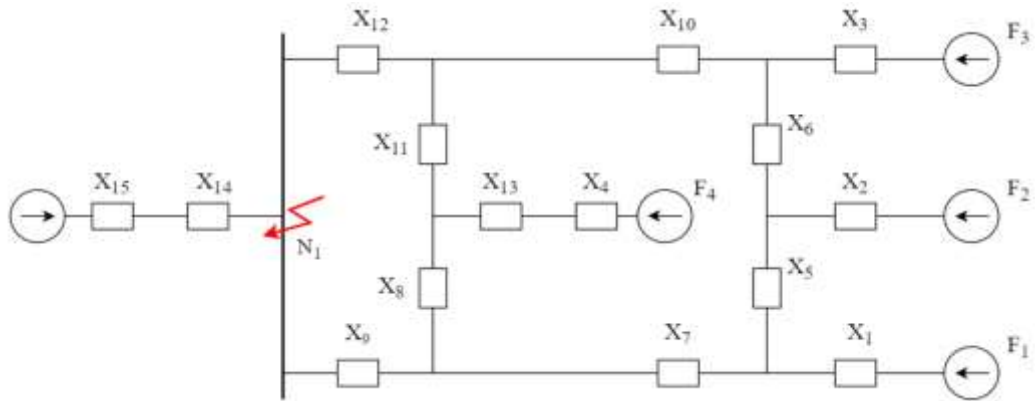
3.3.3. Thành lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch

- Từ sơ đồ nối điện các điểm ngắn mạch ta thành lập được sơ đồ thay thế tính toán như hình:

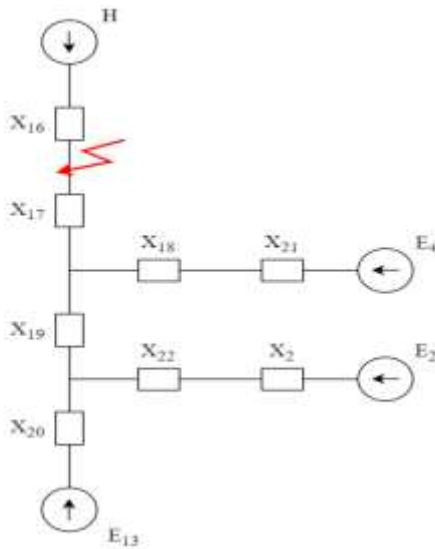


3.3.4. Tính toán dòng ngắn mạch

3.3.4.1. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_1



Vì điểm ngắn mạch tại N_1 , sơ đồ có tính chất đối xứng nên ta có thể rút gọn sơ đồ thay thế như sau:



$$X_{16} = X_{15} + X_{14} = 0,008 + 0,038 = 0,046$$

$$X_{17} = \frac{X_9}{2} = \frac{X_{12}}{2} = \frac{0,072}{2} = 0,036$$

$$X_{18} = \frac{X_{11}}{2} = \frac{X_8}{2} = \frac{0}{2} = 0$$

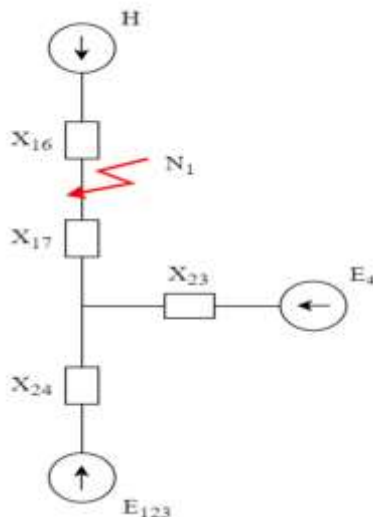
$$X_{19} = \frac{X_{10}}{2} = \frac{X_7}{2} = \frac{0,128}{2} = 0,064$$

$$X_{20} = \frac{X_3}{2} = \frac{X_1}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,0975$$

$$X_{21} = X_{13} + X_4 = 0,131 + 0,195 = 0,326$$

$$X_{22} = \frac{X_6}{2} = \frac{X_5}{2} = \frac{0,137}{2} = 0,0685$$

- Tiếp tục biến đổi sơ đồ, ta được:

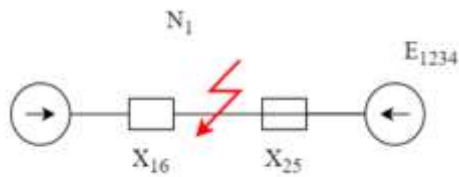


$$X_{23} = X_{18} + X_{21} = 0,326$$

X_{24} bao gồm $[(X_{22} \text{ nt } X_2) // X_{20}] \text{ nt } X_{19}$ nên:

$$\begin{aligned} X_{24} &= \frac{(X_{22} + X_2) \cdot X_{20}}{X_{22} + X_2 + X_{20}} + X_{19} \\ &= \frac{(0,0685 + 0,195) \cdot 0,0975}{0,0685 + 0,195 + 0,0975} + 0,064 \\ &= 0,135 \end{aligned}$$

- Biến đổi sơ đồ về sơ đồ thay thế cuối cùng:



$$\begin{aligned} X_{25} &= \frac{X_{23} \cdot X_{24}}{X_{23} + X_{24}} + X_{17} \\ &= \frac{0,326 \cdot 0,135}{0,326 + 0,135} + 0,036 \\ &= 0,131 \end{aligned}$$

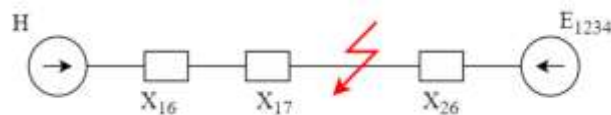
- Để sử dụng đường cong tính toán, ta cần quy đổi điện kháng về hệ đơn vị tương đối định mức $X_{tt\text{dm}}^* = X_{25} \cdot \frac{\sum S_{dm}}{S_{cb}} = 0,131 \cdot \frac{300}{100} = 0,393$

- Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb220}}{X_{16}} = \frac{0,251}{0,046} = 5,457 \text{ kA}$$

3.3.4.2. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_2

- Sơ đồ thay thế biến đổi tương tự như ngắn mạch tại điểm N_1



$$X_{26} = X_{23} // X_{24} = \frac{X_{23} \cdot X_{24}}{X_{23} + X_{24}} = \frac{0,326 \cdot 0,135}{0,326 + 0,135} = 0,095$$

- Tiếp tục biến đổi sơ đồ về sơ đồ thay thế cuối cùng:



$$\begin{aligned} X_{27} &= X_{16} + X_{17} = 0,046 + 0,036 \\ &= 0,082 \end{aligned}$$

- Điện kháng tính toán của máy phát:

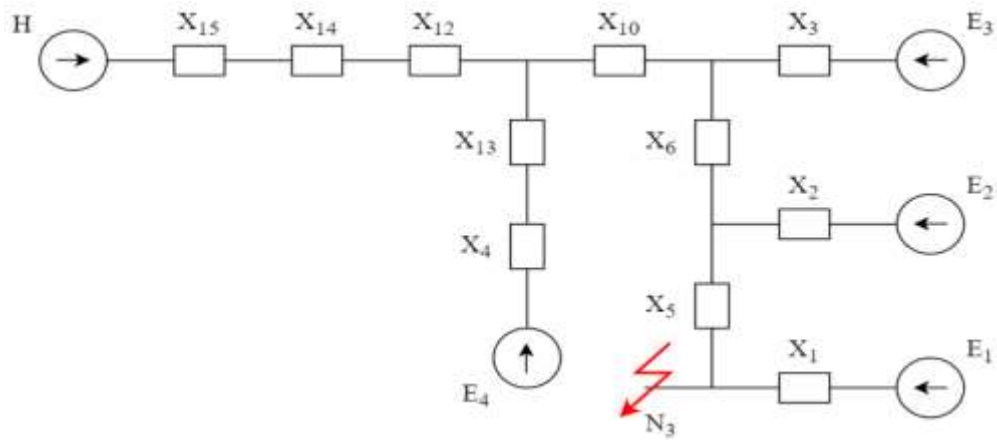
$$X_{tt\text{dm}}^* = X_{26} \cdot \frac{\sum S_{dm}}{S_{cb}} = 0,095 \cdot \frac{300}{100} = 0,285$$

- Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb110}}{X_{27}} = \frac{0,502}{0,082} = 6,122 \text{ kA}$$

3.3.4.3. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_3

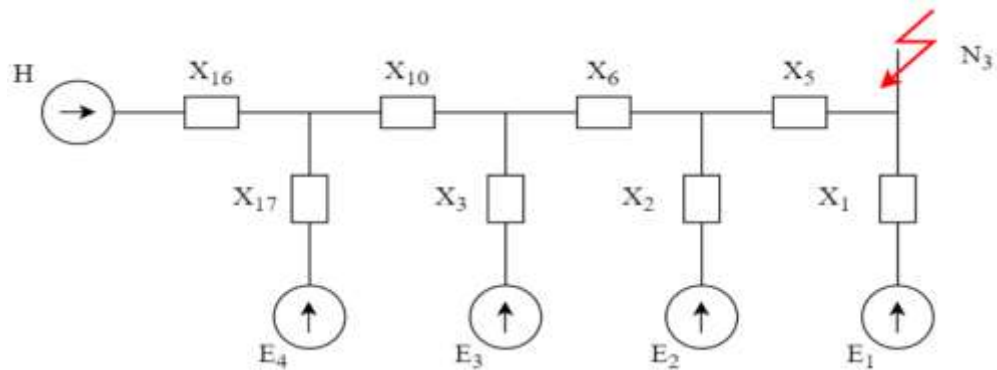
Sơ đồ thay thế được biểu diễn như sau



$$X_{16} = X_{15} + X_{14} + X_{12} = 0,008 + 0,038 + 0,072 = 0,118$$

$$X_{17} = X_{11} + X_{13} + X_4 = 0 + 0,131 + 0,195 = 0,326$$

Sơ đồ biến đổi thành:



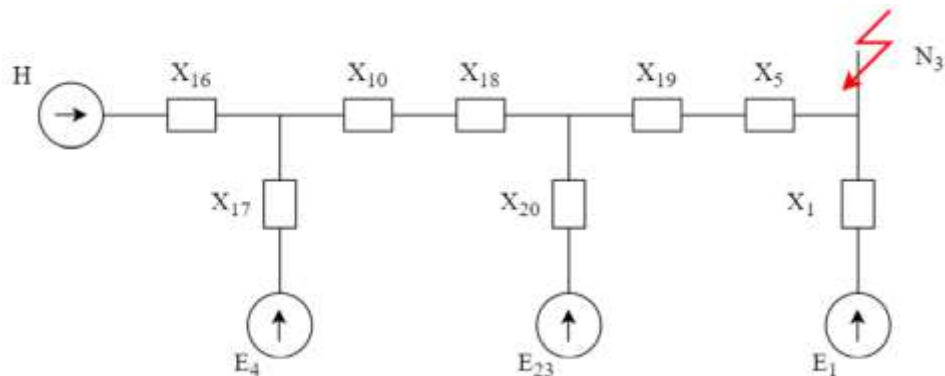
- Biến đổi $\Delta(X_3, X_6, X_2)$ thành $Y(X_{18}, X_{19}, X_{20})$ như sau:

$$X_{18} = \frac{X_3 \cdot X_6}{X_3 + X_2 + X_6} = \frac{0,195 \cdot 0,137}{0,195 + 0,195 + 0,137} = 0,051$$

$$X_{19} = \frac{X_2 \cdot X_6}{X_3 + X_2 + X_6} = \frac{0,195 \cdot 0,137}{0,195 + 0,195 + 0,137} = 0,051$$

$$X_{20} = \frac{X_2 \cdot X_3}{X_3 + X_2 + X_6} = \frac{0,195 \cdot 0,195}{0,195 + 0,195 + 0,137} = 0,072$$

Ta được sơ đồ:



$$X_{21} = X_{10} + X_{18} = 0,128 + 0,051 = 0,179$$

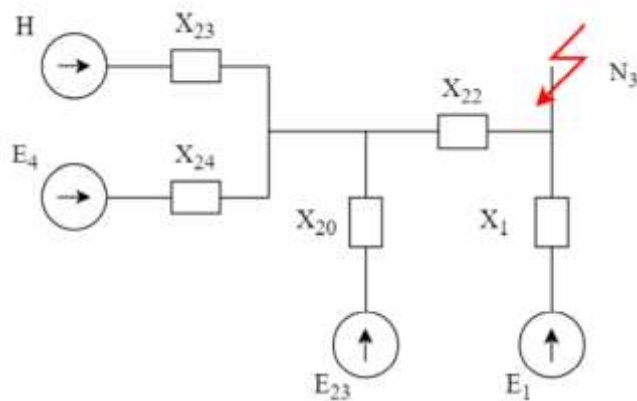
$$X_{22} = X_{19} + X_5 = 0,051 + 0,137 = 0,188$$

- Biến đổi Y(X_{16}, X_{17}, X_{21}) thành Δ thiếu (X_{23}, X_{24}) (Giả sử 2 nguồn đẳng trị):

$$X_{23} = X_{16} + X_{21} + \frac{X_{16} \cdot X_{21}}{X_{17}} = 0,118 + 0,179 + \frac{0,118 \cdot 0,179}{0,326} = 0,362$$

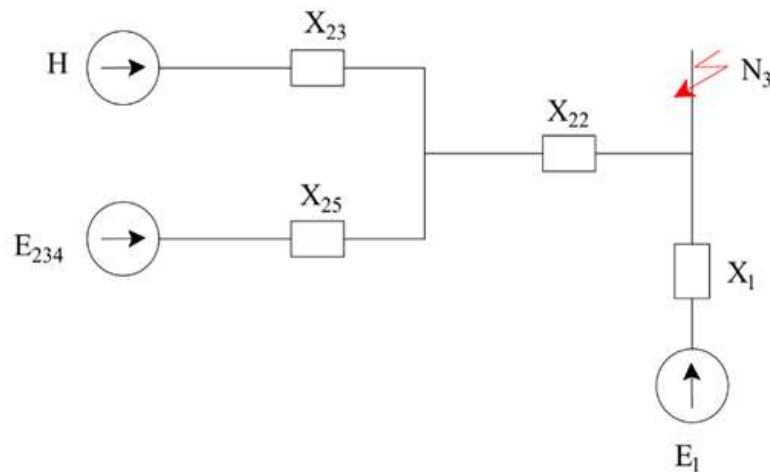
$$X_{24} = X_{17} + X_{21} + \frac{X_{17} \cdot X_{21}}{X_{16}} = 0,326 + 0,179 + \frac{0,326 \cdot 0,179}{0,118} = 1$$

Sơ đồ trở thành:



$$X_{25} = \frac{X_{24} \cdot X_{20}}{X_{24} + X_{20}} = \frac{1 \cdot 0,072}{1 + 0,072} = 0,067$$

Sơ đồ trở thành:

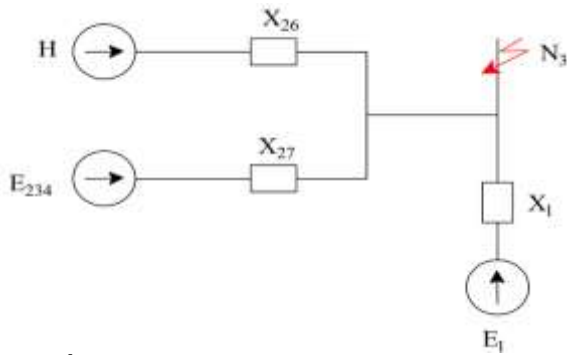


- Biến đổi Y(X_{22}, X_{23}, X_{25}) thành Δ thiếu (X_{26}, X_{27})

$$X_{26} = X_{23} + X_{22} + \frac{X_{23} \cdot X_{22}}{X_{25}} = 0,362 + 0,188 + \frac{0,362 \cdot 0,188}{0,067} = 1,566$$

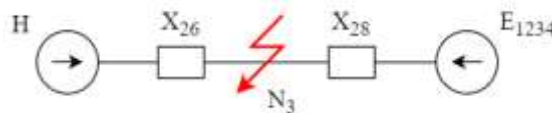
$$X_{27} = X_{25} + X_{22} + \frac{X_{25} \cdot X_{22}}{X_{23}} = 0,067 + 0,188 + \frac{0,067 \cdot 0,188}{0,362} = 0,29$$

Sơ đồ trở thành:



$$X_{28} = \frac{X_{27} \cdot X_1}{X_{27} + X_1} = \frac{0,29 \cdot 0,195}{0,29 + 0,195} = 0,117$$

Sơ đồ trở thành:



- Điện kháng tính toán của máy phát:

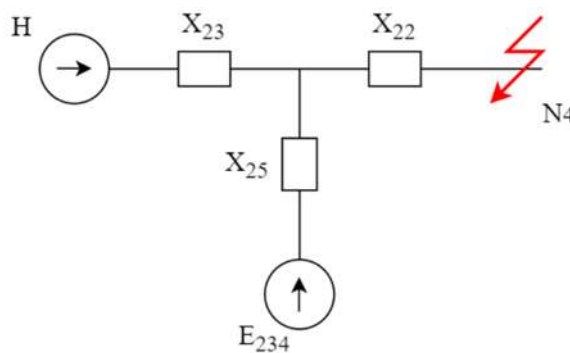
$$X_{ttdm}^* = X_{28} \cdot \frac{\sum S_{dm}}{S_{cb}} = 0,117 \cdot \frac{300}{100} = 0,351$$

- Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_{26}} = \frac{5,499}{1,566} = 3,51 \text{ kA}$$

3.3.4.4. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_4

Khi ngắn mạch tại điểm N_4 , máy biến áp B_1 và máy phát F_1 ngưng hoạt động, ta có thể biến đổi sơ đồ thay thế tương tự như đối với trường hợp ngắn mạch ở N_3 , ta có:

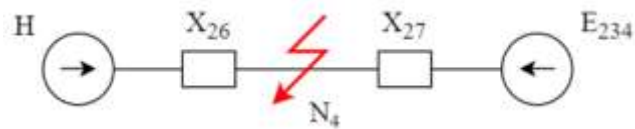


- Biến đổi Y(X_{22}, X_{23}, X_{25}) thành Δ thiếu (X_{26}, X_{27})

$$X_{26} = X_{22} + X_{23} + \frac{X_{22} \cdot X_{23}}{X_{25}} = 0,188 + 0,362 + \frac{0,188 \cdot 0,362}{0,067} = 1,566$$

$$X_{27} = X_{25} + X_{22} + \frac{X_{25} \cdot X_{22}}{X_{23}} = 0,067 + 0,188 + \frac{0,067 \cdot 0,188}{0,362} = 0,29$$

Sơ đồ biến đổi rút gọn cuối cùng:



- Điện kháng tính toán của máy phát:

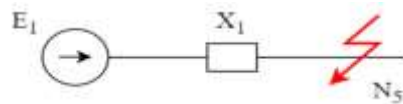
$$X_{ttdm}^* = X_{27} \cdot \frac{\sum S_{dm}}{S_{cb}} = 0,29 \cdot \frac{225}{100} = 0,653$$

- Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_{26}} = \frac{5,499}{1,566} = 3,51 \text{ kA}$$

3.3.4.5. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_5, N_6

Vì máy phát F_1 và F_2 giống nhau nên dòng ngắn mạch tại N_5 và N_6 sẽ giống nhau, ta có thể tính một điểm ngắn mạch, giả sử ta xét điểm ngắn mạch N_5 , ta có sơ đồ thay thế tính toán trong trường hợp này như sau:

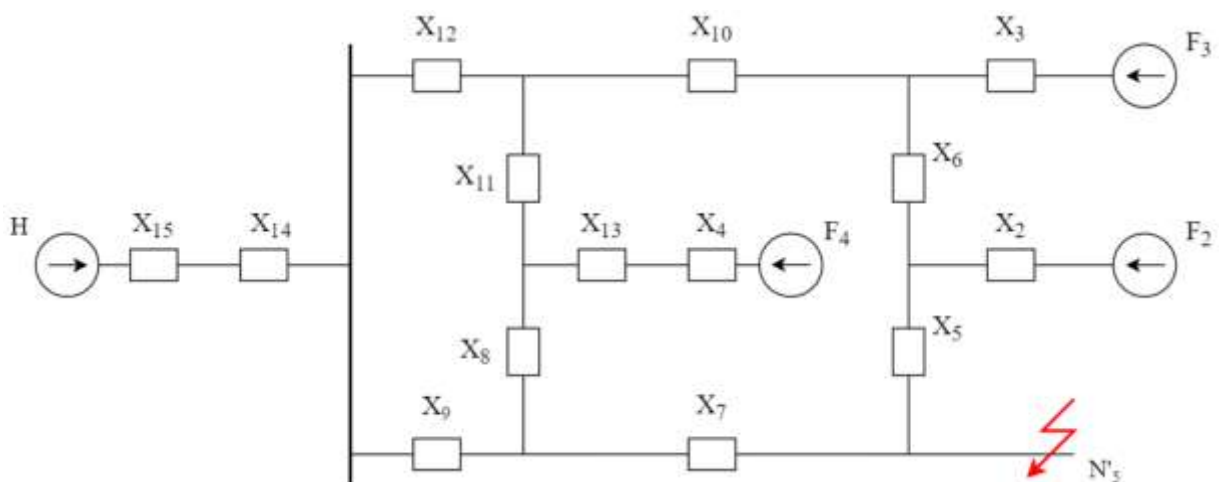


- Điện kháng tính toán của máy phát:

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

3.3.4.6. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_5'

Sơ đồ thay thế tính toán:



$$X_{16} = X_{15} + X_{14} = 0,008 + 0,038 = 0,046$$

$$X_{17} = X_{13} + X_4 = 0,131 + 0,195 = 0,326$$

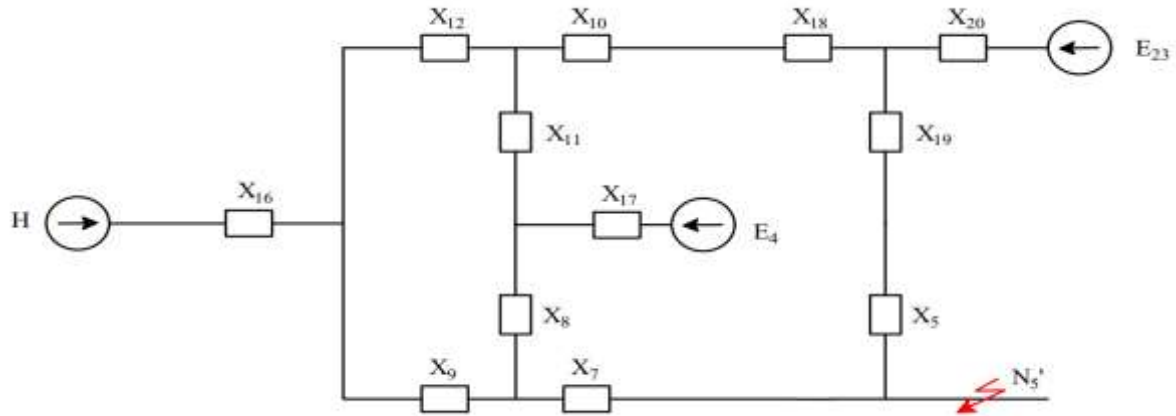
- Biến đổi $\Delta(X_2, X_6, X_3)$ thành $Y(X_{18}, X_{19}, X_{20})$ như sau:

$$X_{18} = \frac{X_3 \cdot X_6}{X_3 + X_2 + X_6} = \frac{0,195 \cdot 0,137}{0,195 + 0,195 + 0,137} = 0,051$$

$$X_{19} = \frac{X_2 \cdot X_6}{X_3 + X_2 + X_6} = \frac{0,195 \cdot 0,137}{0,195 + 0,195 + 0,137} = 0,051$$

$$X_{20} = \frac{X_2 \cdot X_3}{X_3 + X_2 + X_6} = \frac{0,195 \cdot 0,195}{0,195 + 0,195 + 0,137} = 0,072$$

Sơ đồ trở thành:



- Sơ đồ có tính đối xứng nên có thể biến đổi:

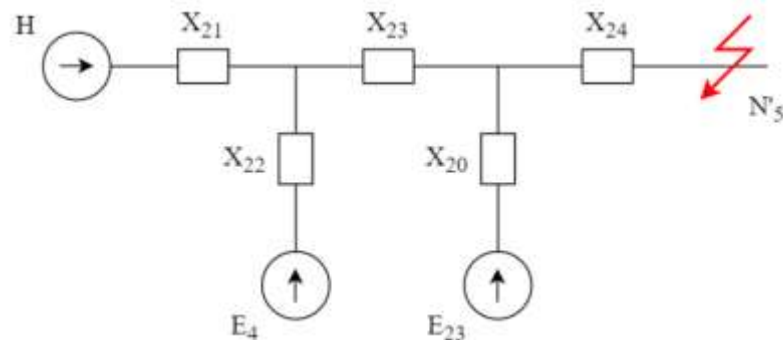
$$X_{21} = X_{16} + \frac{X_{12}}{2} = 0,046 + \frac{0,072}{2} = 0,082$$

$$X_{22} = X_{17} + \frac{X_{11}}{2} = 0,326$$

$$X_{23} = X_{18} + \frac{X_{10}}{2} = 0,051 + \frac{0,128}{2} = 0,115$$

$$X_{24} = X_{19} + X_5 = 0,051 + 0,137 = 0,188$$

Sơ đồ trở thành:



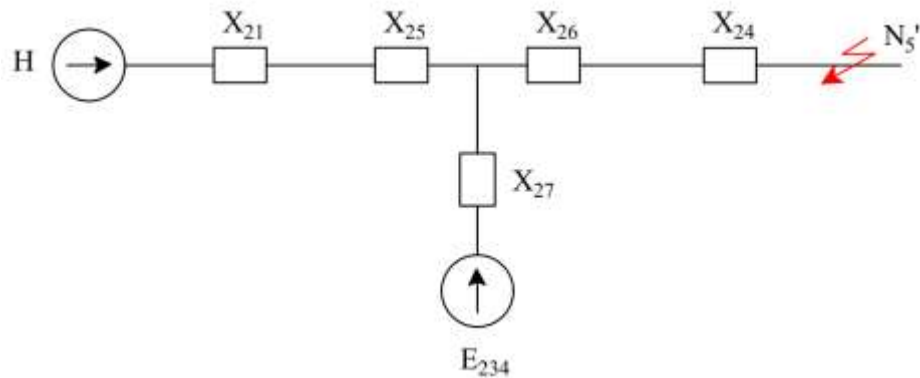
- Biến đổi $\Delta(X_{22}, X_{23}, X_{20})$ thành Y(X_{25}, X_{26}, X_{27}) như sau:

$$X_{25} = \frac{X_{22} \cdot X_{23}}{X_{22} + X_{23} + X_{20}} = \frac{0,326 \cdot 0,115}{0,326 + 0,115 + 0,072} = 0,073$$

$$X_{26} = \frac{X_{20} \cdot X_{23}}{X_{22} + X_{23} + X_{20}} = \frac{0,072 \cdot 0,115}{0,326 + 0,115 + 0,072} = 0,016$$

$$X_{27} = \frac{X_{20} \cdot X_{22}}{X_{22} + X_{23} + X_{20}} = \frac{0,072 \cdot 0,326}{0,326 + 0,115 + 0,072} = 0,046$$

Sơ đồ trở thành:



- Biến đổi Y($X_{21} + X_{25}, X_{27}, X_{26} + X_{24}$) thành Δ thiếu (X_{28}, X_{29})

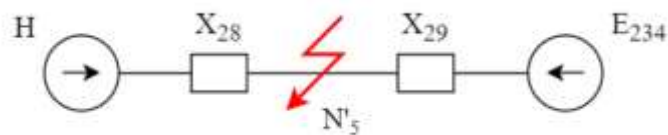
$$X_{28} = X_{21} + X_{25} + X_{26} + X_{24} + \frac{(X_{21} + X_{25}) \cdot (X_{26} + X_{24})}{X_{27}}$$

$$= 0,082 + 0,073 + 0,016 + 0,188 + \frac{(0,082 + 0,073)(0,016 + 0,188)}{0,046} = 1,046$$

$$X_{29} = X_{27} + X_{26} + X_{24} + \frac{X_{27} \cdot (X_{26} + X_{24})}{X_{21} + X_{25}}$$

$$= 0,046 + 0,016 + 0,188 + \frac{0,046 \cdot (0,016 + 0,188)}{0,082 + 0,073} = 0,311$$

Sơ đồ rút gọn cuối cùng:



- Điện kháng tính toán của máy phát:

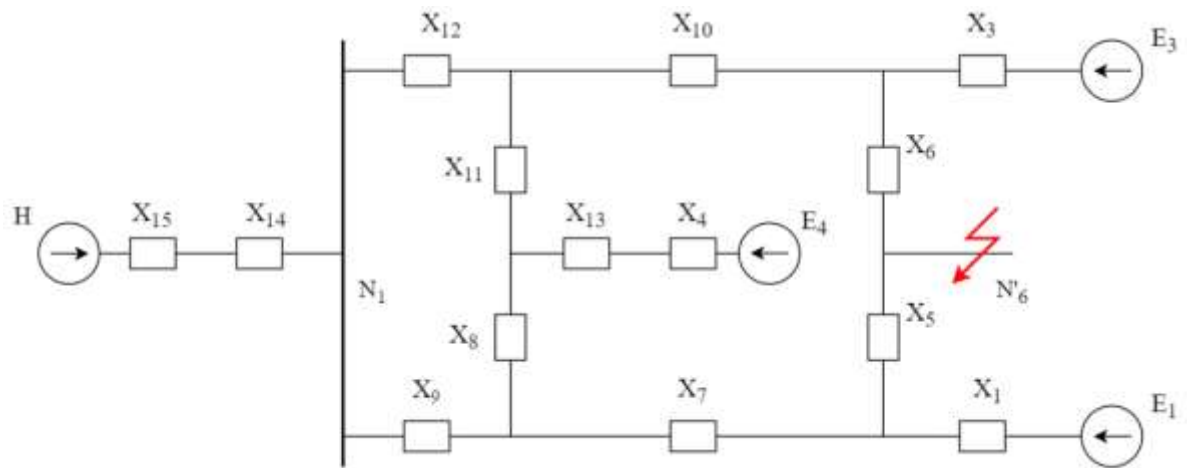
$$X_{\text{ttđm}}^* = X_{29} \cdot \frac{\sum S_{\text{dm}}}{S_{\text{cb}}} = 0,311 \cdot \frac{225}{100} = 0,7$$

- Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{\text{cb}10,5}}{X_{28}} = \frac{5,499}{1,046} = 5,257 \text{ kA}$$

3.3.4.7. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_6'

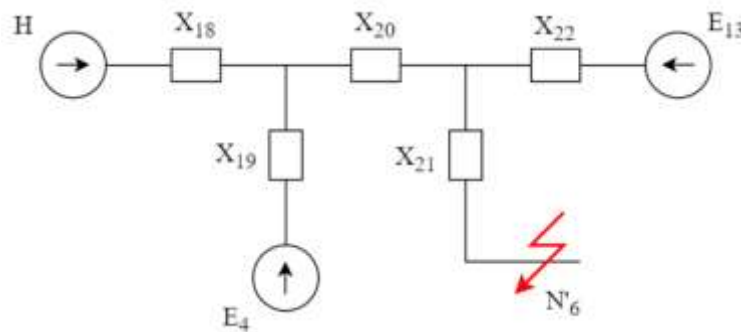
Sơ đồ thay thế tính toán:



$$X_{16} = X_{15} + X_{14} = 0,008 + 0,038 = 0,046$$

$$X_{17} = X_{13} + X_4 = 0,131 + 0,195 = 0,326$$

Căn cứ vào sự đối xứng, biến đổi sơ đồ tương tự như ngắn mạch tại điểm N1, ta có sơ đồ tương đương như sau:

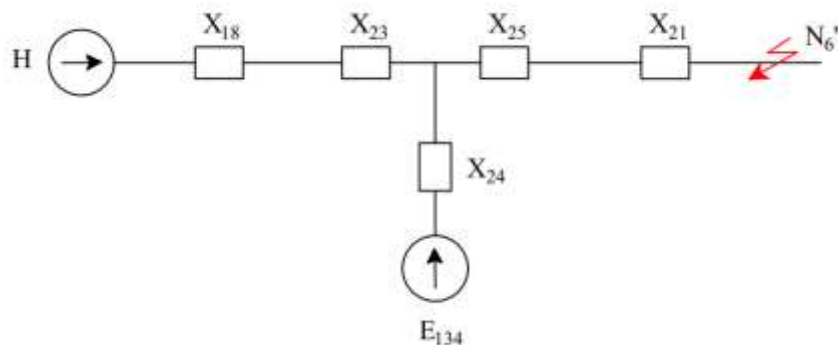


$$X_{18} = X_{16} + \frac{X_{12}}{2} = 0,046 + \frac{0,072}{2} = 0,082$$

$$X_{19} = X_{17} + \frac{X_{11}}{2} = 0,326$$

$$X_{20} = \frac{X_{10}}{2} = \frac{0,128}{2} = 0,064; \quad X_{21} = \frac{X_6}{2} = \frac{0,137}{2} = 0,0685; \quad X_{22} = \frac{X_3}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,0975$$

Tiếp tục biến đổi như sau:



- Biến đổi $\Delta(X_{19}, X_{20}, X_{22})$ thành $Y(X_{23}, X_{24}, X_{25})$ như sau:

$$X_{23} = \frac{X_{19} \cdot X_{20}}{X_{19} + X_{20} + X_{22}} = \frac{0,326 \cdot 0,064}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,043$$

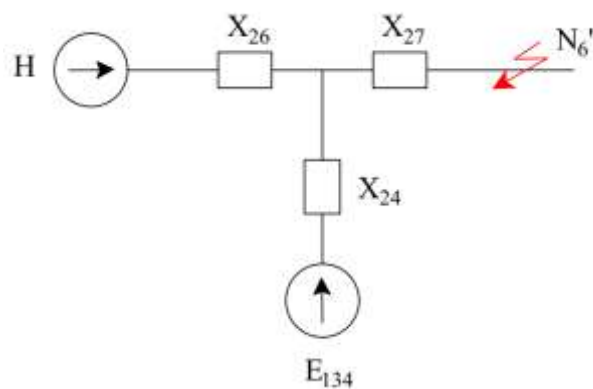
$$X_{24} = \frac{X_{19} \cdot X_{22}}{X_{19} + X_{20} + X_{22}} = \frac{0,326 \cdot 0,0975}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,0652$$

$$X_{25} = \frac{X_{22} \cdot X_{20}}{X_{19} + X_{20} + X_{22}} = \frac{0,0975 \cdot 0,064}{0,326 + 0,064 + 0,0975} = 0,0128$$

$$X_{26} = X_{18} + X_{23} = 0,082 + 0,043 = 0,125$$

$$X_{27} = X_{25} + X_{21} = 0,0128 + 0,0685 = 0,0813$$

- Sơ đồ trở thành:

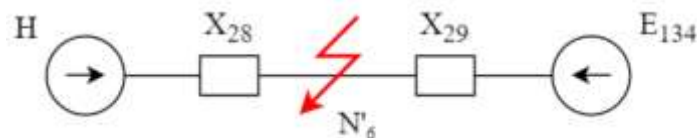


- Biến đổi $Y(X_{24}, X_{26}, X_{27})$ thành Δ thiếu (X_{28}, X_{29})

$$X_{28} = X_{26} + X_{27} + \frac{X_{26} \cdot X_{27}}{X_{24}} = 0,125 + 0,0813 + \frac{0,125 \cdot 0,0813}{0,0652} = 0,362$$

$$X_{29} = X_{24} + X_{27} + \frac{X_{24} \cdot X_{27}}{X_{26}} = 0,0652 + 0,0813 + \frac{0,0652 \cdot 0,0813}{0,125} = 0,189$$

Ta được sơ đồ rút gọn cuối cùng:



- Điện kháng tính toán của máy phát:

$$X_{ttdm}^* = X_{29} \cdot \frac{\sum S_{dm}}{S_{cb}} = 0,189 \cdot \frac{225}{100} = 0,425$$

- Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{cb10,5}}{X_{28}} = \frac{5,499}{0,362} = 15,19 \text{ kA}$$

3.3.4.8. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_7

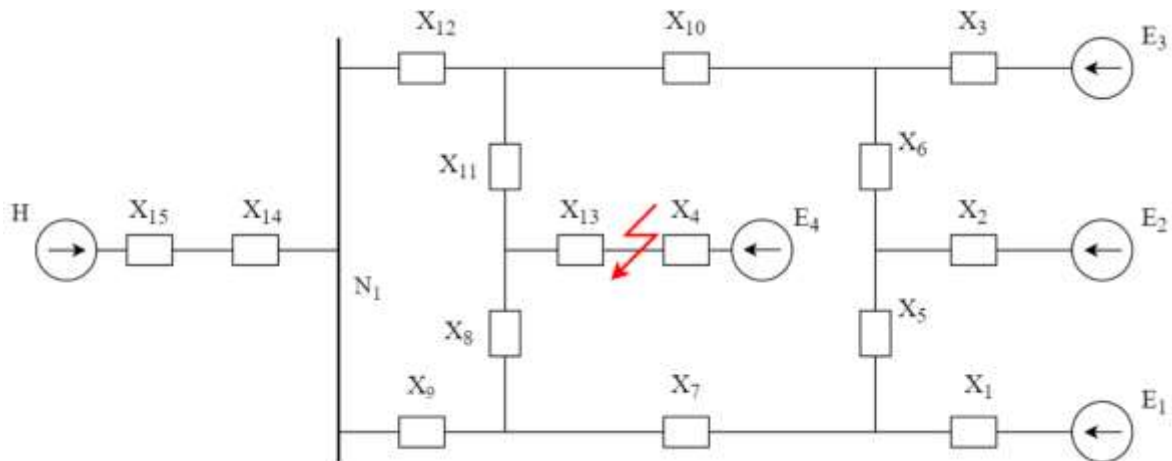
Theo nguyên lý xếp chồng, ta có: $I_{N7} = I_{N5} + I_{N5'}$

3.3.4.9. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_8

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

3.3.4.10. Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N_9

Sơ đồ thay thế tính toán:



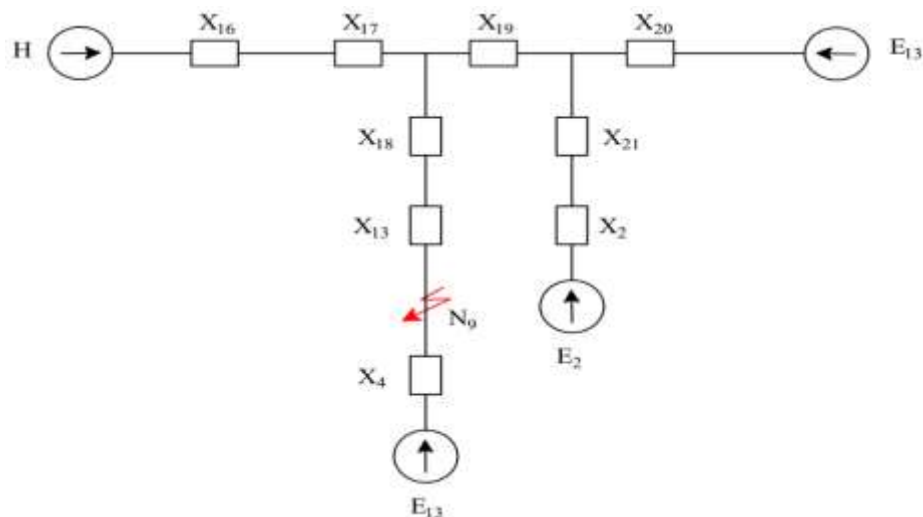
- Sơ đồ có tính đối xứng nên có thể biến đổi:

$$X_{16} = X_{15} + X_{14} = 0,008 + 0,038 = 0,046$$

$$X_{17} = \frac{X_{12}}{2} = \frac{0,072}{2} = 0,036 ; X_{18} = \frac{X_{11}}{2} = 0 ; X_{19} = \frac{X_{10}}{2} = \frac{0,128}{2} = 0,064 ;$$

$$X_{20} = \frac{X_3}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,0975 ; X_{21} = \frac{X_6}{2} = \frac{0,137}{2} = 0,0685$$

Sơ đồ trở thành:



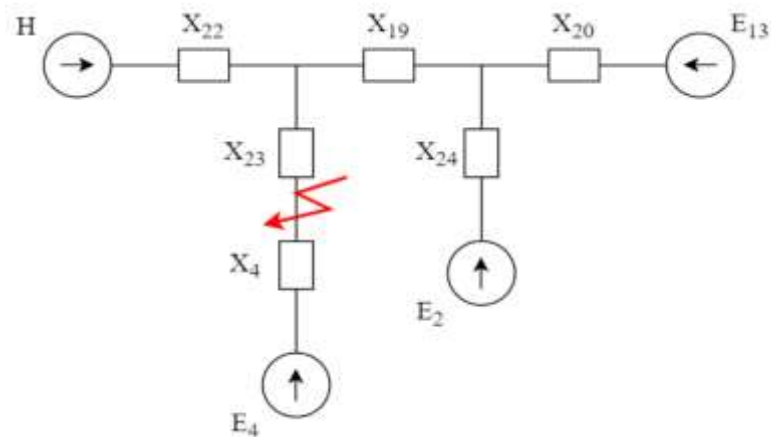
- Tiếp tục biến đổi:

$$X_{22} = X_{16} + X_{17} = 0,046 + 0,036 = 0,082$$

$$X_{23} = X_{18} + X_{13} = 0,131$$

$$X_{24} = X_{21} + X_2 = 0,0685 + 0,195 = 0,2635$$

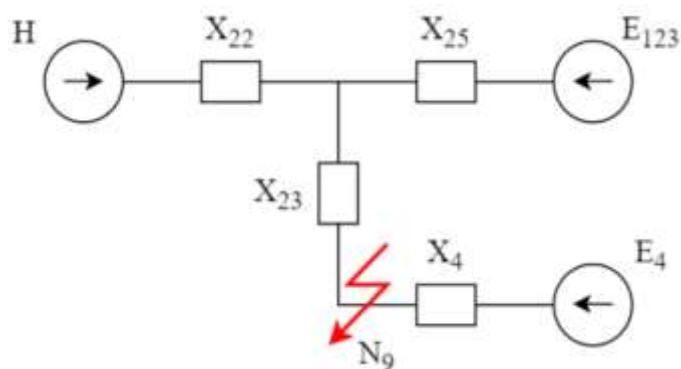
Sơ đồ trở thành:



- Tiếp tục biến đổi:

$$X_{25} = X_{19} + \frac{X_{20} \cdot X_{24}}{X_{20} + X_{24}} = 0,064 + \frac{0,0975 \cdot 0,2635}{0,0975 + 0,2635} = 0,135$$

Sơ đồ trở thành:

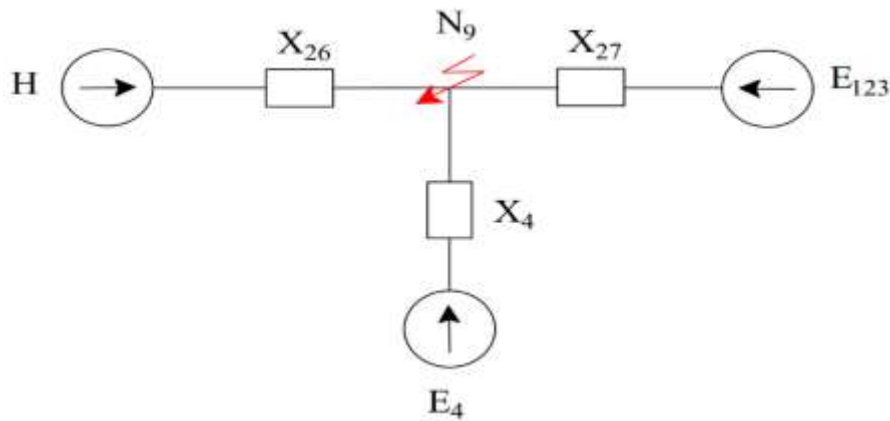


- Biến đổi Y(X_{22}, X_{23}, X_{25}) thành Δ thiếu (X_{26}, X_{27})

$$X_{26} = X_{22} + X_{23} + \frac{X_{22} \cdot X_{23}}{X_{25}} = 0,082 + 0,131 + \frac{0,082 \cdot 0,131}{0,135} = 0,293$$

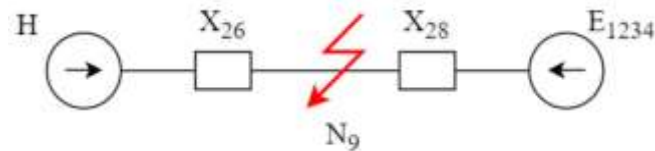
$$X_{27} = X_{25} + X_{23} + \frac{X_{25} \cdot X_{23}}{X_{22}} = 0,135 + 0,131 + \frac{0,135 \cdot 0,131}{0,082} = 0,482$$

Sơ đồ trở thành:



$$X_{28} = \frac{X_{27} \cdot X_4}{X_{27} + X_4} = \frac{0,482 \cdot 0,195}{0,482 + 0,195} = 0,139$$

Sơ đồ rút gọn cuối cùng:



- Điện kháng tính toán của máy phát:

$$X_{tt\text{dm}}^* = X_{28} \cdot \frac{\sum S_{\text{dm}}}{S_{\text{cb}}} = 0,139 \cdot \frac{300}{100} = 0,417$$

- Dòng ngắn mạch do hệ thống cung cấp:

$$I_H = \frac{I_{\text{cb}10,5}}{X_{26}} = \frac{5,499}{0,293} = 18,768 \text{ kA}$$

4.3.4.11. Xác định dòng ngắn mạch của các điểm ngắn mạch

Tra đường cong tính toán ở hình 3.5 trang 44 tài liệu tham khảo [1] ta xác định được bội số dòng ngắn mạch K_0'' , K_∞'' .

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

$$I_0'' = K_0'' \cdot \frac{\sum_1^i S_{\text{dm}Fi}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb}}}$$

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

$$I_\infty'' = K_\infty'' \cdot \frac{\sum_1^3 S_{\text{dm}Fi}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{cb}10,5}}$$

- Dòng ngắn mạch tổng tại điểm N_9 :

$$I_{0Ni}'' = I_0'' + I_H$$

$$I''_{\infty Ni} = I''_{\infty} + I_H$$

- Dòng ngắn mạch xung kích tại điểm N_i (K_{xk}):

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I''_{0Ni}$$

- Giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch xung kích sau chu kì đầu tiên kể từ khi ngắn mạch là:

$$I_{xkNi} = I''_{0Ni} \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{xk} - 1)^2}$$

- Từ đó ta lập được bảng kết quả tính toán ngắn mạch như bảng 3.1

Bảng 3.1: kết quả tính toán ngắn mạch:

Mạch điện	Điểm NM Tính Toán	U_{dm} (kV)	Bội số dòng ngắn mạch		I''_0 (kA)	I''_{∞} (kA)	I''_{0Ni} (kA)	$I''_{\infty Ni}$ (kA)	i_{xki} (kA)	I_{xkNi} (kA)
			K''_0	K''_{∞}						
Cao áp	N_1	220	2,55	2,05	1,92	1,544	7,377	7,001	18,779	11,139
Trung áp	N_2	110	3,6	2,3	5,422	3,464	11,544	9,586	29,386	17,431
Hạ áp MBA	N_3	10,5	2,9	2,15	47,838	35,466	51,348	38,976	130,71	77,534
Phân đoạn	N_4	10,5	1,52	1,56	18,805	19,3	22,315	22,81	56,805	33,695
Máy phát	N_5	10,5	7,2	2,8	-	-	29,692	11,547	75,583	44,834
	$N_{5'}$	10,5	1,43	1,49	17,692	18,434	22,949	23,691	58,419	34,652
	N_6	10,5	7,2	2,8	-	-	29,692	11,547	75,583	44,834
	$N_{6'}$	10,5	2,4	1,98	29,692	24,496	44,882	39,686	114,251	67,77
Tự dùng	N_7	10,5	-	-	-	-	52,641	35,238	134,002	79,486
	N_8	10,5	-	-	-	-	74,574	51,233	189,834	112,604
	N_9	10,5	2,5	2	41,24	32,99	60,008	51,758	152,755	90,61

3.4. Xác định xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch

Xung lượng nhiệt đặc trưng cho lượng nhiệt tỏa ra trong khí cụ điện ứng với thời gian tác động của dòng điện ngắn mạch. Xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch được tính toán chính xác theo biểu thức sau:

$$B_N = \int_0^t i_N^2 dt = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

Trong đó: B_{NCK} là xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch thành phần chu kỳ

$$B_{NCK} = (I''_{\infty Ni})^2 \cdot t_{td}$$

+ $I''_{\infty N}$ là dòng ngắn mạch ổn định

+ t_{td} : là thời gian tương đương thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch,

$$t_{td} = f(\beta'' = \frac{I''_{0N}}{I''_{\infty N}}, t)$$

- Với t là thời gian tồn tại ngắn mạch, có thể lấy ($t = 0,12s$)

- 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. Để tìm ra t_{td}

B_{NKCK} là xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch thành phần không chu kỳ (quá độ);

$$B_{NKCK} = (I''_{0N})^2 \cdot T_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t}{T_a}}\right)$$

T_a : Là hằng số thời gian tương đương của lưới điện, khi $t \geq 0,1s$ thì xem $e^{-\frac{2t}{T_a}} \approx 0$ nên

$$B_{NKCK} = (I''_{0N})^2 \cdot T_a$$

Với $U > 1000 V$ thì $T_a = 0,05 s$

Bảng 3.2 Bảng tổng hợp kết quả tính toán xung lượng nhiệt

Điểm NM	Mạch điện	I''_{0Ni} (kA)	$I''_{\infty Ni}$ (kA)	β''	t_{td} (s)	B_{NCK} (KA) ² .s	B_{NKCK} (KA) ² .s	B_N (KA) ² .s
N ₁	Cao áp	7,377	7,001	1,054	0,11	5,392	2,721	8,133
N ₂	Trung áp	11,554	9,586	1,205	0,16	14,703	6,675	21,378
N ₃	Hạ áp	51,348	38,976	1,317	0,18	273,443	131,831	405,274
N ₄	Phân đoạn	22,315	22,81	0,978	0,08	41,624	24,898	66,522
N ₆ '	Máy phát	44,882	39,686	1,131	0,13	204,747	100,72	305,467
N ₈	Tự dùng	74,574	51,233	1,456	0,2	524,964	278,064	803,028

3.5 Kết luận chương 3.

- Tại chương này, các điểm ngắn mạch điển hình trong nhà máy được xác định và phân tích. Sử dụng phương pháp tính toán ngắn mạch và đường cong tính toán ta đã tính được dòng điện ngắn mạch tại các cấp điện áp và các điểm quan trọng như máy phát, máy biến áp, thanh góp, đường dây. Dữ liệu này phục vụ trực tiếp cho việc lựa chọn thiết bị và cài đặt role bảo vệ, đồng thời kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt và động của thiết bị khi xảy ra sự cố.

CHƯƠNG 4: CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN CHÍNH TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN

4.1. Điều kiện chung để tính chọn

Khí cụ điện và các phần tử có dòng điện chạy qua được chọn dựa vào các đại lượng như sau:

- Chọn kiểu (loại)
- Điện áp định mức
- Dòng làm việc cưỡng bức

Ngoài ra, mỗi khí cụ điện đều có điều kiện riêng của nó. Nếu các thông số chọn lựa thỏa mãn các điều kiện, chúng ta cần kiểm tra lại điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt của các khí cụ điện, nếu không thỏa mãn phải tiến hành tính toán lại.

4.1.1. Khí cụ điện

Việc chọn loại khí cụ điện phải phù hợp với điều kiện riêng của nó. Ngoài ra cần cân nhắc về các yếu tố kỹ thuật – kinh tế để có phương án chọn phù hợp.

4.1.2. Điện áp

Điện áp định mức của các khí cụ điện chủ yếu là do cách điện của nó quyết định. Cách điện của chúng phải chịu được khi làm việc lâu dài với dòng điện, điện áp định mức và lúc xảy ra sự cố. Điều kiện:

$$U_{dmKCD} \geq U_{HT}$$

Với: U_{dmKCD} là điện áp định mức của khí cụ điện

U_{HT} là điện áp định mức cấp đặt khí cụ điện đó

4.1.3. Dòng điện làm việc

Các khí cụ điện được chọn phải đảm bảo điều kiện phát nóng khi có dòng điện chạy qua. Để đảm bảo được điều kiện này thì khí cụ điện phải được lựa chọn theo dòng cưỡng bức: $I_{dmKCD} \geq I_{cb}$

Đối với thanh dẫn và cáp thì dòng I_{cb} là dòng điện lâu dài cho phép nên điều kiện chọn: $I_{cb} \geq I_{lvcp}$

4.1.4. Kiểm tra ổn định nhiệt

Nhiệt độ ảnh hưởng lớn đến khí cụ điện và dây dẫn, nhiệt độ quá cao có thể làm cho thiết bị hư hỏng hoặc vận hành không ổn định. Vì vậy, khí cụ điện và dây dẫn được chọn phải đảm bảo điều kiện ổn định nhiệt độ, không vượt quá giá trị cho phép. Điều kiện kiểm tra: $B_N \geq B_{NH}$

Trong đó:

B_N là xung lượng nhiệt của thiết bị

B_{NH} là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch tính toán

4.1.5. Kiểm tra ổn định động

Khi có dòng ngắn mạch chạy qua các phần tử mạng điện, khí cụ điện, một lực điện động sẽ phát sinh gây ra rung động có thể làm hỏng các thiết bị, nên ta cần phải kiểm tra theo điều kiện: $i_{ddm} \geq i_{xk}$

Trong đó: i_{ddm} là dòng ổn định động của thiết bị được lựa chọn

i_{xk} là dòng ngắn mạch xung kích

4.2 Tính toán dòng điện cường bức

4.2.1. Các mạch phía cao áp 220kV

a. Đường dây liên lạc của hệ thống:

$$I_{bt} = \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{thmax}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{128,52}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 220} = 0,169 \text{ kA}$$

Trong đó: S_{thmax} là công suất thừa lớn nhất nhà máy phát về hệ thống.

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,169 = 0,338 \text{ kA}$$

b. Đường dây kép của phụ tải:

$$I_{bt} = \frac{S_{ptmax}^K}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{P_{ptmax}^K}{2 \cos \varphi_{UC} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{30}{2 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{3} \cdot 220} = 0,046 \text{ kA}$$

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,046 = 0,092 \text{ kA}$$

c. Mạch cao áp máy biến áp liên lạc B1, B2:

Dòng cường bức được tính theo khả năng quá tải của máy biến áp.

$$I_{cb} = \frac{K_{qtsc} \cdot S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{1,2 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,504 \text{ kA}$$

❖ Kết luận: So sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn $I_{cb} = 0,504 \text{ kA}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 220 kV

d. Thanh góp cấp điện áp cao

$$I_{cb} = \frac{K_{qtsc} \cdot S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmC}} = \frac{1,2 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,504 \text{ kA}$$

4.2.2. Các mạch phía trung áp 110kV

a. Đường dây đơn của phụ tải:

$$I_{bt} = \frac{S_{ptmax}^D}{\sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{P_{ptmax}^D}{\cos \varphi_{UT} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{10}{0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 0,066 \text{ kA}$$

b. Đường dây kép của phụ tải:

$$I_{bt} = \frac{S_{ptmax}^D}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{P_{ptmax}^K}{2 \cdot \cos \varphi_{UT} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{20}{2 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 0,066 \text{ kA}$$

Trong đó: S_{thmax} là công suất thừa lớn nhất nhà máy phát về hệ thống.

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 0,066 = 0,132 \text{ kA}$$

c. Mạch trung áp máy biến áp liên lạc B1, B2:

Dòng cường bức được tính sự cố một máy biến áp liên lạc và phụ tải ở phía trung là lớn nhất.

$$I_{cb} = \frac{S_{Tmax}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{79,59}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,418 \text{ kA}$$

❖ Kết luận: So sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn $I_{cb} = 0,418 \text{ kA}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 110 kV

d. Thanh góp cấp điện áp trung:

$$I_{cb} = \frac{K_{qtsc} \cdot S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmT}} = \frac{1,2 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 110} = 1,008 \text{ kA}$$

4.2.3. Các mạch phía hạ 10,5kV

a. Mạch máy phát F1, F2, F3

$$I_{bt} = \frac{S_{dmF}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,124 \text{ kA}$$

$$I_{cb} = 1,05 \cdot I_{bt} = 1,05 \cdot 4,124 = 4,33 \text{ kA}$$

b. Máy biến áp liên lạc

$$I_{bt} = \frac{S_{thmax}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{158,75}{2\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,364 \text{ kA}$$

$$I_{cb} = \frac{S_{B1}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{96}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,28 \text{ kA}$$

Với $S_{B1} = \min\{S_{Hmax}, k_{qt} \cdot k_{cl} \cdot S_{dmB1}\} = \min\{123,46; 96\} = 96 \text{ MVA}$

c. Kháng điện phân đoạn (đã tính ở chương 2)

$$I_{bt} = 1,3 \text{ kA}$$

$$I_{cb} = 3,07 \text{ kA}$$

d. Mạch tự dùng

$$I_{bt} = \frac{S_{tdmax}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{\frac{11,47}{4}}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,158 \text{ kA}$$

e. Mạch máy phát F4

$$I_{bt} = \frac{S_{dmF4}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,124 \text{ kA}$$

$$I_{cb} = \frac{1,05 \cdot S_{dmF4}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = 1,05 \cdot 4,124 = 4,33 \text{ kA}$$

f. Thanh góp

$$I_{bt} = \max\{I_{bti}\} = 4,364 \text{ kA}$$

$$I_{cb} = \max\{I_{cbi}\} = 5,28 \text{ kA}$$

❖ Kết luận: So sánh dòng cường bức trong các trường hợp trên, chọn $I_{cb} = 5,28 \text{ kA}$ để chọn khí cụ điện cho mạch 10,5 kV

4.3. Chọn khí cụ điện và các phần có dòng điện chạy qua cấp điện áp máy phát

4.3.1 Chọn máy cắt và dao cách ly

4.3.1.1 Điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt và dao cách ly

a. Điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt

Máy cắt được chọn và kiểm tra theo các điều kiện sau:

- Loại máy cắt điện
- Điện áp định mức: $U_{dmMC} \geq U_{dmHT}$
- Dòng điện định mức: $I_{dmMC} \geq I_{cb}$
- Dòng cắt định mức: $I_{cdm} \geq I''_{0Ni}$
- Kiểm tra ổn định động: $I_{oddMC} \geq i_{xk}$
- Kiểm tra ổn định nhiệt: $I_{nh}^2 \cdot t_{nh} \geq B_N$

b. Điều kiện chọn và kiểm tra dao cách ly

DCL được chọn và kiểm tra theo các điều kiện sau:

- Loại DCL
- Điện áp định mức: $U_{dmDCL} \geq U_{dmHT}$
- Dòng điện định mức: $I_{dmDCL} \geq I_{cb}$
- Kiểm tra ổn định động: $I_{oddDCL} \geq i_{xk}$
- Kiểm tra ổn định nhiệt: $I_{nh}^2 \cdot t_{nh} \geq B_N$

Với máy cắt và dao cách ly có dòng định mức lớn hơn 1000 A thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt

Theo các điều kiện chọn MC ta chọn được MC có thông số như hình 4.1:

Bảng 4.1: Bảng chọn máy cắt

Mạch tính toán	Điểm NM	Thông số tính toán				Loại máy cắt	Thông số định mức				
		U_{dm} (kV)	I_{cb} (kA)	I''_{0Ni} (kA)	i_{xk} (kA)		U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)	I_{odd} (kA)	I_{nh}/t_{nh} (kA/s)
Hạ áp MBA	N_3	10,5	5,28	45,494	130,71	MГT -10-5000-63Y3	10	5600	63	170	64/4
Máy phát	N_6'	10,5	4,33	44,882	114,251	MГT -10-5000-63Y3	10	5600	63	170	64/4
Phân đoạn	N_4	10,5	3,07	22,315	56,805	MГT -10-3200-45Y3	10	3200	45	120	45/4
Tự dùng	N_8	10,5	0,158	74,574	189,834	MГT -10-5000/1800	10	5000	105	300	70/10

Theo các điều kiện chọn DCL ta chọn được DCL có thông số như hình 4.2:

Bảng 4.2: Bảng chọn DCL:

Mạch tính toán	Điểm NM	Thông số tính toán				Loại dao cách ly	Thông số định mức			
		U_{dm} (kV)	I_{cb} (kA)	I''_{0Ni} (kA)	i_{xk} (kA)		U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{odd} (kA)	I_{nh}/t_{nh} (kA/s)
Hạ áp MBA	N_3	10,5	5,28	45,494	130,71	PBK-20/6000	20	6000	250	75/10
Máy phát	N_6'	10,5	4,33	44,882	114,251	PBK-10/5000	10	5000	200	70/10
Phân đoạn	N_4	10,5	3,07	22,315	56,805	PBK-10/4000	10	4000	200	65/10
Tự dừng	N_8	10,5	0,158	74,574	189,834	PBK-10/3000	10	3000	200	60/10

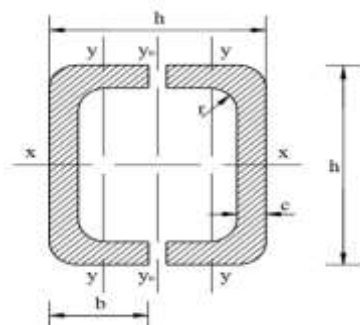
4.3.2. Chọn thanh góp thanh dẫn

4.3.2.1. Chọn thanh góp cấp điện áp máy phát.

- Điều kiện chọn: $I_{cp} > I_{cb} = 5,28$ kA
- Ta chọn thanh dẫn cứng.
- Ta có $I_{cb} = 5,278$ kA > 3000 A nên ta chọn thanh dẫn hình máng nhằm mục đích giảm hiệu ứng mặt ngoài, đồng thời tăng khả năng làm mát.
- Tra bảng phụ lục XII trang 285 của tài liệu tham khảo [1], ta chọn được thanh dẫn đồng có các đặc tính như bảng 4.3:

Bảng 4.3: Bảng thông số thanh góp cấp điện áp máy phát

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cực (mm ²)	Momen trở kháng (cm ²)			Momen quán tính (cm ²)			Dòng điện cho phép cả 2 thanh (A)
h	b	c	r		Một thanh		Hai thanh	Một thanh		Hai thanh	
					W_{x-x}	W_{y-y}	W_{y0-y0}	J_{x-x}	J_{y-y}	J_{y0-y0}	
125	55	6,5	10	1370	50	9,5	100	290,3	36,7	625	5500



Hình 4.1: Tiết diện mặt cắt thanh dẫn hình máng

4.3.2.2. Chọn thanh dẫn từ đầu cực máy phát F_1, F_2, F_3 đến thanh góp cấp điện áp máy phát và từ đầu cực máy phát F_4 đến MBA B_3

- Điều kiện chọn: $I_{cp} > I_{cb} = 4,33 \text{ kA}$

Tra bảng phụ lục XII trang 285 của tài liệu tham khảo [1], ta chọn được thanh dẫn nhôm có các đặc tính như bảng 4.4:

Bảng 4.4: Bảng thông số thanh dẫn đầu cực máy phát

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cực (mm ²)	Momen trở kháng (cm ²)			Momen quán tính (cm ²)			Dòng điện cho phép cả 2 thanh (A)
h	b	c	r		Một thanh		Hai thanh	Một thanh		Hai thanh	
					W_{x-x}	W_{y-y}	W_{y0-y0}	J_{x-x}	J_{y-y}	J_{y0-y0}	
125	55	6,5	10	1370	50	9,5	100	290,3	36,7	625	4640

4.3.2.3. Chọn thanh dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát đến hạ áp máy biến áp liên lạc B_1, B_2

1. Đoạn trong nhà

- Điều kiện chọn: $I_{cp} > I_{cb} = 5,28 \text{ kA}$

Tra bảng phụ lục XII trang 285 của tài liệu tham khảo [1], ta chọn được thanh dẫn đồng có các đặc tính như bảng 4.5:

Bảng 4.5: Bảng thông số thanh dẫn mạch hạ áp máy biến áp

Kích thước (mm)				Tiết diện 1 cực (mm ²)	Momen trở kháng (cm ²)			Momen quán tính (cm ²)			Dòng điện cho phép cả 2 thanh (A)
h	b	c	r		Một thanh		Hai thanh	Một thanh		Hai thanh	
					W_{x-x}	W_{y-y}	W_{y0-y0}	J_{x-x}	J_{y-y}	J_{y0-y0}	
125	55	6,5	10	1370	50	9,5	100	290,3	36,7	625	5500

4.3.2.4. Kiểm tra điều kiện khi chọn thanh dẫn

a. Kiểm tra ổn định nhiệt khi ngắn mạch

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 có ngắn mạch xảy ra trên thanh dẫn.

C: là hệ số phụ thuộc vào vật liệu của thanh dẫn. (vật liệu nhôm $C = 79 \text{ AS}^{1/2} \text{ mm}^2$, vật liệu đồng $C = 171 \text{ AS}^{1/2} \text{ mm}^2$)

$$\Rightarrow S_{\text{chọn}} = 2.1 \geq S_{\min} = \frac{\sqrt{B_{\text{Ni}}'}}{C}$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt.

b. Kiểm tra ổn định động khi ngắn mạch

Ta có ứng suất thanh dẫn là:

$$\sigma_{\text{tt}} = \sigma_1 + \sigma_2$$

Trong đó:

σ_1 là ứng suất do dòng điện các pha tác động với nhau sinh ra.

σ_2 là ứng suất do dòng điện trong hai thanh dẫn cùng pha tác động với nhau sinh ra.

Lực điện động giữa các pha tạo ra là:

$$F_1 = 1,76 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{l}{a} \cdot (i_{\text{XKNi}})^2, \text{ kG}$$

Trong đó:

i_{XKNi} là dòng điện xung kích ngắn mạch ba pha (A) (i_{XKNi})

l_1 là chiều dài một nhịp thanh dẫn, chọn $l_1 = 100 \text{ cm}$

a là khoảng cách giữa các pha thanh dẫn, chọn $a = 40 \text{ cm}$

Momen uốn tác dụng lên thanh dẫn khi số nhịp lớn hơn 2:

$$M_1 = \frac{F_1 \cdot l_1}{10}$$

Momen chống uốn của thanh dẫn:

$$W_1 = W_{y0-y0}$$

Ứng suất trong thanh dẫn σ_1 dưới tác động của momen uốn tại M_1

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_{y0-y0}}$$

Lực tác dụng lên độ dài 1cm của thanh dẫn:

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{(i_{\text{XKNi}})^2}{h}$$

Momen uốn tác động lên thanh dẫn:

$$M_2 = \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12} \text{ kG. cm}$$

Momen chống uốn của tiết diện ngang thanh dẫn

$$W_2 = W_{y-y} \Rightarrow \sigma_2 = \frac{M_2}{W_2}$$

Với điều kiện ổn định động của thanh dẫn, ta có:

$$\sigma_{cp} \geq \sigma_{tt} = \sigma_1 + \sigma_2 \Rightarrow \delta_2 \leq \delta_{cp} - \delta_1$$

$$\Leftrightarrow \frac{f_2 \cdot l_2^2}{12 \cdot W_2} \leq \delta_{cp} - \delta_1 \Rightarrow l_2 \leq \sqrt{\frac{(\delta_{cp} - \delta_1) \cdot 12 \cdot W_2}{f_2}} = l_{2 \max}$$

Ta so sánh nếu $l_{\max} > l_1$ thì thỏa mãn

c. Kiểm tra ổn định động khi xét đến dao động riêng

$$f_r = \frac{3,56}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot 10^6}{S \gamma}}$$

Trong đó: l là độ dài thanh dẫn giữa hai sứ, $l = 100 \text{ cm}$

E là môđun đàn hồi của vật liệu thanh dẫn (môđun đàn hồi tra tài liệu [1] trang 118)

($E_{Al} = 0,65 \cdot 10^6 \text{ kG/cm}^2$), ($E_{Cu} = 1,1 \cdot 10^6 \text{ kG/cm}^2$)

J là momen quán tính của tiết diện thanh dẫn đối với trục thẳng góc với phương uốn (cm^4) ($J = J_{yo-yo}$)

S là tiết diện ngang của thanh dẫn (cm^2) ($S = 2 \cdot l_i$)

γ là khối lượng riêng của vật liệu thanh dẫn.

($\gamma_{Al} = 2,74 \text{ g/cm}^3$), ($\gamma_{Cu} = 8,93 \text{ g/cm}^3$)

Nếu tần số dao động riêng f_r nằm ngoài khoảng (45-55) Hz và (90-100) Hz thì thỏa điều kiện ổn định động khi có xét đến dao động riêng.

Ta lập được bảng kiểm tra điều kiện thanh dẫn:

Bảng 4.6: Bảng kiểm tra điều kiện thanh dẫn

Thanh dẫn	$S_{\min}$ (mm^2)	F_1 (kG)	M_1 (kG. cm)	σ_1 ($\frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}$)	f_2 (kG)	M_2 (kG. cm)	σ_2 ($\frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}$)	$l_{\max}$ (cm)	f_r (Hz)
Thanh dẫn 1	47,697	141,98	1419,8	14,198	1,317	1097,5	115,526	346,346	569,74
Thanh dẫn 2	221,236	574,345	5743,45	57,435	5,326	4438,33	467,193	114,088	828,125
Thanh dẫn 3	117,728	751,745	7517,45	75,175	6,971	5809,17	595,702	147,192	596,74

-Trong đó:

Thanh dẫn 1: Thanh góp cấp điện áp máy phát.

Thanh dẫn 2: Thanh dẫn từ đầu cực máy phát F_1, F_2, F_3 đến thanh góp cấp điện áp máy phát và từ đầu cực máy phát F_4 đến MBA B_3

Thanh dẫn 3: Thanh dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát đến hạ áp máy biến áp liên lạc B_1, B_2

-Kết luận: Các thanh dẫn đã chọn thỏa mãn các điều kiện kiểm tra

2. Chọn thanh dẫn mềm đặt cho đoạn ngoài trời

a) Chọn tiết diện

Điều kiện: $I_{cp} > I_{lvcp} = 5,8 \text{ kA}$

Ta chọn bộ dây dẫn mềm bằng nhôm có các thông số sau:

+ 5 dây dẫn AC-700/86 có dòng cho phép 1 dây là: $I_{cpl} = 1220 \text{ A}$

+ Dòng cho phép của bộ dây là: $I_{cp\Sigma} = 5.1220 = 6100 \text{ A}$

b) Kiểm tra ổn định nhiệt khi ngắn mạch

- Điều kiện: $S_{chọn} \geq S_{min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$

Ta có: $B_N = B_{N3} = 405,274 \text{ (kA}^2.\text{s)}$

$$C_{cu} = 88 \text{ A}^2\text{s mm}^2$$

$$\Rightarrow S_{min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C} = \frac{\sqrt{405,274}}{88} \cdot 10^3 = 228,766 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Do đó: $S_{chọn} = 5.700 = 3500 \text{ (mm}^2\text{)} > S_{min} = 228,766 \text{ mm}^2$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt khi ngắn mạch.

c) Kiểm tra ổn định động

-Đối với các thiết bị phân phối ngoài trời khoảng cách giữa các pha lớn nên lực động điện bé nên không cần kiểm tra ổn định động.

4.3.3. Chọn sứ

Sứ là khí cụ điện dùng để giữ các dây dẫn trần. Do vậy, sứ phải chịu được điện áp lớn nhất có thể đặt lên dây dẫn, phải chịu đựng được tác động cơ học và nhiệt học của dòng điện khi làm việc lâu dài cũng như khi ngắn mạch, đồng thời phải chịu được tác động của môi trường.

4.3.3.1 Điều kiện chọn và kiểm tra

Sứ đỡ được chọn theo các điều kiện sau:

- Loại sứ: sứ được đặt trong nhà hay ngoài trời
- Điện áp: $U_{dms} \geq U_{dmHT}$
- Kiểm tra điều kiện ổn định động

$$F_{tt} \leq F_{cp} = 0,6F_{ph}$$

Trong đó: F_{cp} : lực cho phép tác dụng lên đầu sứ.

F_{ph} : lực phá hoại định mức của sứ

F_{tt} : Lực tính toán đẳng trị quy đổi về đầu sứ

$$F_{tt} = F_1 \cdot \frac{H'}{H} = F_1 \cdot \frac{H + \frac{h}{2}}{H}$$

Với: F_1 : là lực tính toán trên khoảng vượt thanh dẫn, kG

H' : chiều cao của trọng tâm thanh dẫn

H : Chiều cao của sứ

h : chiều cao thanh dẫn

4.3.3.2. Sứ đỡ thanh góp cấp điện máy phát

Ta có: $F_1 = 141,98 \text{ kG}$

$h = 125 \text{ mm}$

Chọn loại sứ có các thông số như bảng 4.7:

Bảng 4.7: Bảng chọn sứ thanh dẫn cấp điện 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		
OΦ-10-750Y3	10	47	750	120

Vậy

$$F_{tt} = 141,98 \cdot \left(\frac{120 + \frac{125}{2}}{120} \right) = 215,928 \text{ kG}$$

$$F_{cp} = 0,6F_{ph} = 0,6.375 = 450 \text{ kG}$$

Vậy $F_{tt} < F_{cp} \Rightarrow$ thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

4.3.3.3. Chọn sứ đỡ thanh dẫn từ đầu cực máy phát F_1, F_2, F_3 đến thanh góp cấp điện áp máy phát và từ đầu cực máy phát F_4 đến MBA B_3

Ta có: $F_1 = 574,345 \text{ kG}$

$h = 125 \text{ mm}$

Chọn loại sứ có các thông số như bảng 4.8:

Bảng 4.8: Bảng chọn sứ cho thanh dẫn đầu cực 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		
OΦ-10-2000Y3	10	47	2000	134

Vậy

$$F_{tt} = 574,345 \cdot \left(\frac{134 + \frac{125}{2}}{134} \right) = 842,23 \text{ kG}$$

$$F_{cp} = 0,6F_{ph} = 0,6 \cdot 2000 = 1200 \text{ kG}$$

Vậy $F_{tt} < F_{cp} \Rightarrow$ thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

4.3.3.4. Sứ đỡ thanh dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát đến hạ áp máy biến áp liên lạc B_1, B_2

Ta có: $F_1 = 751,745 \text{ kG}$

$h = 125 \text{ mm}$

Chọn loại sứ có các thông số như bảng 4.9:

Bảng 4.9: Bảng chọn sứ cho thanh dẫn mạch hạ áp máy biến áp

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-10-2000Y3	10	47	2000	134

Vậy

$$F_{tt} = 751,745 \cdot \left(\frac{134 + \frac{125}{2}}{134} \right) = 1102,372 \text{ kG}$$

$$F_{cp} = 0,6F_{ph} = 0,6.2000 = 1200 \text{ kG}$$

Vậy $F_{tt} < F_{cp} \Rightarrow$ thỏa mãn yêu cầu ổn định động.

4.3.3.5 Chọn sứ xuyên

Với sứ xuyên khi chọn ta dựa vào các điều kiện:

- Điện áp: $U_{dms} \geq U_{dmHT} = 10,5 \text{ kV}$
- Dòng điện: $I_{dms} \geq I_{lvcp} = 5,8 \text{ kA}$

Vậy ta chọn sứ xuyên cho thanh dẫn như bảng 4.10:

Bảng 4.10: Bảng chọn 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	2000

4.4. Chọn cáp cho đường dây cấp điện áp máy phát:

- Ta chọn 1 phần cáp dẫn từ thanh góp cấp điện áp máy phát ra đến ngoài nhà máy (khoảng 200m).
- Ta chọn cáp đồng 3 lõi, cách điện bằng giấy tẩm dầu, đặt trong không khí.
- Điện áp định mức: $U_{dm \text{ cáp}} \geq U_{HT} = 10,5 \text{ kV}$
- Tiết diện cáp chọn theo mật độ dòng kinh tế:

$$S_{kt} = \frac{I_{bt}}{J_{kt}}$$

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } T_{\max} &= \frac{\sum P_i \cdot \Delta t_i}{\sum P_{\max}} = \frac{365}{82,35} \cdot (74,12.6 + 65,88.6 + 82,35.8 + 57,65.4) \\ &= 7665 \text{ (h)} \end{aligned}$$

-Tra sách tài liệu hướng dẫn [1] trang 56 đối với cáp cách điện bằng giấy, lõi đồng thì ta chọn $J_{kt} = 2 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

+ Đối với đường dây kép:

$$I_{bt} = \frac{P_K \cdot 10^3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{15 \cdot 10^3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 485,168 \text{ A}$$

$$I_{cb} = 2 \cdot I_{bt} = 2 \cdot 485,168 = 970,336 \text{ A}$$

$$\Rightarrow S_{kt} = \frac{I_{bt}}{J_{kt}} = \frac{485,168}{2} = 242,584 \text{ mm}^2$$

+ Đối với đường dây đơn:

$$I_{bt} = \frac{P_D \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 323,446 \text{ A}$$

$$\Rightarrow S_{kt} = \frac{I_{bt}}{j_{kt}} = \frac{323,446}{2} = 161,723 \text{ mm}^2$$

Theo kinh nghiệm thì khi $S_{kt} \geq 150 \text{ mm}^2$ thì số cáp kinh tế được xác định bởi:

$$n_{bt}^K = \frac{S_{kt}^K}{150} = \frac{242,584}{150} = 1,617$$

$$n_{bt}^D = \frac{S_{kt}^D}{150} = \frac{161,723}{150} = 1,078$$

Vậy ta chọn 3 sợi cáp đồng làm việc song song; Tra ở tài liệu [1], cáp đồng tiết diện 150 mm^2 có $I_{cp} = 355 \text{ A}$.

4.4.1. Kiểm tra cáp theo điều kiện phát nóng lâu dài:

-Kiểm tra điều kiện phát nóng của cáp khi làm việc bình thường:

$$K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} \geq I_{bt}$$

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 đường dây kép:

$$I_{bt} = 485,168 \text{ A}$$

$$I'_{cp} = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 355 = 958,5 \geq I_{bt} = 485,168 \text{ A}$$

Vậy cáp đã chọn thỏa mãn điều kiện phát nóng của cáp khi làm việc bình thường.

-Kiểm tra điều kiện phát nóng của cáp khi làm việc cường bức:

Khi sự cố cáp có thể cho phép quá tải 130% trong thời gian không quá 5 ngày đêm.

Điều kiện:

$$1,3 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I_{cp} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 355 = 1246,05 \text{ A} > I_{cb} = 2 \cdot 485,168 = 970,336 \text{ A}$$

Vậy cáp đã chọn thỏa mãn điều kiện phát nóng khi làm việc cường bức.

4.4.2. Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt của cáp:

Điều kiện này sẽ được kiểm tra sau khi chọn kháng điện đường dây.

4.5. Chọn cuộn dập hồ quang

Với cấp điện áp máy phát 10,5 kV thì xảy ra chạm đất 1 pha vẫn cho phép làm việc bình thường nhưng dòng điện dung sẽ lớn làm phát sinh hồ quang có thể đốt cháy khí cụ điện ở chỗ chạm đất. Mặt khác dòng điện dung sẽ lớn dẫn đến quá áp trong mạng điện, điện áp pha sẽ tăng lên (2,5-3) điện áp pha định mức.

Theo quy trình kỹ thuật thì mạng điện có thể làm việc với trung tính cách điện đối với đất nếu dòng chạm đất một pha đối với mạng 10,5 kV là $I_C = (20 \div 30)A$. Vậy nếu dòng cắt $I_C > 30 A$ thì khi chạm đất 1 pha ta phải đặt cuộn dập hồ quang.

4.5.1. Điều kiện chọn

Cuộn dập hồ quang được chọn theo điều kiện sau:

$$U_{dm} \geq U_{ph}.$$

$$Q \geq Q_{tt} = n.I_C.U_{ph}.$$

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:

$$I_C = \frac{U_d.l_{\Sigma k}}{350} [A].$$

- Đối với đường dây cáp:

$$I_C = \frac{U_d.l_{\Sigma k}}{10} [A].$$

Với l_{Σ} là tổng chiều dài của đường dây.

4.5.2. Chọn cuộn dập hồ quang cho mạng cấp điện áp máy phát 10,5 kV:

Phụ tải cấp điện áp máy phát gồm:

4 đường dây kép x15 MW dài 10 km.

2 đường dây đơn x5 MW dài 6 km.

Tổng chiều dài đường dây:

$$l_{\Sigma} = 4.2.10 + 2.6 = 92 \text{ km.}$$

Cáp chọn đặt dưới đất có thể lấy bằng 0,2km nên ta có tổng chiều dài cáp:

$$l_C = 4.2.0,2 + 2.0,2 = 2 \text{ km.}$$

Tổng chiều dài đường dây trên không:

$$l_k = l_{\Sigma} - l_C = 92 - 2 = 90 \text{ km.}$$

Dòng dung dẫn của đường dây trên không:

$$I_C^k = \frac{U_d.l_k}{350} = \frac{10,5.90}{350} = 2,7 \text{ A.}$$

Dòng dung dẫn của cáp:

$$I_c^C = \frac{U_d \cdot I_c}{10} = \frac{10,5 \cdot 2}{10} = 2,1 \text{ A.}$$

Dòng dung dẫn của đường dây phụ tải cấp điện áp máy phát:

$$I_c = I_c^k + I_c^C = 2,7 + 2,1 = 4,8 \text{ A.}$$

Ta thấy, $I_c < 30\text{A}$ nên không cần phải chọn cuộn dây hồ quang ở mạng 10,5 kV.

4.6. Chọn kháng điện

4.6.1. Chọn kháng điện phân đoạn

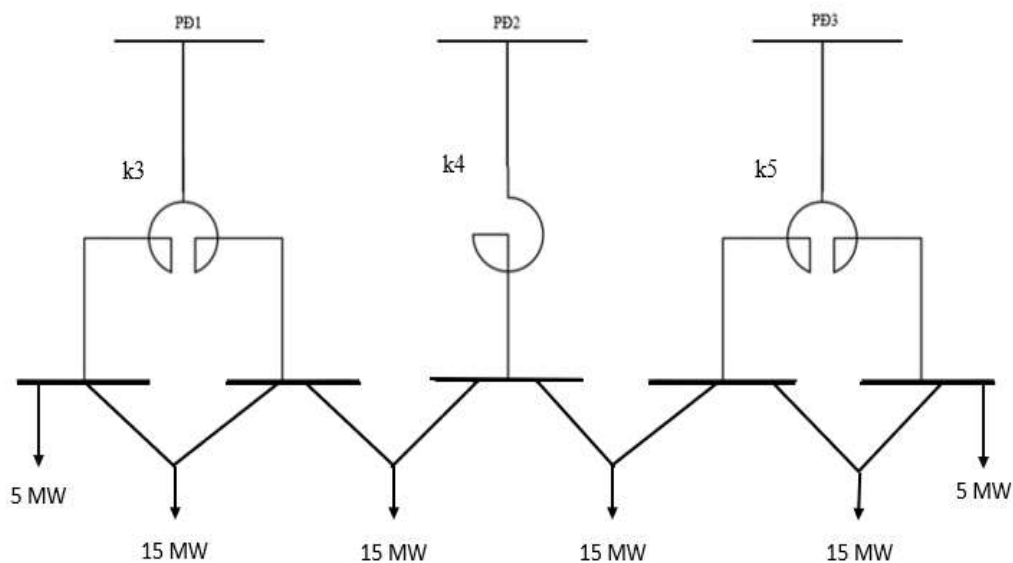
Kháng điện đã được chọn sơ bộ ở chương 2, căn cứ vào tính toán ngắn mạch ở chương 3, ta kiểm tra lại kháng điện phân đoạn.

- Kiểm tra ổn định động: $I_{ddm} = 58 \text{ kA} > i_{xkN4} = 55,18 \text{ kA}$

- Kiểm tra ổn định nhiệt: $I_{nhdm}^2 \cdot t_{nhdm} = 42^2 = 1764 \text{ kA} > 47,38 \text{ kA} (t_{nhdm} = 1)$

4.6.2. Chọn kháng điện đường dây

Kháng điện đường dây được lắp đặt nối tiếp vào đường dây để hạn chế dòng ngắn mạch nhỏ hơn hoặc bằng 20kA để có thể chọn được máy cắt hợp bộ cho các đường dây.



Ta có bảng phân bố công suất phụ tải máy phát trong các trạng thái làm việc như sau:

Trạng thái	K3		K4	K5	
	nh1	nh2		nh1	nh2
Bình thường	12,5	15	15	15	12,5
Sự cố K3	0	0	22,5	15	12,5
Sự cố K4	12,5	22,5	0	22,5	12,5
Sự cố K5	12,5	15	22,5	0	0

Dòng điện làm việc bình thường qua kháng điện K_{31} , K_{31} , K_4 , K_{51} và K_{52}

$$I_{K31}^{bt} = I_{K52}^{bt} = \frac{P_{K3}^{bt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmk} \cdot \cos \varphi} = \frac{12,5}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 0,809 \text{ (kA)}$$

$$I_{K32}^{bt} = I_{K4}^{bt} = I_{K51}^{bt} = \frac{P_{K4}^{bt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmk} \cdot \cos \varphi} = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 0,97 \text{ (kA)}$$

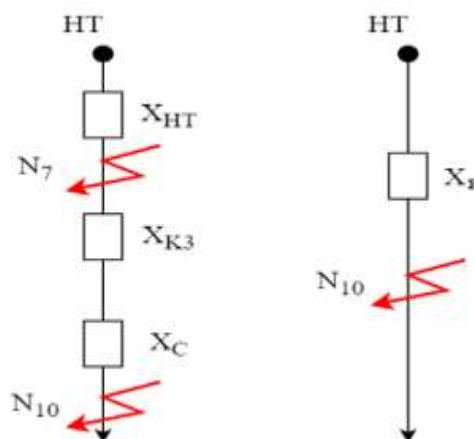
Dòng điện làm việc cường bức qua kháng điện K_3 , K_5 , K_4

$$I_{k32}^{cb} = I_{k4}^{cb} = I_{k51}^{cb} = \frac{P_{K3}^{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmk} \cdot \cos \varphi} = \frac{22,5}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 1,456 \text{ (kA)}$$

$$I_{k31}^{cb} = I_{k52}^{cb} = \frac{P_{K3}^{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmk} \cdot \cos \varphi} = \frac{12,5}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,85} = 0,809 \text{ (kA)}$$

Tra tài liệu tham khảo [1] ta chọn được:

- Kháng điện cho K_3 , K_5 là kháng điện kép loại: PbAC-10-2x1500- $X_k\%$
- Kháng điện cho K_4 : PbA -10 - 1500 - $X_k\%$
- Xác định $X_{k3}\%$, $X_{k5}\%$



Dòng điện ổn định nhiệt của cáp:

$$I_{nhc} = \frac{S_c \cdot C}{\sqrt{t_c}} = \frac{150 \cdot 141}{1} = 21,15 \text{ (A)}$$

Trong đó: S_c là tiết diện của cáp (mm^2).

C là hệ số phụ thuộc vào vật liệu (cáp lõi đồng $C_{Cu} = 141$, đối với cáp lõi nhôm $C_{Al} = 90$).

$t_c = 1 \text{ (s)}$ là thời gian cắt của máy cắt (bao gồm thời gian tác động của bảo vệ rơle) (s).

Để đơn giản trong tính toán và chọn thiết bị, có thể không quan tâm đến I_{nhc} , thay vào đó ta chỉ quan tâm đến $I_{N10} \leq I_{cdm} = 20 \text{ kA}$

- Chọn giá trị cơ bản: $S_{cb} = 100 \text{ MVA}$, $U_{cb} = 10,5 \text{ kV}$

$$\Rightarrow I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,499 \text{ kA}$$

- Điện kháng của hệ thống:

$$X_{HT} = \frac{I_{cb}}{I_{N7}} = \frac{5,499}{52,641} = 0,104$$

- Điện kháng tổng:

$$X_{\Sigma} = X_{HT} + X_{K3} = \frac{I_{cb}}{I_{N10}} = \frac{5,499}{20} = 0,275$$

Điện kháng của kháng điện:

$$X_{K3} = X_{\Sigma} - X_{HT} = 0,275 - 0,104 = 0,171$$

Quy điện kháng tương đối cơ bản về điện kháng phần trăm, ta có:

$$X_{K3} \% = X_{K3} \cdot \frac{I_{dmK3}}{I_{cb}} = 0,171 \cdot \frac{1,5}{5,499} \cdot 100 = 4,664 \%$$

Từ đó, ta có thể chọn được kháng điện có thông số được biểu diễn như sau:

Loại kháng điện	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	$X_K \%$	X_K (Ω)	ΔP_{dm} /1pha (kW)	I_{odd} (kA)	I_{nhdm} (kA)	Hệ số k
PbAC-10-2x1500-6	10	1500	10	0,41	20,6	53	42	0,62

* Xác định lại dòng ngắn mạch N10

-Tính lại điện kháng của kháng điện:

$$X_{K3} = X_{K3} \% \cdot \frac{I_{cb}}{I_{dmK3}} = 0,06 \cdot \frac{5,499}{1,5} = 0,22$$

Dòng ngắn mạch tại điểm N10:

$$I_{N10} = \frac{I_{cb}}{X_{HT} + X_{K3}} = \frac{5,499}{0,11 + 0,22} = 16,664 < 20 \text{ kA}$$

* Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp

Chế độ làm việc bình thường:

$$\begin{aligned} \Delta U_{bt}^{K3} \% = \Delta U_{bt}^{K5} \% &= X_{K5} \% \cdot \frac{I_{bt}^{K51} - k \cdot I_{cb}^{K52}}{I_{dmK5}} \cdot \sin \varphi = 6 \cdot \frac{0,97 - 0,62 \cdot 0,809}{1,5} \cdot 0,527 \\ &= 0,987 \% \end{aligned}$$

$$\Delta U_{bt}^{cp} \% = 2 \% > \Delta U_{bt}^{K3} \% = 0,987 \%$$

Chế độ làm việc cường bức:

$$\Delta U_{cb}^{K3\%} = \Delta U_{cb}^{K5\%} = X_{K5}\% \cdot \frac{I_{cb}^{K51} - k \cdot I_{cb}^{K52}}{I_{dmK5}} \cdot \sin\varphi = 6 \cdot \frac{1,456 - 0,62 \cdot 0,809}{1,5} \cdot 0,527$$

$$= 2,012 \%$$

$$\Delta U_{cb}^{cp\%} = 5\% > \Delta U_{bt}^{K3\%} = 2,012 \%$$

Vậy kháng điện được chọn thỏa điều kiện ổn tồn thất điện áp

* Kiểm tra điện áp dư trên thanh góp khi ngắn mạch sau kháng điện K3

$$U_{du}\% = X_{K3}\% \cdot \frac{I_{N10}}{I_{dmK3}} = 6 \cdot \frac{16,664}{1,5} = 66,656\% > U_{ducp}\% = 60\%$$

Vậy kháng điện được chọn thỏa điều kiện này.

* Kiểm tra ổn định động:

$$i_{xkN10} \leq i_{odd}$$

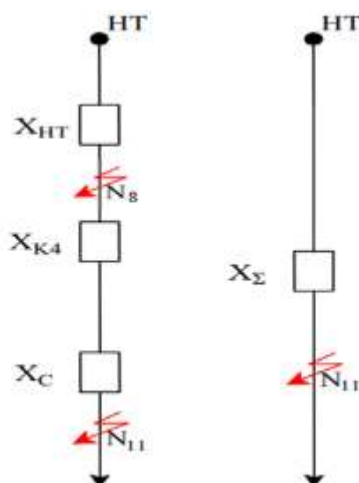
$$i_{odd} = 53 \text{ kA} > i_{xkN10} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{N10} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 16,664 = 42,42 \text{ kA}$$

Vậy kháng điện được chọn thỏa điều kiện ổn định động.

* Kiểm tra ổn định nhiệt

Vì kháng điện đã chọn có $I_{dm} > 1000A$ nên không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

- Xác định $X_{K4}\%$



Dòng điện ổn định nhiệt của cáp:

$$I_{nhc} = \frac{S_c \cdot C}{\sqrt{t_c}}$$

Trong đó: S_c là tiết diện của cáp (mm^2).

C là hệ số phụ thuộc vào vật liệu (cáp lõi đồng $C_{Cu} = 141$, đối với cáp lõi nhôm $C_{Al} = 90$).

t_c là thời gian cắt của máy cắt (bao gồm thời gian tác động của bảo vệ rơle) (s).

Để đơn giản trong tính toán và chọn thiết bị, có thể không quan tâm đến I_{nhc} , thay vào đó ta chỉ quan tâm đến $I_{N10} \leq I_{cdm} = 20 \text{ kA}$

- Chọn giá trị cơ bản: $S_{cb} = 100 \text{ MVA}$, $U_{cb} = 10,5 \text{ kV}$

$$\Rightarrow I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,499 \text{ kA}$$

- Điện kháng của hệ thống:

$$X_{HT} = \frac{I_{cb}}{I_{N8}} = \frac{5,499}{74,574} = 0,074$$

- Điện kháng tổng:

$$X_{\Sigma} = X_{HT} + X_{K4} = \frac{I_{cb}}{I_{N11}} = \frac{5,499}{20} = 0,27$$

Điện kháng của kháng điện:

$$X_{K4} = X_{\Sigma} - X_{HT} = 0,27 - 0,074 = 0,196$$

Quy điện kháng tương đối cơ bản về điện kháng phần trăm, ta có:

$$X_{K4} \% = X_{K4} \cdot \frac{I_{dmK4}}{I_{cb}} = 0,196 \cdot \frac{1,5}{5,499} \cdot 100 = 5,346 \%$$

Bảng 4.11: Chọn được kháng điện có thông số được biểu diễn như sau:

Loại kháng điện	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	$X_K\%$	X_K (Ω)	$\Delta P_{dm}/1\text{pha}$ (kW)	I_{odd} (kA)	I_{nhdm} (kA)
PbA-10- 1500-6	10	1500	6	0,35	10,5	53	42

* Xác định lại dòng ngắn mạch N10

- Tính lại điện kháng của kháng điện:

$$X_{K4} = X_{K4} \% \cdot \frac{I_{cb}}{I_{dmK3}} = 0,06 \cdot \frac{5,499}{1,5} = 0,22$$

Dòng ngắn mạch tại điểm N10:

$$I_{N11} = \frac{I_{cb}}{X_{HT} + X_{K4}} = \frac{5,499}{0,08 + 0,22} = 18,33 < 20 \text{ kA}$$

* Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp

Chế độ làm việc bình thường:

$$\Delta U_{bt}^{K4} \% = X_{K4} \% \cdot \frac{I_{bt}^{K4}}{I_{dmK3}} \cdot \sin \varphi = 6 \cdot \frac{0,97}{1,5} \cdot 0,527 = 2 \%$$

$$\Delta U_{bt}^{cp} \% = 2\% \geq \Delta U_{bt}^{K4} \% = 2\%$$

Chế độ làm việc cưỡng bức:

$$\Delta U_{cb}^{K4} \% = X_{K4} \% \cdot \frac{I_{bt}^{K4}}{I_{dmK4}} \cdot \sin \varphi = 6 \cdot \frac{1,456}{1,5} \cdot 0,527 = 3,07\%$$

$$\Delta U_{cb}^{cp} \% = 5\% > \Delta U_{bt}^{K4} \% = 3,07\%$$

Vậy kháng điện được chọn thỏa điều kiện ổn tồn thất điện áp

* Kiểm tra điện áp dư trên thanh góp khi ngắn mạch sau kháng điện K4

$$U_{du} \% = X_{K4} \% \cdot \frac{I_{N11}}{I_{dmK4}} = 6 \cdot \frac{18,33}{2,5} = 73,32\% > U_{duc} \% = 60\%$$

Vậy kháng điện được chọn thỏa điều kiện này

* Kiểm tra ổn định động:

$$i_{xkN11} \leq i_{odd}$$

$$i_{odd} = 53 \text{ kA} > i_{xkN11} = \sqrt{2} \cdot K_{xk} \cdot I_{N11} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 18,33 = 46,67 \text{ kA}$$

Vậy kháng điện được chọn thỏa điều kiện ổn định động.

* Kiểm tra ổn định nhiệt

Vì kháng điện đã chọn có $I_{dm} > 1000A$ nên không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

4.7. Chọn máy biến dòng (BI) và máy biến điện áp (BU)

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 (thường $U_1 \geq 380 \text{ V}$) về một trị số thích hợp U_2 (100; $100/\sqrt{3}$ và $100/3 \text{ V}$) 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 $U_{dm} = 10,5 \text{ kV}$, $I_{cb}^{MF} = 4,33 \text{ kA}$.

4.7.1 Chọn máy biến dòng (BI):

a. Điều kiện chọn và kiểm tra:

Máy biến dòng BI được chọn theo các điều kiện:

$$+ \text{ Điện áp: } U_{dmBI} \geq U_{mạng} = 10,5 \text{ kV}$$

Phụ tải:

$$Z_{2dmBI} \geq Z_{dc} + Z_{dd}$$

$$+ \text{ Dòng điện: } I_{dm} \geq \frac{I_{cb}}{1,2}$$

+ Ổn định động: $\sqrt{2} \cdot K_{\text{ổđđ}} \cdot I_{\text{ldm}} \geq i_{\text{xk}}$

b. Tính chọn BI

$$\text{Ta có: } I_{\text{dm}} \geq \frac{I_{\text{cb}}}{1,2} = \frac{I_{\text{cb}}^{\text{mF}}}{1,2} = \frac{4,33}{1,2} = 3.608 \text{ (kA)}$$

1,2 là hệ số quá tải biến dòng BI

Ta chọn loại máy biến dòng TPIII-10-4000 có các thông số như bảng sau:

Loại BI	U_{dm} (kV)	I_{dms} (kA)	I_{dmF} (kA)	Cấp	Phụ tải định mức	$k_{\text{ổđđ}}$	$i_{\text{ổđđ}}$	$I_{\text{nh}}/I_{\text{nh}}$
TPIII-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	0,5
Oát mét phản kháng	Д – 335	0,5	0	0,5
Oát mét tự dùng tự ghi	H – 348	10	0	10
Oát mét phản kháng tự ghi	H – 3180	10	0	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

Lấy số liệu pha A để tính toán $S = 26,5 \text{ (VA)}$

+ Tổng trở các dụng cụ đo

$$Z_{\text{dc}} = \frac{\Sigma S_{\text{cd}}}{I_{\text{2dm}}^2} = \frac{26,5}{5^2} = 1,06 \text{ (}\Omega\text{)}$$

+ 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 $Z_{dd} \approx r_{dd} = \rho \cdot \frac{l}{S_{tt}}$

$$\Rightarrow S_{tt} = \rho \cdot \frac{l}{Z_{dd}} = \frac{0,0175 \cdot 30}{0,14} = 3,75 (mm^2)$$

Để đảm bảo độ bền cơ ta chọn dây dẫn đồng có $F = 4 mm^2$

d. Kiểm tra máy biến dòng đã chọn:

+ Kiểm tra ổn định động:

Điều kiện: $\sqrt{2} \cdot K_{ôđđ} \cdot I_{lđm} \geq i_{xk}$

$$K_{ôđđ} = 165$$

$$\Rightarrow \sqrt{2} \cdot K_{ôđđ} \cdot I_{lđm} = \sqrt{2} \cdot 165 \cdot 4 = 933,381 kA$$

$$i_{xk} = i_{xk'_{N5}} = 199,587 kA < 933,381 kA$$

Vậy BI đã chọn đảm bảo điều kiện ổn định động.

+ Kiểm tra ổn định nhiệt:

Vì BI có $I_{đm} > 1000 (A)$ nên không cần thiết kiểm tra ổn định nhiệt

4.7.2 Chọn máy biến điện áp (BU)

a. Điều kiện chọn:

Máy biến áp được chọn theo điều kiện sau:

+ Điện áp: $U_{dmBU} \geq U_{mạng} = 10,5 kV$

+ 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 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	Н – 318	10		10	
Oát mét phản kháng tự ghi	Н – 3180	10		10	
Tần số kế	Н – 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:

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		
HTMН-10-66	10	10000	100	100/3	0,5	120

c. Chọn dây dẫn nối từ BU đến các dụng cụ đo.

Dây dẫn phải thoả mãn 2 điều kiện:

+ Tổn thất điện áp trên dây dẫn

$\Delta U \leq \Delta U_{cp} = 0,5\%$ (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 $S_{tt} = 1,5 \text{ mm}^2$

Giả sử chiều dài dây dẫn từ BU đến các dụng cụ đo là $l=30\text{m}$. Điện trở của dây dẫn là:

$$r_{dd} = \rho \cdot \frac{l}{S_{tt}} = \frac{0,0175 \cdot 30}{1,5} = 0,35 (\Omega)$$

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 thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật.

4.8 Kết luận chương 4.

- Dựa trên các dòng làm việc và dòng ngắn mạch tính toán, chương này đã lựa chọn các khí cụ điện: máy cắt, dao cách ly, thanh dẫn, sứ cách điện, cuộn dập hồ quang, máy biến dòng và điện áp. Các thiết bị được chọn đảm bảo đáp ứng điều kiện kỹ thuật, ổn định nhiệt – động, và phù hợp với khả năng chịu tải lâu dài.

CHƯƠNG 5: THIẾT KẾ PHẦN TỰ DỪNG CHO NHÀ MÁY ĐIỆN

Trong nhà máy điện để sản xuất điện năng nhà máy điện phải tiêu thụ một lượng công suất phát ra để cung cấp cho các thiết bị phục vụ cho nhà máy bao gồm hai phần tự dừng riêng cho từng tổ máy và tự dừng chung cho toàn nhà máy. Trong nhà máy nhiệt điện, điện năng tiêu thụ chủ yếu để cung cấp cho các bộ phận chính sau:

- Các cơ cấu cho nhiên liệu và vận chuyển nhiên liệu.
- Tự dừng cho các tổ máy như bơm dầu, điều khiển tuabin bơm dầu bôi trơn, bơm nước để làm mát các gối đỡ, mạch kích từ.
- Tập hợp các cơ cấu trên cộng với thiết bị phân phối, máy biến áp giảm áp, nguồn năng lượng độc lập và hơi tạo thành hệ thống điện tự dùng cho nhà máy.
- Nhà máy điện chỉ làm việc bình thường trong điều kiện hệ thống điện tự dùng làm việc tin cậy. Như vậy yêu cầu cơ bản đối với hệ thống điện tự dùng là độ tin cậy cao đồng thời đảm bảo tính kinh tế.

5.1. Chọn sơ đồ chính của hệ thống tự dùng:

- Điện áp tự dùng được sử dụng chủ yếu là 6kV và cấp 0,4kV. Cấp 6kV thường là cấp cho các động cơ lớn hơn 200kW, cấp 0,4kV phục vụ cho động cơ nhỏ, hệ thống điện chiếu sáng, điều khiển, bảo vệ.
- Để đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện ta phân đoạn hệ thống thành góp tự dùng và xây dựng hệ thống thanh góp dự trữ cho mỗi cấp điện áp, máy biến áp tự dùng dự trữ được nối vào phía hạ áp máy biến áp liên lạc.

5.2. Chọn số lượng và công suất tự dùng:

5.2.1. Máy biến áp tự dùng bậc 1:

a. Máy biến áp tự dùng làm việc:

- Công suất định mức của máy biến áp cần phải phù hợp với phụ tải cực đại của động cơ 6kV, động cơ 360kW và các thiết bị tiêu thụ điện năng khác nối qua máy biến áp công tác bậc 2. Hệ thống tự dùng phân phối theo sự đồng đều giữa các phân đoạn, phụ tải mỗi phân đoạn phù hợp với tổ máy tương ứng và phân phụ tải chung. Vì vậy công suất máy biến áp này được chọn như sau:

$$S_{dmB1} \geq S_{TDFimax} = \alpha \cdot S_{dmF1} = 4\% \cdot 75 = 3 \text{ (MVA)}$$

b. Chọn máy biến áp tự dùng dự trữ bậc 1:

- + Công suất máy biến áp tự dùng dự trữ được chọn phù hợp với mục đích của chúng. Ở đây ta xét trong nhà máy điện nối theo sơ đồ bộ. Nhiệm vụ của máy biến áp dự trữ rộng hơn, nó không chỉ dùng để thay thế máy biến áp làm việc khi sửa chữa mà còn cung cấp cho hệ thống tự dùng trong quá trình đứng và khởi động bộ.
- + Công suất cần thiết để đứng một tổ máy và khởi động một tổ máy khác chiếm 50% công suất cần thiết cho sự làm việc bình thường của khối lúc đầy tải. Do vậy công suất của máy biến áp dự trữ được chọn lớn hơn một cấp so với công suất của máy biến áp làm việc.

$$S_{dmB1}^{dt} \geq 1,5 \cdot S_{tdFimax}$$

$$\Rightarrow S_{tdBAC1} = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ (MVA)}$$

Tra bảng thiết kế nhà máy điện và trạm biến áp (TS-Nguyễn Hữu Khái) 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 5.1: Chọn máy biến áp tự dòng bậc 1

Loại MBA		S_{dm} (kVA)	Số lượng	Điện áp (kV)		Tổn thất (kW)		$U_N \%$	$I_0 \%$
				Cao	Hạ	P_0	P_N		
TMH	LV	4	4	10	6,3	5,45	33,5	6,5	0,9
TMH	DT	6,3	1	10	6,3	9	46,5	6,5	0,8

5.2.2. Chọn máy biến áp tự dòng bậc 2:

a. Máy biến áp tự dòng 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 dòng làm việc bậc 2 như sau: $S_{dmBi2}^{lv} \geq \beta \cdot S_{TDFimax} = 15\% \cdot 3 = 0,45$ (MVA)

Với nhà máy nhiệt điện $\beta = ((10-30)\%)$

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.

$$S_{dmBi2}^{dt} \geq 1,5 \cdot S_{tdFimax} \cdot 15\% = 1,5 \cdot 0,45 = 0,675 \text{ (MVA)}$$

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 5.2: Chọn 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		
TMH	LV	1	4	6	0,4	2,1	11,6	6,5	1,5
TMH	DT	1	1	6	0,4	2,1	11,6	6,5	1,5

5.3. Kết Luận chương 5.

- Chương này thiết kế sơ đồ cung cấp điện tự dòng cho nhà máy, xác định nhu cầu phụ tải tự dòng, chọn máy biến áp tự dòng bậc 1 và bậc 2. Lựa chọn đảm bảo cấp điện liên tục, tin cậy cho các phụ tải quan trọng như điều khiển, chiếu sáng, bảo vệ, bơm nước và các thiết bị phụ trợ khác. Đây là phần quan trọng giúp nhà máy duy trì hoạt động ổn định và an toàn.

PHẦN 2:
BẢO VỆ RƠLE CHO CÁC PHẦN TỬ TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG BẢO VỆ ROLE CHO NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

1.1. Nhiệm vụ của bảo vệ role:

Trong quá trình tính toán thiết kế hoặc khai thác, vận hành bất kỳ một hệ thống điện (HTĐ) nào, chúng ta đều muốn HTĐ đó phải được vận hành ở chế độ an toàn, tin cậy, kinh tế nhất. Một HTĐ thường rất rộng lớn về qui mô, trải dài trong không gian với rất nhiều các thiết bị điện: Chúng được bao gồm phần phát điện (máy phát điện), truyền tải và phân phối điện năng (Máy biến áp, đường dây truyền tải và các thanh góp).

Do đó, trong bất cứ HTĐ nào cũng có thể phát sinh các dạng hư hỏng và các tình trạng làm việc không bình thường đối với các phần tử trong HTĐ đó. Do vậy để tránh các tổn thất lớn có thể xảy ra, thì việc tính toán xây dựng các bảo vệ role trong HTĐ đó là rất quan trọng và không thể thiếu được. Thậm chí trong các hệ thống điện để đảm bảo cho bảo vệ role hoạt động tin cậy chúng ta bao giờ cũng xây dựng 2 hệ thống bảo vệ role chính và bảo vệ role dự phòng.

❖ Các nguyên nhân dẫn đến các hư hỏng, hay sự cố đối với HTĐ:

- Do thiên nhiên gây ra: như giông bão, động đất, lũ lụt, cháy rừng
- Do con người gây ra: sai sót trong tính toán thiết kế, nhầm lẫn trong công tác vận hành khai thác, sai sót trong bảo dưỡng, duy tu các phần tử, thiết bị điện...
- Do các yếu tố ngẫu nhiên khác: già cỗi cách điện, thiết bị quá cũ, những hư hỏng ngẫu nhiên, tình trạng làm việc bất thường của HTĐ...
- Các sự cố nguy hiểm nhất có thể xảy ra trong HTĐ thường là các dạng ngắn mạch. Khi ngắn mạch, dòng điện tăng cao tại chỗ sự cố và trong các phần tử trên đường từ nguồn đến điểm ngắn mạch có thể gây ra những tác động nhiệt và cơ học nguy hiểm (do lực điện động lớn gây ra) cho các phần tử mà dòng điện sự cố đó chạy qua. Hồ quang, tia lửa điện tại chỗ ngắn mạch nếu để tồn tại lâu có thể đốt cháy thiết bị, gây hỏa hoạn. Ngắn mạch cũng làm cho điện áp tại chỗ sự cố và khu vực lưới điện lân cận bị giảm thấp, ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của các hộ tiêu thụ điện. Trường hợp nguy hiểm nhất, ngắn mạch có thể dẫn đến mất ổn định và tan rã hoàn toàn HTĐ.

1.2. Giới thiệu chung các phần tử chính:

- Máy phát điện (MFĐ) là một phần tử rất quan trọng trong hệ thống điện (HTĐ), sự làm việc tin cậy của các MFĐ có ảnh hưởng quyết định đến độ tin cậy của HTĐ. Vì vậy, đối với MFĐ đặc biệt là các máy có công suất lớn, người ta đặt nhiều loại bảo vệ khác nhau để chống tất cả các loại sự cố và các chế độ làm việc không bình thường xảy ra bên trong các cuộn dây cũng như bên ngoài MFĐ. Để thiết kế tính toán các bảo vệ cần thiết cho máy phát, chúng ta phải biết các dạng hư hỏng và các tình trạng làm việc không bình thường của MFĐ.
- Máy biến áp là một trong những phần tử quan trọng nhất liên kết hệ thống sản xuất, truyền tải và phân phối. Vì vậy, việc nghiên cứu các tình trạng làm việc không bình thường, sự cố, ... xảy ra với MBA là rất cần thiết. Để bảo vệ cho MBA làm việc an toàn cần phải tính đầy đủ các hư hỏng bên trong MBA và các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của máy biến áp. Từ đó đề ra các phương án bảo vệ tốt nhất, loại trừ các hư hỏng và ngăn ngừa các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự làm việc

của MBA.

- Phương pháp và chủng loại thiết bị bảo vệ các đường dây (ĐZ) tải điện phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như: ĐZ trên không hay ĐZ cáp, chiều dài ĐZ, phương thức nối đất của hệ thống, công suất truyền tải và vị trí của ĐZ trong cấu hình của hệ thống, cấp điện áp của ĐZ...

1.2.1. Máy phát điện

- Các dạng hư hỏng và tình trạng làm việc không bình thường của MFĐ:

❖ Các dạng hư hỏng:

- Ngắn mạch nhiều pha trong cuộn stator.
 - Chạm chập giữa các vòng dây trong cùng 1 pha (đối với các MFĐ có cuộn dây kép).
 - Chạm đất 1 pha trong cuộn dây stator.
 - Chạm đất một điểm hoặc hai điểm mạch kích từ.
 - Tình trạng làm việc không bình thường của MFĐ
 - Dòng điện tăng cao do ngắn mạch ngoài hoặc quá tải.
 - Điện áp đầu cực máy phát tăng cao do mất tải đột ngột hoặc khi cắt ngắn mạch ngoài.
- Ngoài ra còn có các tình trạng làm việc không bình thường khác như: Tải không đối xứng, mất kích từ, mất đồng bộ, tần số thấp, máy phát làm việc ở chế độ động cơ...

- Các bảo vệ thường dùng cho MFĐ:

Tùy theo chủng loại của máy phát (thủy điện, nhiệt điện, turbine khí, thủy điện tích năng...), công suất của máy phát, vai trò của máy phát và sơ đồ nối dây của nhà máy điện với các phần tử khác trong hệ thống mà người ta lựa chọn phương thức bảo vệ thích hợp. Hiện nay không có phương thức bảo vệ tiêu chuẩn đối với MFĐ cũng như đối với các thiết bị điện khác. Tùy theo quan điểm của người sử dụng đối với các yêu cầu về độ tin cậy, mức độ dự phòng, độ nhạy... mà chúng ta lựa chọn số lượng và chủng loại role trong hệ thống bảo vệ. Đối với các MFĐ công suất lớn, xu thế hiện nay là lắp đặt hai hệ thống bảo vệ độc lập nhau với nguồn điện thao tác riêng, mỗi hệ thống bao gồm một bảo vệ chính và một số bảo vệ dự phòng có thể thực hiện đầy đủ các chức năng bảo vệ cho máy phát. Để bảo vệ cho MFĐ chống lại các dạng sự cố nêu ở phần I, người ta thường dùng các loại bảo vệ sau:

- Bảo vệ so lệch dọc để phát hiện và xử lý khi xảy ra sự cố (1).
- Bảo vệ so lệch ngang cho sự cố (2).
- Bảo vệ chống chạm đất một điểm cuộn dây stator cho sự cố (3).
- Bảo vệ chống chạm đất mạch kích từ cho sự cố (4).
- Bảo vệ chống ngắn mạch ngoài và quá tải cho sự cố (5).
- Bảo vệ chống điện áp đầu cực máy phát tăng cao do sự cố (6). Ngoài ra có thể dùng: Bảo vệ khoảng cách làm bảo vệ dự phòng cho bảo vệ so lệch, bảo vệ chống quá nhiệt rotor do dòng máy phát không cân bằng, bảo vệ chống mất đồng bộ...

1.2.2. Máy biến áp

- Sự cố MBA:

Sự cố bên ngoài MBA:

- Dòng điện tăng cao do ngắn mạch ngoài và quá tải.
- Quá điện áp: thường xuyên xảy ra khi có chạm đất trong hệ thống hoặc do sự dư

thừa vô công khi có sự cố.

- Mức dầu hạ thấp khi nhiệt độ không khí giảm xuống đột ngột.
- Tần số hệ thống bị thấp.

Sự cố bên trong MBA:

- Ngắn mạch nhiều pha trong cuộn dây MBA.
- Ngắn mạch một pha trong cuộn dây MBA.
- Các vòng dây trong 1 pha chạm nhau.
- Một pha chạm đất.
- Cách điện giữa các lá thép của mạch từ bị phá hủy, do dòng điện xoáy lớn quá đốt cháy cả lõi thép.
- Vỏ máy biến áp bị hỏng, dầu trong MBA hạ thấp quá mức quy định.
- Các bảo vệ chính của MBA
- Bảo vệ so lệch.
- Các bảo vệ dự phòng: khi có sự cố bên ngoài MBA, bảo vệ phải cắt các máy cắt nối đến phần tử bị sự cố để tách điểm sự cố ra khỏi lưới. Để thực hiện được yêu cầu này thường sử dụng các bảo vệ quá dòng và chạm đất.

1.2.3. Đường dây

1.2.3.1. Phân loại các đường dây:

- Hiện nay có nhiều cách để phân loại các ĐZ, theo cấp điện áp người ta có thể phân biệt:
- ĐZ hạ áp (low voltage: LV) tương ứng với cấp điện áp $U < 1 \text{ kV}$.
- ĐZ trung áp (medium voltage: MV): $1 \text{ kV} \leq U \leq 35 \text{ kV}$. ĐZ cao áp (high voltage: HV): $60 \text{ kV} \leq U \leq 220 \text{ kV}$.
- ĐZ siêu cao áp (extra high voltage: EHV): $330 \text{ kV} \leq U \leq 1000 \text{ kV}$.
- ĐZ cực cao áp (ultra high voltage: UHV): $U > 1000 \text{ kV}$.
- Thông thường các ĐZ có cấp điện áp danh định từ 110 kV trở lên được gọi là ĐZ truyền tải và dưới 110 kV trở xuống gọi là ĐZ phân phối.
- Theo cách bố trí ĐZ có: ĐZ trên không (overhead line), ĐZ cáp (cable line), ĐZ đơn (single line), ĐZ kép (double line)

1.2.3.2. Các dạng sự cố và bảo vệ để bảo vệ đường dây tải điện:

- Những sự cố thường gặp đối với ĐZ tải điện là ngắn mạch (một pha hoặc nhiều pha), chạm đất một pha (trong lưới điện có trung tính cách đất hoặc nối đất qua cuộn dập hồ quang), quá điện áp (khí quyển hoặc nội bộ), đứt dây và quá tải. Để chống các dạng ngắn mạch trong lưới hạ áp thường người ta dùng cầu chảy (fuse) hoặc aptomat.

Để bảo vệ các ĐZ trung áp chống ngắn mạch, người ta dùng các loại bảo vệ:

- Quá dòng cắt nhanh hoặc có thời gian với đặc tính thời gian độc lập hoặc phụ thuộc.
- Quá dòng có hướng.

- Bảo vệ khoảng cách.
- Bảo vệ so lệch sử dụng cáp chuyên dùng.

Đối với ĐZ cao áp và siêu cao áp, người ta thường dùng các bảo vệ:

- So lệch dòng điện.
- Bảo vệ khoảng cách.
- So sánh biên độ, so sánh pha.
- So sánh hướng công suất hoặc dòng điện.

Các loại bảo vệ thường dùng để bảo vệ đường dây:

1. Bảo vệ khoảng cách 21
2. Bảo vệ quá dòng có thời gian 51
3. Bảo vệ quá dòng cắt nhanh 50

1.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hoạt động của bảo vệ so lệch (87):

- Trong nội dung đồ án ta sẽ tìm hiểu bảo vệ so lệch (87) vì vậy ta cần tìm hiểu các yếu tố ảnh hưởng đến sự hoạt động của bảo vệ so lệch để bảo vệ MBA.
- Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hoạt động của bảo vệ so lệch (87):
- + Sai sót đầu nối CT: Trong thực tế hay xảy ra các sai sót trong khâu đầu nối như CT bị chéo pha, sai tỷ số biến và ngược cực tính
- + Sai số tỷ số biến CT, bão hoà CT: sai số do tỷ số biến CT làm cho dòng định mức nhất thứ ở 2 phía của MBA qui đổi về nhị thứ có thể sai khác so với tỉ số biến định mức. Đối với trường hợp CT bão hoà do xảy ra ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ tại thời điểm có dòng ngắn mạch lớn làm cho máy biến dòng bão hoà mạnh, dẫn đến thành phần so lệch (I_{DIFF}) tăng lên và cùng lúc dòng điện hãm (I_{BIAS}) giảm xuống một ít, kết quả là điểm hoạt động (I_{DIFF} , I_{BIAS}) có thể dịch chuyển nằm trên vùng tác động làm bảo vệ tác động nhầm
- + Ảnh hưởng của dòng từ hoá quá độ khi đóng xung kích MBA: Dòng từ hóa ảnh hưởng nghiêm trọng đến đặc tính làm việc của bảo vệ so lệch MBA. Dòng từ hóa lớn có thể xuất hiện trong lúc đóng xung kích MBA, khôi phục MBA trở lại sau sự cố ngắn mạch hoặc đóng MBA vào song song với một MBA đang vận hành và khi MBA bị quá kích thích. Kết quả của dòng từ hóa lớn có thể gây nên vấn đề bão hòa CT và sự làm việc không chọn lọc của chức năng bảo vệ so lệch MBA. Việc xem xét ảnh hưởng của dòng từ hóa khi đóng điện xung kích MBA tạo điều kiện lựa chọn thông số thích hợp để cài đặt chỉnh định cho role bảo vệ đồng thời phân tích sự cố trong role một cách chính xác.
- + Ảnh hưởng của bộ điều áp dưới tải OLTC: OLTC có chức năng điều chỉnh điện áp trong khi MBA mang tải. OLTC được thiết kế với số nấc phân áp là 19 nên mỗi vị trí nấc mà OLTC làm việc sẽ thay đổi giá trị điện áp đầu ra của MBA thông qua thay đổi số vòng dây trong một cuộn dây, dẫn đến thay đổi tỷ số của MBA, tuy nhiên CT trung gian chỉ được tính cho vị trí giữa của nấc phân áp (1-19 nấc). Vì vậy, ngay sau khi bộ điều nấc phân áp chạy từ nấc 9 lên 10 hoặc đến nấc khác làm cho dòng so lệch xuất hiện.

- + Ảnh hưởng của dòng thứ tự không: Với các máy biến áp đấu Y_0/Δ hoặc Y_0/Y thì khi xảy ra sự cố chạm đất ngoài vùng bảo vệ phía cuộn Y_0 sẽ có thành phần TTK chạy qua cuộn dây Y_0 này và bảo vệ so lệch có thể tác động nhầm.

1.4. Kết luận chương 1.

- Chương này trình bày vai trò quan trọng của hệ thống bảo vệ rơle, nhiệm vụ các nguyên nhân dẫn đến hư hỏng hay sự cố của hệ thống điện. Đồng thời giới thiệu các phần tử chính cần được bảo vệ như máy phát, máy biến áp, đường dây và các tiêu chuẩn áp dụng trong thiết kế bảo vệ đưa ra phân tích, các bảo vệ thường dùng cho các phần tử chính. Làm rõ các yếu tố ảnh hưởng đến sự hoạt động của bảo vệ so lệch (87).

CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CÀI ĐẶT ROLE BẢO VỆ CHO MÁY BIẾN ÁP

2.1. Tính toán bảo vệ quá dòng

2.1.1. Giới thiệu chung và nguyên lý làm việc.

2.1.1.1. Bảo vệ quá dòng cắt nhanh (F50).

Quá dòng cắt nhanh (F50) làm việc dựa trên dòng điện phụ tải, nó tác động theo điều kiện

sau:

$I \geq I_{kđR}$: sự cố trong vùng bảo vệ, role đưa tín hiệu cắt máy cắt.

$I < I_{kđR}$: không sự cố trong vùng bảo vệ, role không đưa tín hiệu.

Trong đó: I : dòng đo lường trên role (dòng qua bảo vệ).

$I_{kđR}$: dòng chỉnh định trên role. Nó được chọn phải thỏa mãn điều kiện $I_{nmin} > I_{kđR} > I_{lvmax}$.

- Bảo vệ quá dòng chạm đất cắt nhanh (F50N) tác động nếu dòng điện thứ tự không đo được phải lớn hơn dòng thứ tự không lớn nhất khi ngắn mạch chạm đất 1 pha hoặc 2 pha tại cuối đường dây ($3 \cdot I_{0maxcuoi}$).

2.1.1.2. Bảo vệ quá dòng có thời gian (F51)

Bảo vệ quá dòng có thời gian làm việc theo nguyên tắc so sánh dòng điện quá bảo vệ với

dòng đặt trong 2 trạng thái:

Trạng thái bình thường: dòng chạy qua vùng bảo vệ ($I_{kđBV}$) bé hơn dòng đặt của role ($I_{đRL}$) thì bảo vệ không tác động.

Trạng thái sự cố: dòng chạy qua vùng bảo vệ ($I_{kđBV}$) lớn hơn dòng đặt của role ($I_{đRL}$) bảo vệ role khởi động đưa tín hiệu đến bộ phận thời gian, tạo thời gian làm việc đảm bảo cho bảo vệ tác động một cách có chọn lọc.

Bảo vệ quá dòng chạm đất có thời gian (F51N) tác động nếu dòng điện thứ tự không đo lường ($3I_0$) phải lớn hơn dòng TTK khi hệ thống mất cân bằng ở chế độ làm việc bình thường.

2.1.2. Tính toán các thông số cài đặt cho chức năng 50 (đối tượng bảo vệ MBA B3)

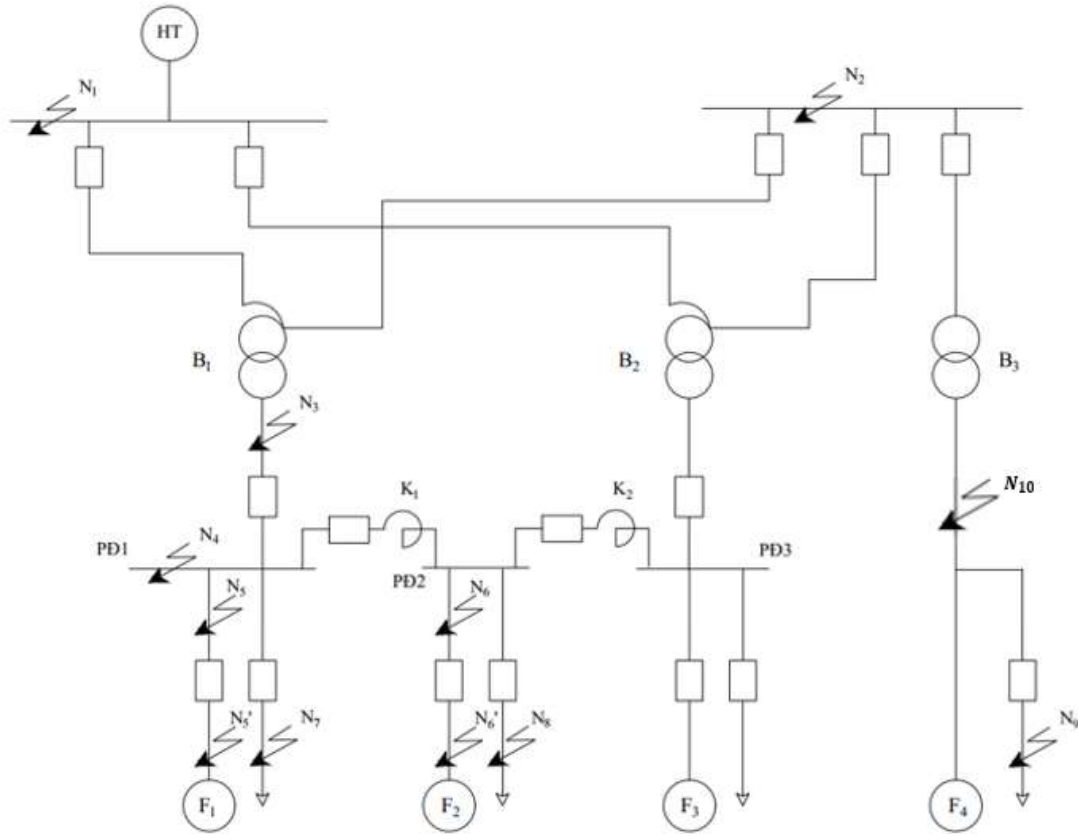
$$I_{lvmax} = \frac{S_{dmMBA}}{\sqrt{3}U_{dmF4}} = \frac{80}{\sqrt{3} \cdot 10,5} \cdot 10^3 = 4398,86 \text{ (A)}$$

Ta chọn máy biến dòng điện cho thông số:

$$I_S = 5000A, I_T = 5A \Rightarrow n_I(CT) = 1000 (A)$$

Vì ở trên MBD đã được kiểm tra và đảm bảo độ tin cậy. Sơ đồ đầu MBD hình sao nên $K_{sđ} = 1$

- Tính toán dòng ngắn mạch ngoài lớn nhất:



- Số liệu các điểm ngắn mạch lấy từ bảng tính toán ngắn mạch Chương 3 phần 1
- N10: chỉ có MBA B3 và máy phát F5 hoạt động
- Theo phương pháp xếp chồng ta có dòng ngắn mạch ngoài lớn nhất:

$$I_{N\text{ngmax}} = \max\{I_{N10}; I_{N2}\}$$

$$I_{N\text{ngmax}} = I_{N10} = I_{N9} - I_{N5} = 60,008 - 29,692 = 30,316 \text{ (KA)}$$

- Dòng khởi động của bảo vệ:

$$I_{kđBV} = k_{at} \cdot I_{N\text{ng,max}} = 1,2 \cdot 30316 = 36379,2 \text{ (A)}$$

- Dòng khởi động của role:

$$I_{kđR} = \frac{I_{kđBV}}{n_I} = \frac{36379,2}{1000} = 36,379 \text{ A}$$

- Dòng đặt của role :

$$I_{dR} \geq I_{kđR} = 36,379 \text{ (A)}, \text{ nên ta chọn } I_{dR} = 36,4 \text{ (A)}$$

- Dòng khởi động thực tế của bảo vệ cắt nhanh :

$$I_{kdCN} = I_{dR} \cdot \frac{K_i}{K_{sd}} = 36,4 \cdot \frac{1000}{1} = 36400 \text{ (A)}$$

- Kiểm tra độ nhạy của bảo vệ :

$$K_n = \frac{I_{Nmin}}{I_{kdCN}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{I_{Nmin}}{I_{kdCN}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{30316}{36400} = 0,72 < 2$$

→ Bảo vệ cắt nhanh không đảm bảo độ tin cậy

→ Để bảo vệ tác động thì dòng ngắn mạch phải lớn hơn dòng khởi động của bảo vệ

$$I_N^{(3)} \geq \frac{2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot I_{kdCN} = \frac{2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot 36400 = 84062,2 \text{ (A)}$$

2.1.3. Tính toán các tham số cài đặt cho chức năng 51 (đối tượng bảo vệ MBA B3)

- Ta có $I_{lvmaxB3} = 4398,86 \text{ (A)}$, $n_I = 1000$, $K_{sd} = 1$, $I_N = 30316 \text{ (A)}$

- Dòng khởi động của bảo vệ :

$$I_{kd} = \frac{k_{at} \cdot k_{mm} \cdot I_{lvmax}}{k_{tv}} = \frac{1,2 \cdot 2 \cdot 4398,86}{0,95} = 11112,9 \text{ (A)}$$

- Với: Hệ số an toàn: $k_{at} = 1,2$

Hệ số mở máy của các động cơ : $k_{mm} = 2$

Hệ số trở về của role : $k_{tv} = 0,95$

- Dòng khởi động của role :

$$I_{kdR} = I_{kd} \cdot \frac{K_{sd}}{n_I} = 11112,9 \cdot \frac{1}{1000} = 11,113 \text{ (A)}$$

- Dòng đặt của role :

$$I_{dR} \geq I_{kdR} = 11,113 \text{ (A)}, \text{ nên ta chọn } I_{dR} = 11,12 \text{ (A)}$$

- Dòng khởi động thực tế của bảo vệ quá dòng có thời gian :

$$I_{kdQD} = I_{dR} \cdot \frac{n_I}{K_{sd}} = 11,12 \cdot \frac{1000}{1} = 11120 \text{ (A)}$$

- Kiểm tra độ nhạy của bảo vệ :

$$K_n = \frac{I_{Nmin}}{I_{kdQD}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{30316}{11120} = 2,36 > 1,2$$

⇒ Vậy bảo vệ quá dòng có thời gian đảm bảo độ tin cậy

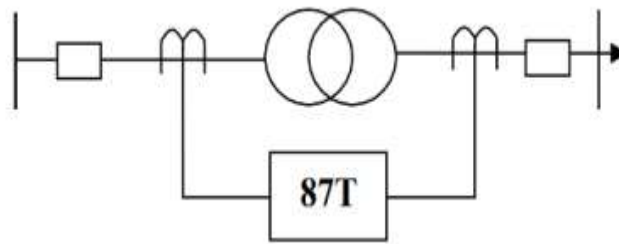
+ Thời gian tác động:

$$t_{51B3} = t_{RT} + \Delta t = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ (s)}$$

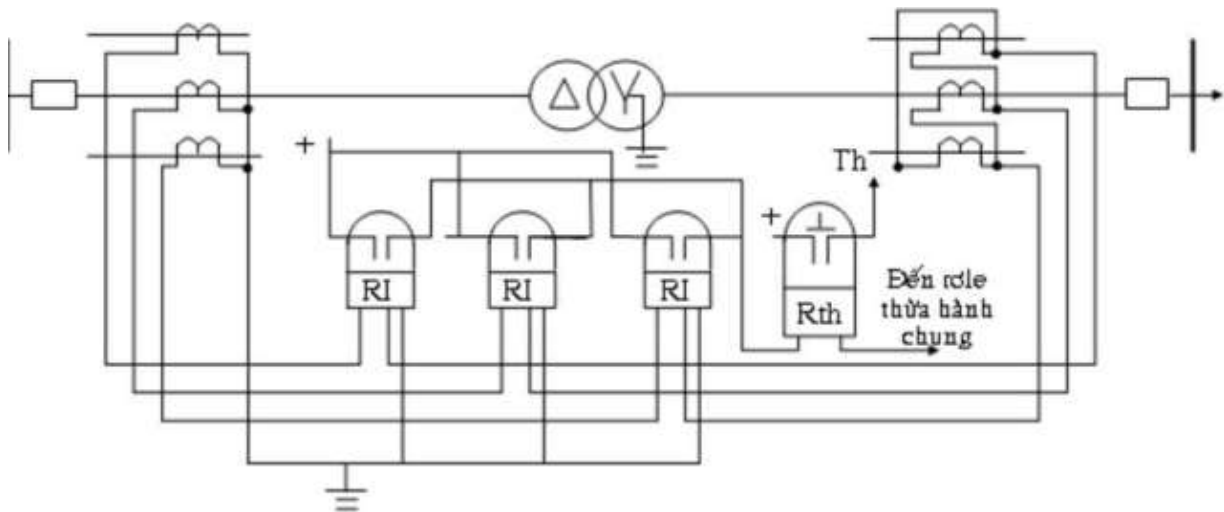
2.2. Tính toán bảo vệ so lệch

2.2.1. Nguyên lý làm việc.

- Đối với MBA công suất lớn làm việc ở lưới cao áp, bảo vệ so lệch (87T) được dùng làm bảo vệ chính. Nhiệm vụ chống ngắn mạch trong các cuộn dây và ở đầu ra của MBA.



Bảo vệ làm việc dựa trên nguyên tắc so sánh trực tiếp dòng điện ở hai đầu phần tử được bảo vệ. Bảo vệ sẽ tác động đưa tín hiệu đi cắt máy cắt khi sự cố xảy ra trong vùng bảo vệ (vùng bảo vệ là vùng giới hạn giữa các BI mắc vào mạch so lệch).



Hình 2.1: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch MBA 2 cuộn dây.

- Khác với bảo vệ so lệch các phần tử khác (như máy phát...), dòng điện sơ cấp ở hai (hoặc nhiều) phía của MBA thường khác nhau về trị số (theo tỷ số biến áp) và về góc pha (theo tổ đấu dây). Vì vậy tỷ số, sơ đồ BI được chọn phải thích hợp để cân bằng dòng thứ cấp và bù sự lệch pha giữa các dòng điện ở các phía MBA.
- Dòng không cân bằng chạy trong bảo vệ so lệch MBA khi xảy ra ngắn mạch ngoài lớn hơn nhiều lần đối với bảo vệ so lệch các phần tử khác.

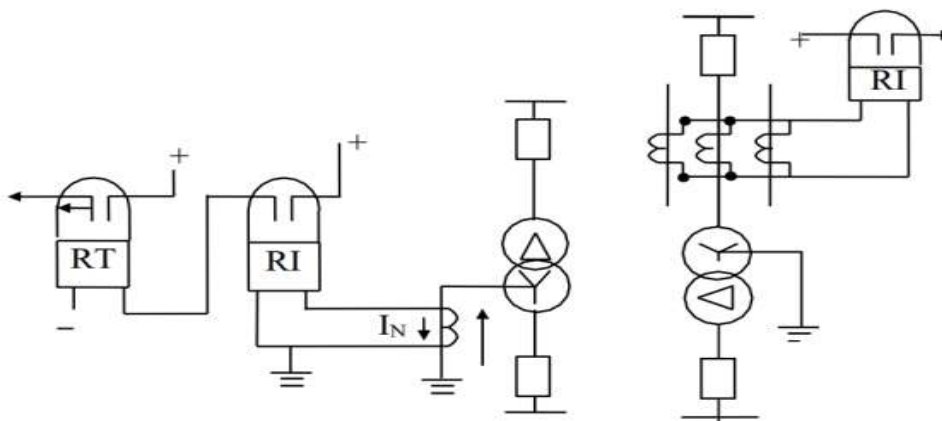
- Các yếu tố ảnh hưởng nhiều đến dòng không cân bằng trong bảo vệ so lệch MBA khi ngắn mạch ngoài là:

- o Do sự thay đổi đầu phân áp MBA.
- o Sự khác nhau giữa tỷ số MBA, tỷ số BI, nấc chỉnh rơle.
- o Sai số khác nhau giữa các BI ở các pha MBA.
- o Nhờ hiện tượng bão hòa của mạch từ làm giảm ảnh hưởng của dòng điện không cân bằng I_{kcb} (có chứa phần lớn dòng không chu kỳ).

❖ Bảo vệ chống chạm đất cuộn dây MBA.

- Đối với MBA có trung tính nối đất, để bảo vệ chống chạm đất một điểm trong cuộn dây MBA có thể được thực hiện bởi rơle quá dòng điện hay so lệch thứ tự không. Phương án được chọn tùy thuộc vào loại, cỡ, tổ đấu dây MBA.

- Khi dùng bảo vệ quá dòng thứ tự không bảo vệ nối vào BI đặt ở trung tính MBA, hoặc bộ lọc dòng thứ tự không gồm ba BI đặt ở phía điện áp có trung tính nối đất trực. Đối với trường hợp trung tính cuộn dây nối sao nối qua tổng trở nối đất bảo vệ quá dòng điện thường không đủ độ nhạy, khi đó người ta dùng role so lệch như hình 2.2. Bảo vệ này so sánh dòng chạy ở dây nối đất I_N và tổng dòng điện 3 pha (I_O). Chọn I_N là thành phần làm việc và nó xuất hiện khi có chạm đất trong vùng bảo vệ. Khi chạm đất ngoài vùng bảo vệ dòng thứ tự không (I_O tổng dòng các pha) có trị số bằng nhưng ngược pha với dòng qua dây trung tính I_N .



Hình 2.2: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ chống chạm đất MBA bằng bảo vệ quá dòng điện

2.2.2. Bảo vệ so lệch (F87T)

- Dòng điện thứ cấp các phía tính theo công thức:

$$TAPn = \frac{MVA \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot VWDGn \cdot CTRn} \cdot C$$

Trong đó:

$C=1$ nếu $WnCT$ nối sao.

$C=\sqrt{3}$ nếu $WnCT$ nối tam giác.

MVA - Công suất định mức MBA.

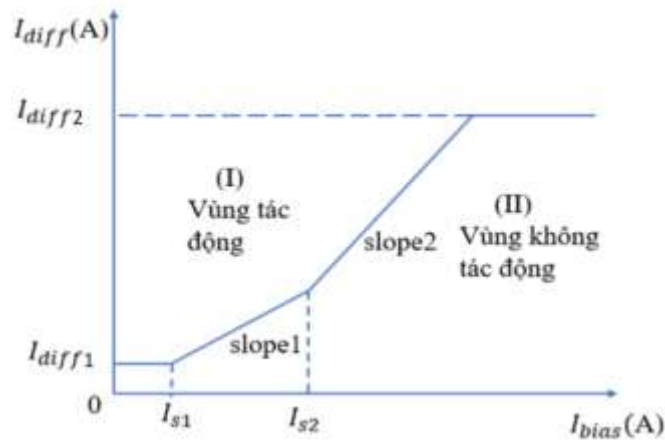
VWDGn – Điện áp pha định mức phía cao, trung, hạ của MBA.

CTRn – tỷ số biến dòng phía cao, trung, hạ của MBA.

- Khi tính toán TAPn cần chú ý giới hạn:

a. Giá trị cài đặt của Tap nằm trong phạm vi từ $0,1 \times I_n$ đến $31 \times I_n$.

$$\text{tỷ số} \frac{TAP_{\max}}{TAP_{\min}} \leq 7,5$$



Hình 2.3: Đặc tính làm việc bảo vệ so lệch của BVRL

- Dòng so lệch được xác định: $I_{DIFF} = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3|$

- Dòng hãm xác định: $I_{BIAS} = |\dot{I}_1| + |\dot{I}_2| + |\dot{I}_3|$

Trong đó $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$ là công dòng điện (pha A, B, C, I_0 hoặc I_2) phía cao, trung, hạ của MBA đưa vào role.

- Trường hợp ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ, khi đó I_1 ngược chiều với I_2 và I_3 : $I_1 = I_2 + I_3$.

$$I_{DIFF} = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3| = 0$$

$$I_{BIAS} = |\dot{I}_1| + |\dot{I}_2| + |\dot{I}_3| = 2 \times |\dot{I}_1|$$

b. Độ dốc điểm làm việc $I_{DIFF}/I_{BIAS}=0$.

- Trường hợp ngắn mạch trong vùng bảo vệ, MBA được cung cấp nguồn từ phía hạ nên ($\dot{I}_2 = \dot{I}_3=0$), do đó:

$$I_{DIFF} = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3| = |\dot{I}_1|$$

$$I_{BIAS} = |\dot{I}_1| + |\dot{I}_2| + |\dot{I}_3| = |\dot{I}_1|$$

Kết quả trên cho thấy khi sự cố (ngắn mạch) xảy ra trong vùng bảo vệ thì $I_{DIFF}=I_{BIAS}$, do vậy đường đặc tính sự cố có độ dốc $Slope = I_{DIFF}/I_{BIAS}=1$.

2.2.3. Tính toán các thông số cài đặt cho chức năng 87 (đối tượng bảo vệ MBA B3)

- Dòng điện định mức của MBA:

$$I_{S(H)} = \frac{S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{80 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4398,86 \text{ (A)}$$

$$I_{S(C)} = \frac{S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{80 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 419,89 \text{ (A)}$$

Ta chọn máy biến dòng điện phía cao áp cho thông số:

$$I_S = 500A, I_T = 5A \Rightarrow n_I(CT) = 100 \text{ (A)}$$

Ta chọn máy biến dòng phía hạ áp điện cho thông số:

$$I_S = 5000A, I_T = 5A \Rightarrow n_I(CT) = 1000 (A)$$

- Máy biến áp đầu : Y/ Δ nên biến dòng phải đầu Δ/Y

- Vậy suy ra :
$$\begin{cases} K_{sdH} = 1 \\ K_{sdC} = \sqrt{3} \end{cases}$$

- Xác định dòng thực tế của MBD phía thứ cấp:

$$I_{t(H)} = I_{t(H)} \cdot \frac{K_{sdH}}{n_I} = 4398,86 \cdot \frac{1}{1000} = 4,4 (A)$$

$$I_{t(C)} = I_{t(H)} \cdot \frac{K_{sdC}}{n_I} = 419,89 \cdot \frac{\sqrt{3}}{100} = 7,27 (A)$$

- Dòng khởi động bảo vệ:

$$I_{Nngmax} = I_{N9} - I_{N5} = 60,008 - 29,692 = 30,316 (KA)$$

$$I_{KCB} = (k_{KCK} \cdot k_{đn} \cdot f_i + \Delta U_{đc}) \cdot I_{Nngmax}$$

Trong đó:

+ Sai số do điều chỉnh đầu phân áp của máy biến áp: $\Delta U_{đc} = 10\%$

+ Hệ số an toàn : $k_{at} = 1,2$

+ Hệ số đồng nhất : $k_{đn} = 0,5$

+ Hệ số không chu kỳ : $k_{KCK} = 1,5$

+ Sai số lớn nhất cho phép của BI: $f_i = 0,1$

$$I_{KCB} = (1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,1 + 0,1) \cdot 30316 = 5305,3 (A)$$

$$\Rightarrow I_{Kđ} = k_{at} \cdot I_{KCB} = 5305,3 \cdot 1,2 = 6366,36 (A)$$

- Dòng khởi động role theo 2 trường hợp:

$$I_{kđR(H)} = I_{kđ} \cdot \frac{K_{sdH}}{K_{iH}} = 6366,36 \cdot \frac{1}{1000} = 6,366 (A)$$

$$I_{kđR(C)} = I_{kđ} \cdot \frac{K_{sdC}}{K_{iC}} = 6366,36 \cdot \frac{\sqrt{3}}{100} = 110,268 (A)$$

- Ta chọn dòng khởi động nhỏ hơn để tính toán : $I_{kđR(H)} < I_{kđR(C)}$ nên ta chọn dòng khởi động phía hạ làm dòng khởi động cho role :

+ Suy ra : $I_{kđR(H)} = I_{kđR} = 6,366 (A)$

- Dòng đặt vào role :

$$I_{đR} \geq I_{kđR} = 6,366 (A), \text{ nên ta chọn } I_{đR} = 6,37 (A)$$

- Dòng khởi động thực tế của bảo vệ so lệch dọc là :

$$I_{kđsl} = I_{đR} \cdot \frac{n_I}{K_{sd}} = 6,37 \cdot \frac{1000}{1} = 6370 (A)$$

Kiểm tra độ nhạy:

$$k_{nh} = \frac{I_{Nmin}}{I_{kdSL}} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{Nmin}}{2 \cdot I_{kdSL}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 30316}{2 \cdot 26370} = 4,12 > 2$$

⇒ Bảo vệ so lệch đảm bảo độ tin cậy

2.2.4. Xác định đường đặc tính làm việc của role:

⇒ Dòng so lệch (diff):

$$\begin{aligned} I_{diff1} &= I_{1T} - I_{2T} = I_{kcb} \\ I_{kcbtt} &= I_{kcbfi} + I_{kcb\mu} + I_{kcbu} + I_{lcbnI} \end{aligned}$$

Trong đó:

I_{kcbfi} : do sai số của BI

$I_{kcb\mu}$: do từ hóa của MBA (từ thông)

I_{kcbu} : do điều chỉnh điện áp ở MBA

I_{lcbnI} : do chọn dòng định mức sơ của các BI khác với tỉ số biến đổi MBA

+ Chọn góc lệch 0%

+ Tỉ số BI 0%

+ Do dòng $I_0=0\%$

+ 5P20 10% (cấp chính xác BI)

+ Đóng không tải (dòng xung kích) 2÷3%

+ Đầu phân áp $\pm 9 \times 1,78 = 16,02\%$

$$I_{diff1} = 0,1 + 0,03 + 0,1602 = 0,292$$

Vậy ta chọn $I_{diff1} = 0,3$ (A)

$$I_{diff2} = (10 \div 12) \cdot I_{dmT} = 12 \cdot 1 = 12(A)$$

⇒ Dòng hãm (bias):

$$I_{bias1} = I_{s1} = (I_{1T} + I_{2T})/2 = (1 + 1)/2 = 1(A)$$

$$I_{s2} = (3 \div 4) \cdot I_{s1} = 4 \cdot 1 = 4(A)$$

❖ Độ dốc tính toán:

- Chọn độ dốc hãm: để phân biệt chọn lọc giữa ngắn mạch trong và ngoài vùng bảo vệ. Đặc tính hãm có thể có 1 độ dốc hay 2 độ dốc khác nhau.

- Chọn đặc tính có 2 độ dốc: để cải thiện độ nhạy khi trong miền cho sai số CT nhỏ nhất và tăng độ tin cậy tác động trong miền có dòng điện lớn làm CT sai số nhiều hơn. Độ dốc 1 với giả thiết sai số CT 10% chọn độ dốc khoảng 30% (chọn $SLP1 = 30$). Độ dốc 2 khoảng 70%.

+ Độ dốc slope 1 được tính theo công thức:

$$SLOPE1 = 2 \cdot E_{CT} + E_{RL} + K_{MARGIN}$$

Trong đó:

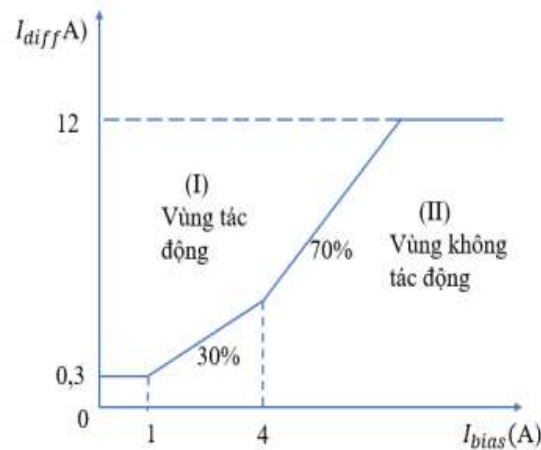
E_{CT} : sai số của BT, $E_{CT} = 10\%$

E_{RL} : sai số của rơle, $E_{RL} = 5\%$

K_{MARGIN} : sai số của hệ số biên, $K_{MARGIN} = 5\%$

$$\Rightarrow \text{SLOPE1} = 2 \cdot E_{CT} + E_{RL} + K_{MARGIN} = 2 \cdot 10 + 5 + 5 = 30\%$$

+ Độ dốc slope 2: $\text{SLOPE2} = 70\%$



Hình 2.4: Đường đặc tính làm việc của rơle

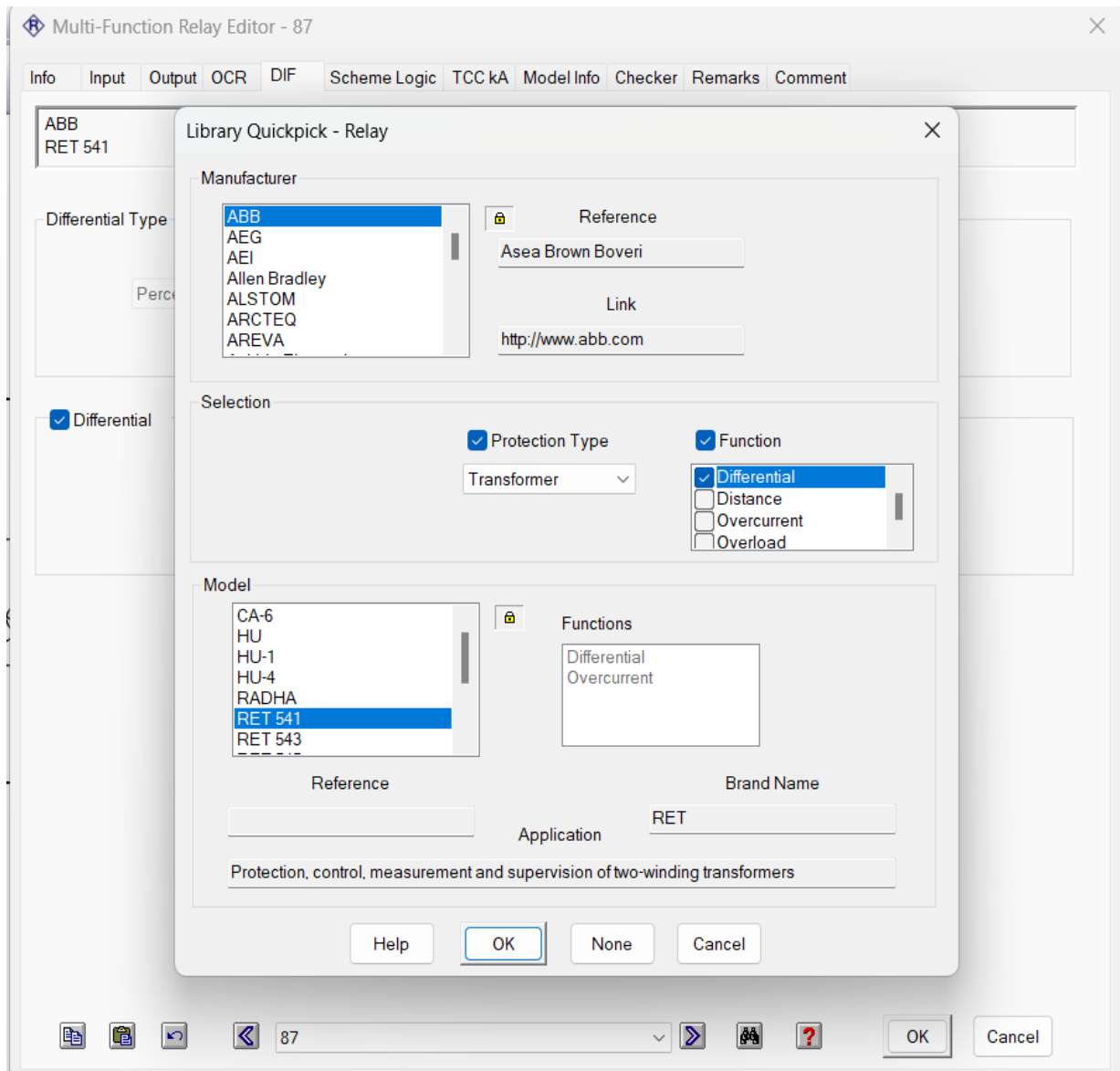
2.2. Kết luận chương 2.

- Phần này đã lựa chọn hình thức bảo vệ phù hợp cho máy biến áp, gồm bảo vệ quá dòng và bảo vệ so lệch. Các thông số cài đặt như dòng tác động, thời gian trễ và đặc tuyến bảo vệ được tính toán chi tiết. Việc chỉnh định thông số được thực hiện sao cho vừa đảm bảo an toàn thiết bị, vừa đảm bảo không tác động sai trong các chế độ làm việc bình thường hoặc ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ.

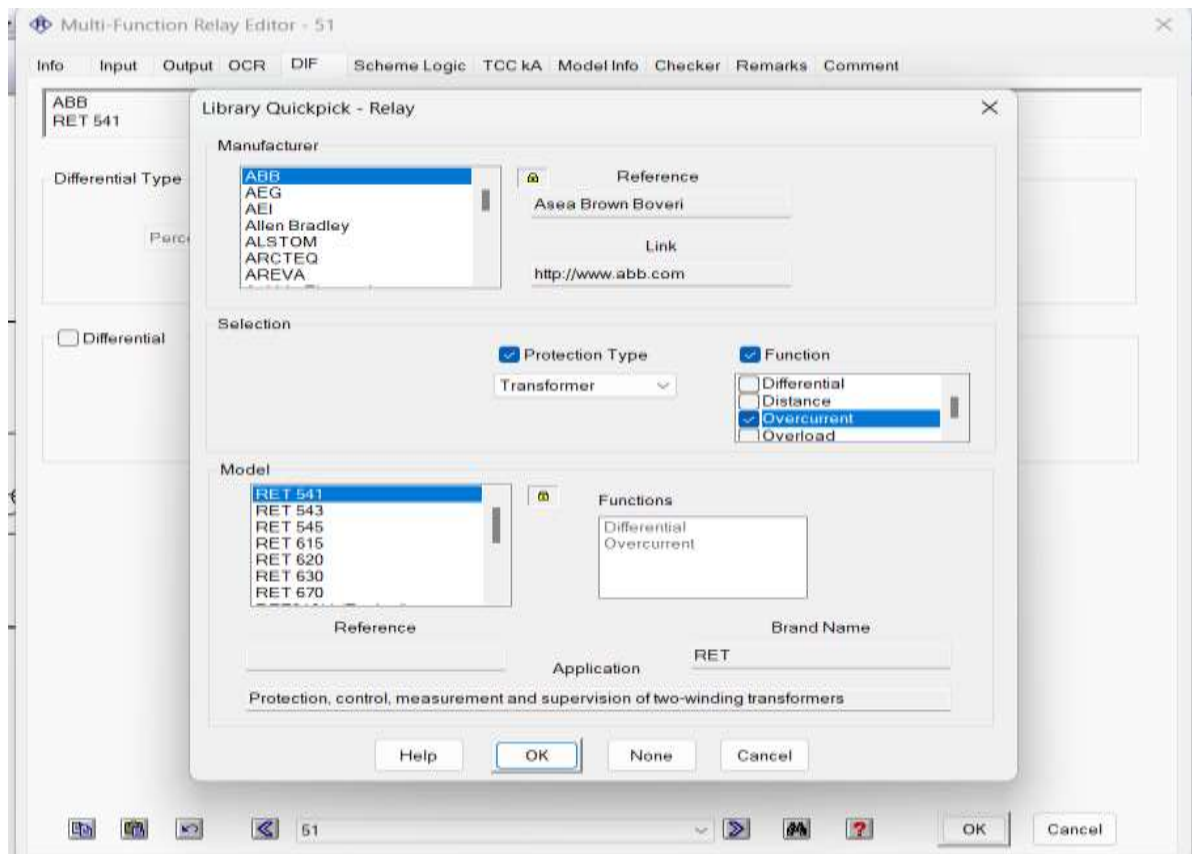
CHƯƠNG 3 MÔ PHỎNG BẢO VỆ ROLE TRONG PHẦN MỀM ETAP

3.1. Lựa chọn các loại role bảo vệ MBA B3 trong phần mềm etap

- Xét thông số thiết bị chính và phương thức bảo vệ của Nhà Máy Nhiệt Điện
- Đối với MBA B3 80 MVA kết nối với phía cao áp 110 kV và hạ áp 10,5 kV
- Bảo vệ chính: sử dụng role bảo vệ so lệch MBA ABB RET541

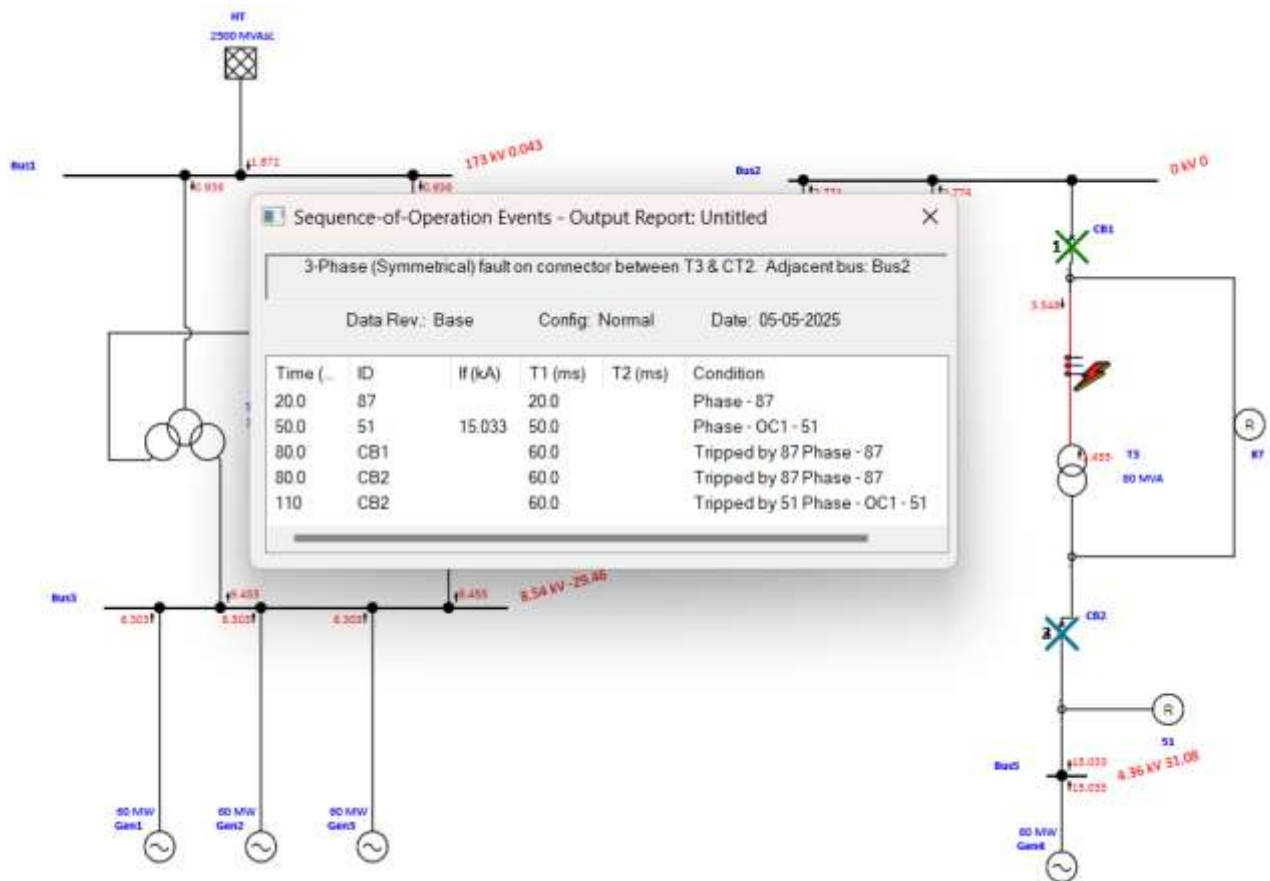


- Bảo vệ dự phòng: sử dụng role bảo vệ quá dòng ABB RET541



3.2. Phân tích đánh giá phổ hợp bảo vệ

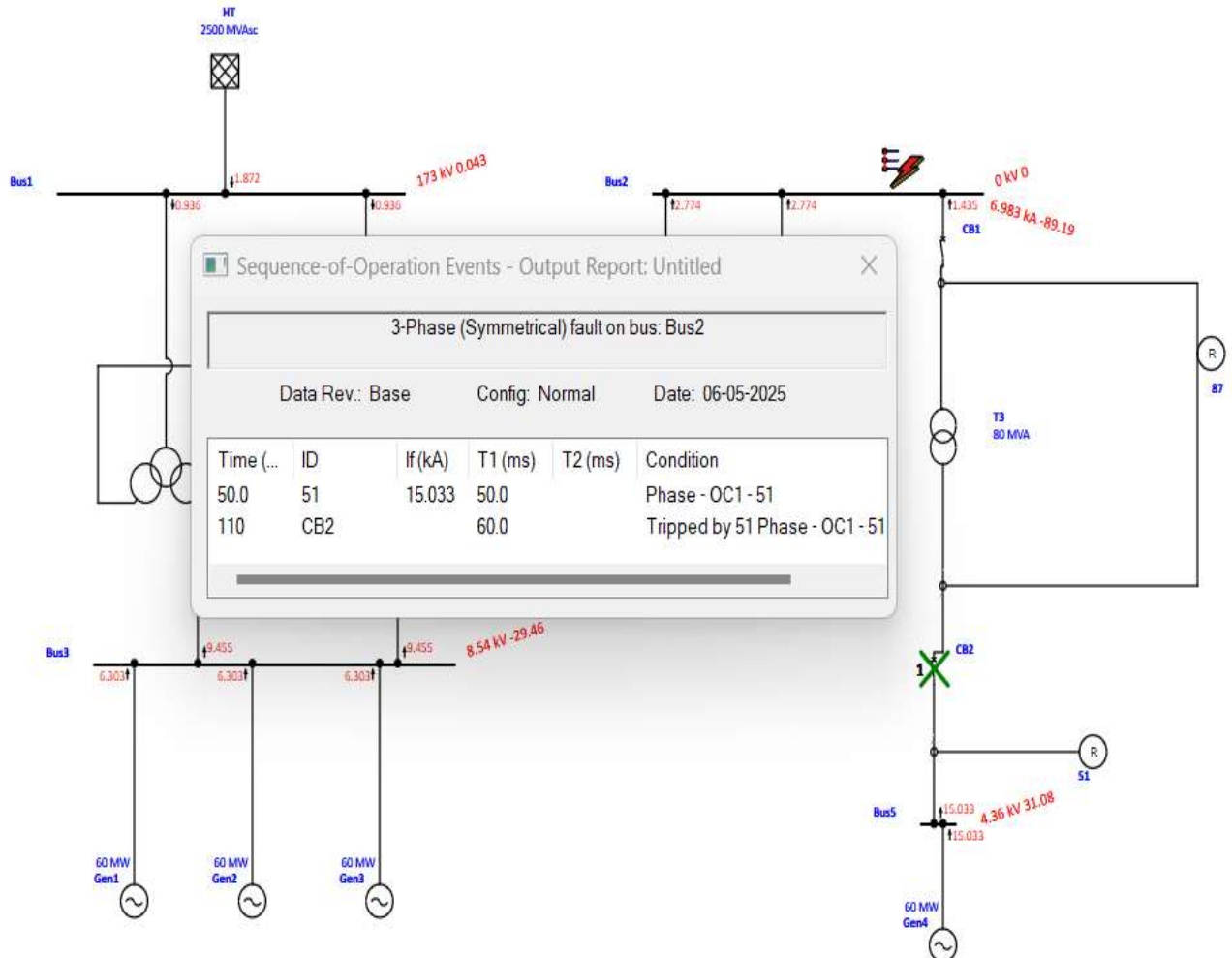
- Trường hợp 1: Khi sự cố trong vùng bảo vệ role có chức năng 87



Hình 3.1 Sơ đồ khi có sự cố ba pha trong vùng bảo vệ role có chức năng 87

- Bảo vệ chính RLSL tác động đi cắt MC CB1 và CB2 với thời gian cắt 0.02s nhằm cô lập sự cố khi có ngắn mạch xảy ra trong vùng bảo vệ. Nếu trong trường hợp role có chức năng 87 không cắt được MC thì role dự phòng 51 sẽ tác động ở ngưỡng dòng 15,033 kA với thời gian cắt 0.05s.

- Trường hợp 2: Khi sự cố ngoài vùng bảo vệ role có chức năng 87



Hình 3.2 Sơ đồ khi có sự cố ba pha ngoài vùng bảo vệ role có chức năng 87

- Bảo vệ chính RLSL sẽ không tác động đến cắt MC CB1 và CB2 do nằm ngoài vùng bảo vệ. Khi đó role dự phòng RLQD 51 sẽ tác động đi cắt MC CB2 ở ngưỡng dòng 15,033 kA với thời gian cắt 0.05s.

3.3. Nhận Xét:

❖ Bảo vệ quá dòng:

- Chức năng F50/50N làm việc dựa theo ngưỡng dòng sự cố và tất cả các bảo vệ liên kế đều có cùng giá trị thời gian tác động. Vì vậy, ưu điểm của chức năng này là cắt nhanh ngắn mạch, đặc biệt là ngắn mạch gần nguồn có yêu cầu thời gian cô lập sự cố bé. Cho nên, trong thực tế F50/50N có thể kết hợp với F79 để có thể cắt nhanh sự cố thoáng qua và giảm thời gian khôi phục lưới điện. Tuy nhiên nhược điểm của chức năng này là chỉ bảo vệ được 1 phần đường dây (tồn tại vùng chết nằm ở cuối đường dây). Ví dụ đối với đường dây quá ngắn, do sai số đo lường role và biến dòng hoặc thay đổi giá trị tổng trở

nguồn làm cho bảo vệ quá dòng cắt nhanh pha mất chọn lọc khi sự cố ở đầu đường dây lân cận.

- Chức năng bảo vệ quá dòng F51/51N phối hợp bảo vệ theo phương pháp chọn thời gian tác động của bảo vệ theo nguyên tắc bậc thang để bảo vệ role tác động tin cậy, chọn lọc. Tuy nhiên chức năng có các nhược điểm sau:

- o Chức năng này chỉ phù hợp sử dụng cho lưới hình tia có nguồn cung cấp từ 1 phía, không phù hợp cho đường dây dài hoặc 2 nguồn cung cấp bởi vì yêu cầu chọn lọc sẽ không được thỏa mãn cho dù máy cắt và bảo vệ được đặt ở cả 2 phía của đường dây.

- o Role khó phân biệt được dòng sự cố ở các vị trí gần mạch khác nhau nếu có điện trở sự cố thay đổi.

- o Đối với ngắn mạch gần nguồn thường là sự cố trầm trọng nhưng BVRL gần nguồn lại có thời gian cắt lớn nhất (có thể vượt quá giới hạn yêu cầu giải trừ sự cố gần nguồn khoảng 1s).

❖ Bảo vệ so lệch:

Chức năng bảo vệ so lệch đảm bảo các yêu cầu:

- Thời gian tác động của bảo vệ gần như bằng 0(s) nên chức năng có tính chọn lọc tuyệt đối. Nhờ có tính hãm nên không làm cho bảo vệ tác động mất chọn lọc.

- Bảo vệ có tính chọn lọc tuyệt đối nên không cần phối hợp về thời gian với các bảo vệ liên kề nên có tính tác động nhanh.

- Độ nhạy của bảo vệ rất cao, đảm bảo yêu cầu làm nhiệm vụ bảo vệ chính.

- Sơ đồ nối dây của bảo vệ có dây dẫn phụ nên nếu đứt dây dẫn phụ có thể làm kéo dài thời gian ngừng hoạt động của bảo vệ, hoặc bảo vệ có thể tác động không đúng (nếu bộ phận kiểm tra đứt mạch thứ không làm việc). Nên độ tin cậy của bảo vệ không được cao.

⇒ Chức năng F87T đảm bảo các yêu cầu bảo vệ chính cho MBA.

3.4 Kết luận chương 3.

- Sử dụng phần mềm ETAP, mô phỏng hoạt động của các role bảo vệ máy biến áp trong các tình huống cụ thể: làm việc bình thường, ngắn mạch ngoài và ngắn mạch bên trong vùng bảo vệ. Qua kết quả mô phỏng, khả năng tác động của role được kiểm tra và đánh giá, cho thấy tính hiệu quả và độ tin cậy cao của hệ thống bảo vệ được thiết kế. Đây là bước quan trọng để xác nhận tính đúng đắn của các thông số tính toán và lựa chọn trước đó.

KẾT LUẬN

Đồ án tốt nghiệp với đề tài "Tính toán, thiết kế phần điện và bảo vệ role trong nhà máy nhiệt điện ngưng hơi công suất 240MW" đã giúp em có cơ hội vận dụng tổng hợp kiến thức chuyên môn đã học để giải quyết một bài toán thiết kế thực tế trong ngành điện.

Trong Phần I, đồ án đã trình bày chi tiết quá trình tính toán cân bằng công suất và phân tích đặc điểm phụ tải ở các cấp điện áp khác nhau, từ đó đưa ra ba phương án sơ đồ nối điện chính và lựa chọn phương án tối ưu nhất (phương án II) dựa trên các tiêu chí kỹ thuật, kinh tế và tính linh hoạt trong vận hành. Tính toán ngắn mạch tại các điểm điển hình của dòng điện khi sự cố giúp xác định các yêu cầu kỹ thuật quan trọng để lựa chọn thiết bị và làm cơ sở để cài đặt các bảo vệ. Việc lựa chọn và kiểm tra các thiết bị chính như máy biến áp, máy cắt, dao cách ly, kháng điện, dây dẫn, sứ cách điện, ... được thực hiện cẩn thận nhằm đảm bảo khả năng làm việc ổn định trong cả điều kiện bình thường và khi có sự cố.

Trong Phần II, đồ án tập trung vào tìm hiểu và tính toán các chức năng bảo vệ role cho máy biến áp – một phần tử quan trọng trong hệ thống điện. Các nguyên lý hoạt động, yếu tố ảnh hưởng và phương pháp tính toán chỉnh định role được trình bày rõ ràng. Đặc biệt, đồ án đã sử dụng phần mềm ETAP để mô phỏng hoạt động của hệ thống bảo vệ trong các trường hợp như vận hành bình thường, ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ và ngắn mạch bên trong máy biến áp, từ đó đánh giá mức độ chính xác và hiệu quả của từng phương án bảo vệ.

Qua quá trình thực hiện, em không chỉ nâng cao kỹ năng tính toán kỹ thuật mà còn rèn luyện được tư duy hệ thống, kỹ năng đọc hiểu tài liệu chuyên ngành, sử dụng phần mềm mô phỏng, và tiếp cận cách giải quyết bài toán thiết kế trong thực tiễn ngành điện. Đặc biệt, em hiểu rõ hơn về vai trò quan trọng của công tác bảo vệ role, không chỉ nhằm cô lập sự cố mà còn giữ an toàn cho thiết bị, con người và toàn bộ hệ thống điện.

Tuy nhiên, do giới hạn về thời gian, điều kiện nghiên cứu và kinh nghiệm thực tiễn, đồ án chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Em kính mong nhận được sự góp ý từ các thầy cô để hoàn thiện hơn kiến thức chuyên môn và kỹ năng nghề nghiệp trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. PGS. Nguyễn Hữu Khải
Thiết kế phần điện nhà máy điện và trạm biến áp
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật – 2006.
- [2]. GS.TS. Lê Kim Hùng – TS. Vũ Phan Huân
Role kỹ thuật số bảo vệ hệ thống Điện
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật
- [3]. TS. Đào Quang Thạch (chủ biên) – TS. Phạm Văn Hoà
Phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2007.