

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên : Bùi Tiến Đạt

Giảng viên hướng dẫn : ThS. Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng -2021

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

**TÍNH TOÁN CUNG CẤP ĐIỆN CHO NHÀ MÁY
NHIỆT ĐIỆN**

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

Sinh viên thực hiện: Bùi Tiến Đạt

Giảng viên hướng dẫn: ThS. Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng - 2021

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Bùi Tiến Đạt - **MSV :** 1712102001

Lớp : DC 2101

Ngành: Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : Tính toán cung cấp điện cho nhà máy nhiệt điện

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để tính toán.

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Nguyễn Đoàn Phong

Học hàm, học vị : Thạc sỹ

Cơ quan công tác : Trường Đại học quản lý và công nghệ Hải Phòng

Nội dung hướng dẫn:

.....
.....
.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2021

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 31 tháng 12 năm 2021

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Bui Tiến Đạt

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Giảng viên hướng dẫn

ThS. Nguyễn Đoàn Phong

Hải Phòng, ngày tháng năm 2021

TRƯỞNG KHOA

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên: Nguyễn Đoàn Phong

Đơn vị công tác: Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên: Bùi Tiên Đạt

Chuyên ngành: Điện Tự Động Công Nghiệp

Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

.....
.....
.....
.....

2. Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2021

Giảng viên hướng dẫn

(ký và ghi rõ họ tên)

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên

Đơn vị công tác:.....

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:.....

Đề tài tốt nghiệp:

.....

1. Phần nhận xét của giảng viên chấm phản biện

.....
.....
.....
.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....
.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2021

Giảng viên chấm phản biện

(ký và ghi rõ họ tên)

TÍNH TOÁN PHẦN ĐIỆN NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN	- 2 -
CHƯƠNG I :KHÁI QUÁT CHUNG VỀ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN	- 2 -
1.1. Giới thiệu chung về nhà máy nhiệt điện	- 2 -
CHƯƠNG 2	- 4 -
TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT	- 4 -
CHỌN MÁY PHÁT ĐIỆN	- 4 -
II. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT	- 4 -
1. Đồ thị phụ tải điện áp máy phát (phụ tải địa phương).....	- 5 -
2. Đồ thị phụ tải trung áp	- 5 -
3. Đồ thị phụ tải toàn nhà máy.....	- 6 -
4. Đồ thị phụ tải tự dùng của nhà máy	- 7 -
5. Đồ thị công suất phát về hệ thống	- 8 -
CHƯƠNG III	- 10 -
CHỌN SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN CHÍNH CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN	- 10 -
I. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN	- 10 -
1. Phương án 1	- 11 -
2. Phương án 2	- 12 -
II . TÍNH TOÁN CHỌN MÁY BIẾN ÁP CHO PHƯƠNG ÁN 1	- 13 -
1.1. Chọn máy biến áp	- 13 -
1.2. Phân bố công suất cho các máy biến áp	- 14 -
1.3.Kiểm tra khả năng quá tải của máy biến áp.....	- 14 -
1.4.Tính dòng điện cường bức của các mạch và chọn kháng điện phân đoạn-	17
-	
CHƯƠNG IV	- 22 -
TÍNH TOÁN DÒNG ĐIỆN NGẮN MẠCH	- 22 -
I. CHỌN CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN	- 22 -
II. CHỌN CÁC ĐIỂM ĐỀ TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH	- 22 -
III. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN NỐI ĐIỆN ĐÃ CHỌN ...	- 23 -
1. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN 1	- 23 -
1.1.Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại điểm N_1	- 25 -
1.2.Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_2	- 26 -
1.3.Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_3	- 28 -
1.4.Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_4	- 31 -

1.5.Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N ₅	- 32 -
1.6.Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N' ₅	- 32 -
1.7.Tính dòng ngắn mạch tại điểm N ₆	- 36 -
CHƯƠNG V	- 38 -
TÍNH TOÁN KINH TẾ - KỸ THUẬT	- 38 -
LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU	- 38 -
I. CHỌN HÌNH THỨC THANH GÓP Ở CÁC CẤP ĐIỆN ÁP	- 38 -
II. TÍNH TOÁN KINH TẾ CỦA CÁC PHƯƠNG ÁN	- 38 -
1. PHƯƠNG ÁN 1.....	- 38 -
2. PHƯƠNG ÁN 2.....	- 41 -
3. Tính vốn đầu tư cho từng phương án	- 43 -
1.3.Tính vốn đầu tư phương án 1	- 43 -
2.3.Tính vốn đầu tư cho phương án 2.....	- 44 -
III. SO SÁNH LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU	- 46 -
CHƯƠNG VI	- 48 -
CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ DÂY DẪN	- 48 -
I. CHỌN THANH DẪN CỨNG CHO MẠCH MÁY PHÁT ĐIỆN	- 48 -
1.Chọn tiết diện thanh dẫn cứng cho mạch máy phát.....	- 48 -
2.Kiểm tra ổn định nhiệt	- 49 -
3.Kiểm tra ổn định động	- 49 -
II.CHỌN SỨ ĐỠ THANH DẪN CỨNG MẠCH MÁY PHÁT ĐIỆN	- 51 -
1.Điều kiện chọn sứ (đặt trong nhà)	- 51 -
2.Kiểm tra ổn định động	- 51 -
III.CHỌN THANH DẪN MỀM	- 51 -
1.Chọn thanh dẫn mềm làm thanh góp cấp điện áp 220kV	- 52 -
IV.CHỌN MÁY BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG	- 56 -
1.Chọn máy biến điện áp (BU)	- 56 -
Cấp 0,5	- 58 -
2.Chọn máy biến dòng điện (BI)	- 58 -
Tổng cộng	- 59 -
V.CHỌN CẤP VÀ KHÁNG ĐIỆN CHO PHỤ TẢI ĐỊA PHƯƠNG	- 60 -
1.Chọn cấp.....	- 61 -
2.Chọn kháng điện	- 62 -
CHƯƠNG VII	- 64 -
CHỌN SƠ ĐỒ VÀ THIẾT BỊ TỰ DỪNG	- 64 -
1. Chọn máy biến áp tự dòng cấp 1	- 65 -

2. Chọn máy biến áp tự dòng cấp 2	- 65 -
3. Chọn máy cắt phía hạ áp của máy biến áp tự dòng cấp 1.....	- 66 -
4. Hệ Thống Điện Tự Dòng Một Chiều.....	- 67 -

LỜI NÓI ĐẦU

Hệ thống điện là một bộ phận của hệ thống năng lượng, bao gồm các nhà máy điện, mạng điện và các hộ tiêu thụ điện. Trong đó các nhà máy điện có nhiệm vụ biến đổi năng lượng sơ cấp như: than, dầu, khí đốt, thủy năng ... thành điện năng. Hiện nay ở nước ta lượng điện năng được sản xuất hàng năm bởi các nhà máy nhiệt điện không còn chiếm tỉ trọng lớn như thập kỷ 80. Tuy nhiên, với thế mạnh nguồn nguyên liệu như nước ta, tính chất phụ tải đáy của nhà máy nhiệt điện thì việc củng cố và xây dựng mới các nhà máy nhiệt điện vẫn đang là một nhu cầu đối với giai đoạn phát triển hiện nay.

Trong bối cảnh đó, thiết kế phần điện nhà máy nhiệt điện không chỉ là nhiệm vụ mà còn là sự củng cố khá toàn diện về mặt kiến thức đối với mỗi sinh viên ngành điện trước khi thâm nhập vào thực tế. Nay em được giao đề tài : *“Tính toán cung cấp điện cho nhà máy nhiệt điện”* do thầy giáo Thạc sỹ Nguyễn Đoàn Phong hướng dẫn .

Trong thời gian nghiên cứu thực hiện nhiệm vụ đề án. dù đã cố gắng tham khảo tài liệu và thực tế với sự giúp đỡ nhiệt tình của thầy giáo. Tuy nhiên do thời gian nghiên cứu, tìm hiểu có hạn và trình độ năng lực còn nhiều hạn chế... đề án không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy và các bạn để đề án này được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

TÍNH TOÁN PHẦN ĐIỆN NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

CHƯƠNG I : KHÁI QUÁT CHUNG VỀ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

1.1. Giới thiệu chung về nhà máy nhiệt điện

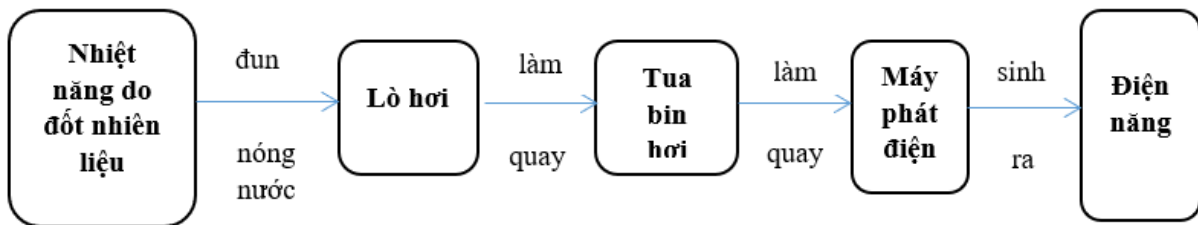
Trong nhà máy nhiệt điện người ta dùng nhiên liệu là than đá, dầu hoặc khí đốt, trong đó than đá được sử dụng rộng rãi nhất.

Để quay máy phát điện, trong nhà máy nhiệt điện dùng tuabin hơi nước, máy hơi nước, động cơ đốt trong và tuabin khí, tuabin hơi nước có khả năng cho công suất cao và vận hành kinh tế nên được sử dụng rộng rãi nhất.

Nhà máy NĐ được chia làm hai loại: Nhiệt điện ngưng hơi và nhiệt điện trích hơi.

- Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi toàn bộ hơi dùng sản xuất điện năng.
- Nhà máy nhiệt điện trích hơi một phần năng lượng của hơi được sử dụng vào mục đích công nghiệp và sinh hoạt của nhân dân và vùng lân cận.

Quá trình biến đổi năng lượng trong nhà máy nhiệt điện được mô tả:



Sơ đồ biến đổi năng lượng của nhà máy nhiệt điện

Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi là các nhà máy nhiệt điện chỉ làm nhiệm vụ sản xuất điện năng, nghĩa là toàn bộ năng lượng nhiệt của hơi nước do lò hơi sản xuất ra đều được dùng để sản xuất điện. Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi là loại hình chính và phổ biến của nhiệt điện.

Nhiên liệu dùng trong các nhà máy nhiệt điện là các nhiên liệu rắn: than đá, than bùn, ...; nhiên liệu lỏng là các loại dầu đốt; nhiên liệu khí được dùng nhiều là khí tự nhiên, khí lò cao từ các nhà máy luyện kim, các lò luyện than cốc.

* Đặc điểm của nhà máy nhiệt điện ngưng hơi:- Công suất lớn, thường được xây dựng gần nguồn nhiên liệu.

- Phụ tải cung cấp cho khu vực gần nhà máy (phụ tải địa phương) rất nhỏ, phần lớn điện năng phát ra được đưa lên điện áp cao để cung cấp cho các phụ tải ở xa.
- Có thể làm việc với phụ tải bất kỳ trong giới hạn từ P_{\min} đến P_{\max} .
- Thời gian khởi động lâu, khoảng 3 đến 10 giờ, thời gian nhỏ đối với nhà máy chạy dầu và khí, lớn đối với nhà máy chạy than.
- Có hiệu suất thấp, thường khoảng 30 đến 35%.
- Lượng điện tự dùng lớn 3 đến 15%.
- Vốn xây dựng nhỏ và thời gian xây dựng nhanh hơn so với thủy điện.
- Gây ô nhiễm môi trường do khói, bụi ảnh hưởng đến một vùng khá rộng.

CHƯƠNG 2

TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT

Cân bằng công suất trong hệ thống điện là rất cần thiết đảm bảo cho hệ thống làm việc ổn định, tin cậy và đảm bảo chất lượng điện năng. Công suất do nhà máy điện phát ra phải cân bằng với công suất yêu cầu của phụ tải. Trong thực tế lượng điện năng luôn thay đổi do vậy người ta phải dùng phương pháp thống kê dự báo lập nên đồ thị phụ tải, nhờ đó định ra phương pháp vận hành tối ưu, chọn sơ đồ nối điện phù hợp, đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện ...

CHON MÁY PHÁT ĐIỆN

Nhiệm vụ tính toán nhà máy điện bao gồm 3 tổ máy x 60 MW. Do đã biết số lượng và công suất của từng tổ máy nên việc chọn máy phát điện chỉ cần lưu ý chọn máy phát điện cùng loại để đơn giản trong việc vận hành, điện áp càng cao càng tốt để giảm dòng định mức của máy phát và dòng ngắn mạch ở cấp điện áp này.

Ta chọn máy phát đồng bộ có các thông số như sau:

Theo nhiệm vụ thiết kế phần điện cho nhà máy nhiệt điện có công suất 180MW, gồm 3 máy phát điện 3 x 60MW; $U_{đm} = 10,5kV$. Chọn máy phát điện loại TBφ-60-2 có các thông số kỹ thuật cho trong bảng sau:

Loại MF	$S_{Fđm}$ MVA	$P_{Fđm}$ MW	$\cos\varphi_{đm}$	$U_{Fđm}$ kV	$I_{đm}$ KA	X_d''	X_d'	X_d
TBφ-60-2	75	60	0,8	10,5	4,125	0,146	0,22	1,691

II. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT

Xuất phát từ đồ thị phụ tải ngày ở các cấp điện áp theo phần trăm công suất tác dụng cực đại P_{max} và hệ số công suất $\cos\varphi$ của phụ tải tương ứng, ta xây dựng được đồ thị phụ tải các cấp điện áp và toàn nhà máy theo công suất biểu kiến theo các công thức sau :

$$P(t) = \frac{P\%}{100} \cdot P_{\max} \quad (1)$$

$$S(t) = \frac{P(t)}{\cos \varphi} \quad (2)$$

Trong đó: $P(t)$ – công suất tác dụng của phụ tải tại thời điểm t .

$S(t)$ – công suất biểu kiến của phụ tải tại thời điểm t .

$\cos \varphi$ - hệ số công suất của phụ tải.

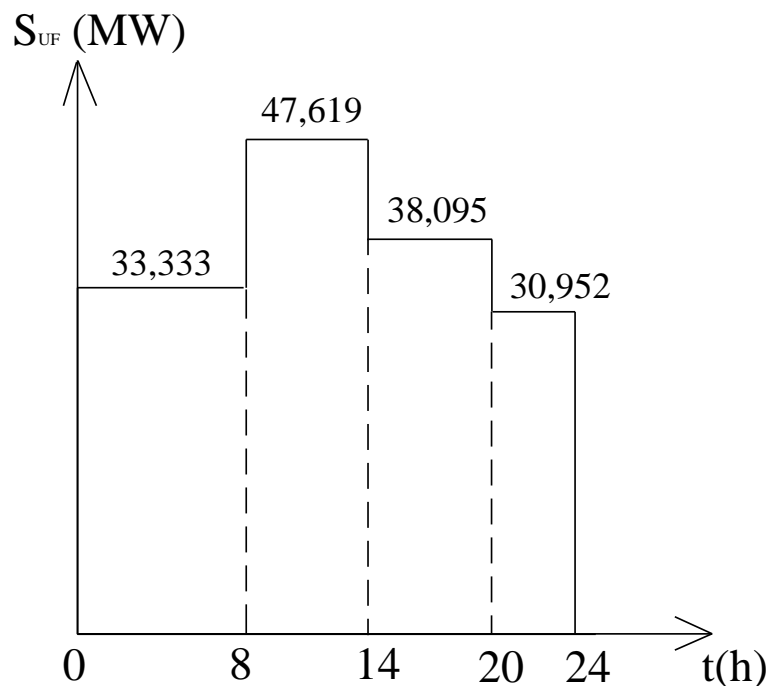
1. Đồ thị phụ tải điện áp máy phát (phụ tải địa phương)

Phụ tải điện áp máy phát có $U_{dm}=10$ kV; $P_{UFmax}=40$ MW; $\cos \varphi =0,84$.

Theo các công thức (1) và (2) ta có bảng kết quả sau :

t(h)	0 – 8	8 – 14	14 – 20	20 – 24
$P_{UF}\%$	70	100	80	65
$P_{UF}(t), MW$	28	40	32	26
$S_{UF}(t), MVA$	33,333	47,619	38,095	30,952

Đồ thị phụ tải địa phương :



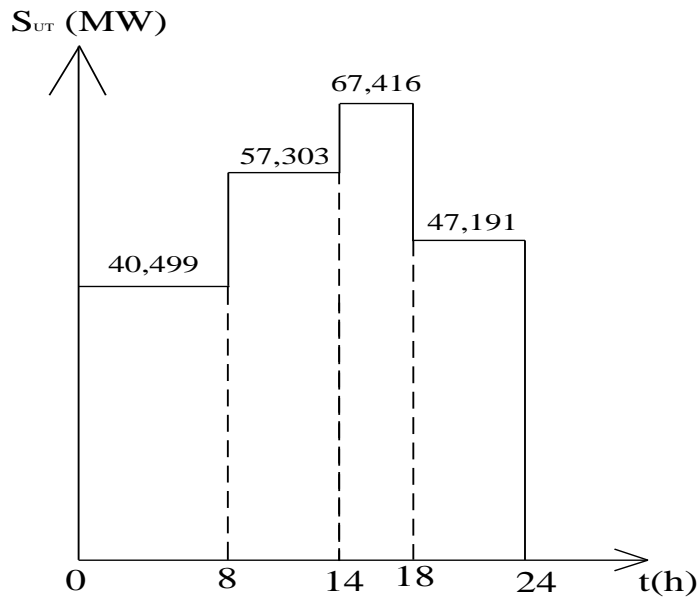
2. Đồ thị phụ tải trung áp

Phụ tải trung áp có $U_{dm}=110$ kV; $P_{UTmax}=60$ MW; $\cos \varphi =0,89$.

Theo các công thức (1) và (2) ta có bảng kết quả sau :

t(h)	0 – 8	8 – 14	14 – 18	18 – 24
P _{UT} %	60	85	100	70
P _{UT} (t),MW	36	51	60	42
S _{UT} (t),MVA	40,449	57,303	67,416	47,191

Đồ thị phụ tải trung áp :



3. Đồ thị phụ tải toàn nhà máy

Nhà máy điện bao gồm 3 tổ máy 60 MW có $\cos\varphi = 0,8$ nên :

$$P_{NM} = 3 \cdot 60 = 180 \text{ MW}$$

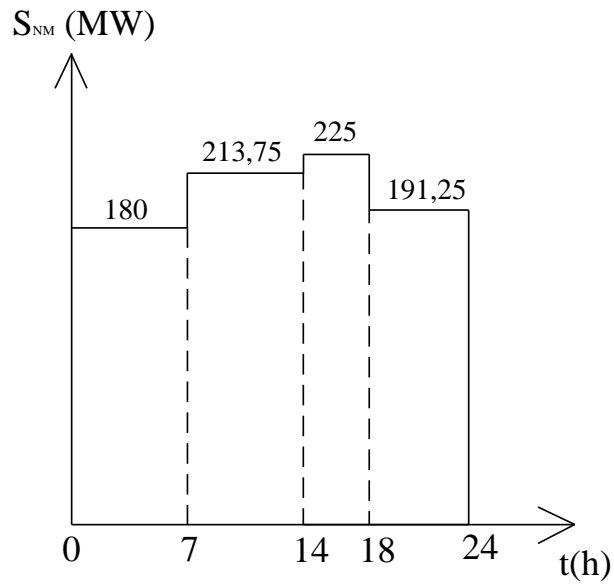
$$S_{NM} = 3 \cdot 75 = 225 \text{ MVA}$$

Theo các công thức (1) và (2) ta có bảng kết quả sau :

t(h)	0 – 7	7 – 14	14 – 18	18 – 24
P _{NM} %	80	95	100	85
P _{NM} (t),MW	144	171	180	153

Bảng phân bố phụ tải toàn nhà máy

Đồ thị phụ tải toàn nhà máy :



4. Đồ thị phụ tải tự dùng của nhà máy

Công suất tự dùng của nhà máy tại mỗi thời điểm trong ngày được tính theo công thức sau :

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

trong đó:

S_{NM} : công suất đặt của nhà máy, $S_{NM} = 225\text{MVA}$

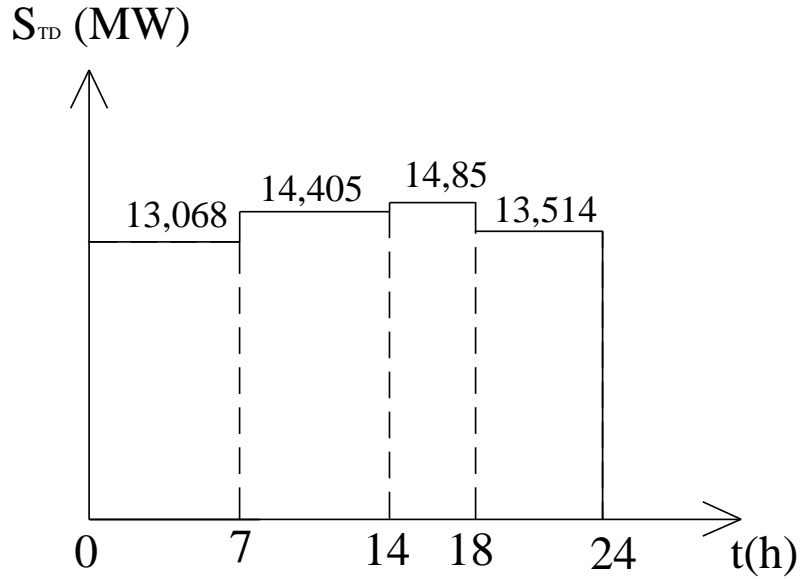
α : tự dùng nhà máy, $\alpha = 6,6\%$

Kết quả tính toán cho dưới bảng sau :

t(h)	0 – 7	7 – 14	14 – 18	18 – 24
$S_{NM}(t), \text{MV A}$	180	213,75	225	191,25
$S_{TD}(t), \text{MVA}$	13,068	14,405	14,85	13,514

Bảng phân bố phụ tải tự dùng

Đồ thị phụ tải tự dùng của nhà máy:



5. Đồ thị công suất phát về hệ thống

Công suất phát về hệ thống tại mỗi thời điểm được xác định theo công thức sau :

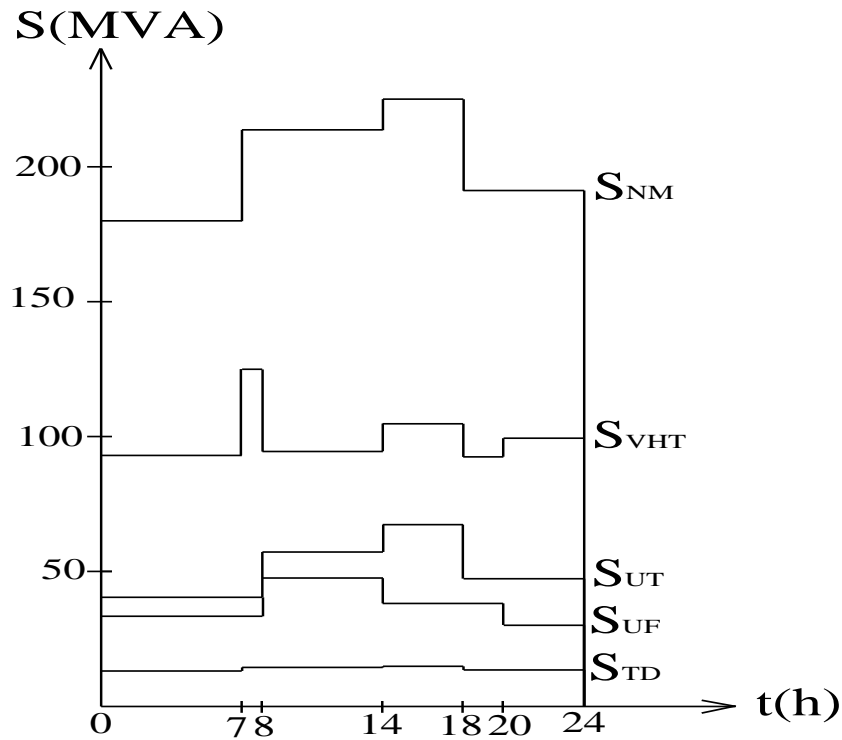
$$S_{VHT}(t) = S_{NM}(t) - [S_{UF}(t) + S_{UT}(t) + S_{TD}(t)]$$

Dựa vào các kết quả tính toán trước ta tính được công suất phát về hệ thống của nhà máy tại từng thời điểm trong ngày. Kết quả tính toán cho trong bảng sau:

t(h)	0 - 7	7 - 8	8 - 14	14 - 18	18 - 20	20 - 24
$S_{NM}(t), MV$ A	180	213,75	213,75	225	191,25	191,25
$S_{UF}(t), MVA$	33,333	33,333	47,619	38,095	38,095	30,952
$S_{UT}(t), MV$ A	40,449	40,449	57,303	67,416	47,191	47,191
$S_{TD}(t), MV$ A	13,068	14,405	14,405	14,85	13,514	13,514
$S_{VHT}(t), M$ VA	93,15	125,563	94,423	104,639	92,45	99,593

Bảng phân bố phụ tải về hệ thống

Từ bảng kết quả trên ta có đồ thị phụ tải tổng hợp :



6. Nhận xét

* Phụ tải nhà máy phân bố không đều trên cả ba cấp điện áp, giá trị công suất lớn nhất và nhỏ nhất của chúng là:

- Phụ tải địa phương : $S_{UFmax}= 47,619$ MVA ; $S_{UFmin}= 30,952$ MVA
- Phụ tải trung áp : $S_{UTmax}= 67,416$ MVA ; $S_{UTmin}= 40,449$ MVA
- Phụ tải tự dùng : $S_{TDmax}= 14,850$ MVA ; $S_{TDmin}= 13,068$ MVA
- Phụ tải phát về hệ thống: $S_{VHTmax}= 125,563$ MVA ; $S_{VHTmin}= 92,540$ MVA

Công suất phát về hệ thống của nhà máy nhỏ hơn dự trữ quay của hệ thống là 200 MVA nên khi có sự cố tách nhà máy ra khỏi hệ thống vẫn đảm bảo ổn định hệ thống.

* Vai trò của nhà máy điện thiết kế đối với hệ thống :

Nhà máy điện thiết kế ngoài việc cung cấp điện cho các phụ tải ở các cấp điện áp và tự dùng còn phát về hệ thống một lượng công suất đáng kể (khoảng 8% công suất của hệ thống) nên có ảnh hưởng rất lớn đến độ ổn định động của hệ thống.

CHƯƠNG III

CHỌN SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN CHÍNH CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN

Chọn sơ đồ nối điện chính là một trong những khâu quan trọng nhất trong việc tính toán thiết kế nhà máy điện. Các phương án đề xuất phải đảm bảo cung cấp điện liên tục, tin cậy cho các phụ tải, thể hiện được tính khả thi và tính kinh tế.

I. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN

Đề đề xuất các phương án ta đưa ra một số nhận xét sau:

- Ta có : $\frac{S_{UFmax}}{2.S_{Fdm}} = \frac{47,619}{2.75} = 31,746\% > 15\%$ nên dùng thanh góp điện áp máy phát.

Số lượng máy phát nối vào thanh góp cấp điện áp máy phát phải đảm bảo khi một tổ máy bị hỏng thì các tổ máy còn lại sẽ cung cấp đủ cho phụ tải địa phương và tự dung. Do đó ta phải ghép ít nhất 2 máy phát điện vào thanh góp cấp điện áp máy phát .

- Do các cấp điện 220kV và 110kV đều có trung tính nối đất trực tiếp, mặt khác hệ số có lợi $\alpha = 0,5$ nên ta dùng máy biến áp tự ngẫu vừa để truyền tải công suất liên lạc giữa các cấp điện áp vừa để phát công suất lên hệ thống .

- Công suất một bộ máy phát điện - máy biến áp không lớn hơn dự trữ quay của hệ thống nên ta có thể dùng sơ đồ bộ máy phát điện - máy biến áp.

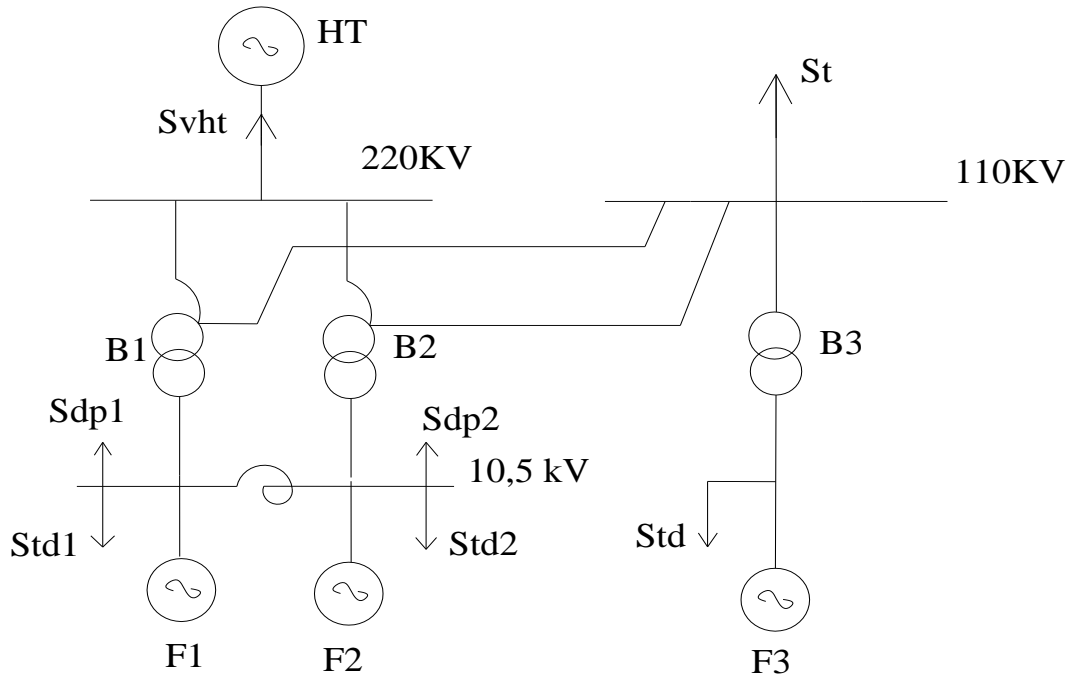
- Ta có : $S_{UTmax}=67,416$ MVA ; $S_{UTmin}= 40,449$ MVA và $S_{Fdm} = 75$ MVA, cho nên ta có thể ghép 1 bộ máy phát điện - máy biến áp ba pha hai cuộn dây bên trung áp.

- Do tầm quan trọng của nhà máy đối với hệ thống nên các sơ đồ nối điện ngoài việc đảm bảo cung cấp điện cho các phụ tải còn phải là các sơ đồ đơn giản, an toàn và linh hoạt trong quá trình vận hành sau này.

- Sơ đồ nối điện cần phải đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật cung cấp điện an toàn, liên tục cho các phụ tải ở các cấp điện áp khác nhau, đồng thời khi bị sự cố không bị tách rời các phần có điện áp khác nhau .

Với các nhận xét trên ta có các phương án nối điện cho nhà máy như sau:

1. Phương án 1



* Nhận xét :

Ở phương án 1 : có một bộ máy phát điện – máy biến áp 2 cuộn dây nối lên thanh góp 110 kV để cung cấp điện cho phụ tải 110 kV. Hai máy phát điện được nối vào thanh góp điện áp máy phát, dùng hai máy biến áp tự ngẫu để liên lạc giữa các cấp điện áp.

Phụ tải địa phương được cung cấp điện từ thanh góp cấp điện áp máy phát. Máy phát F₁ và F₂ được nối vào thanh góp này .

• Ưu điểm của phương án :

- Sơ đồ nối điện đơn giản, vận hành linh hoạt, cung cấp đủ công suất cho phụ tải các cấp điện áp.

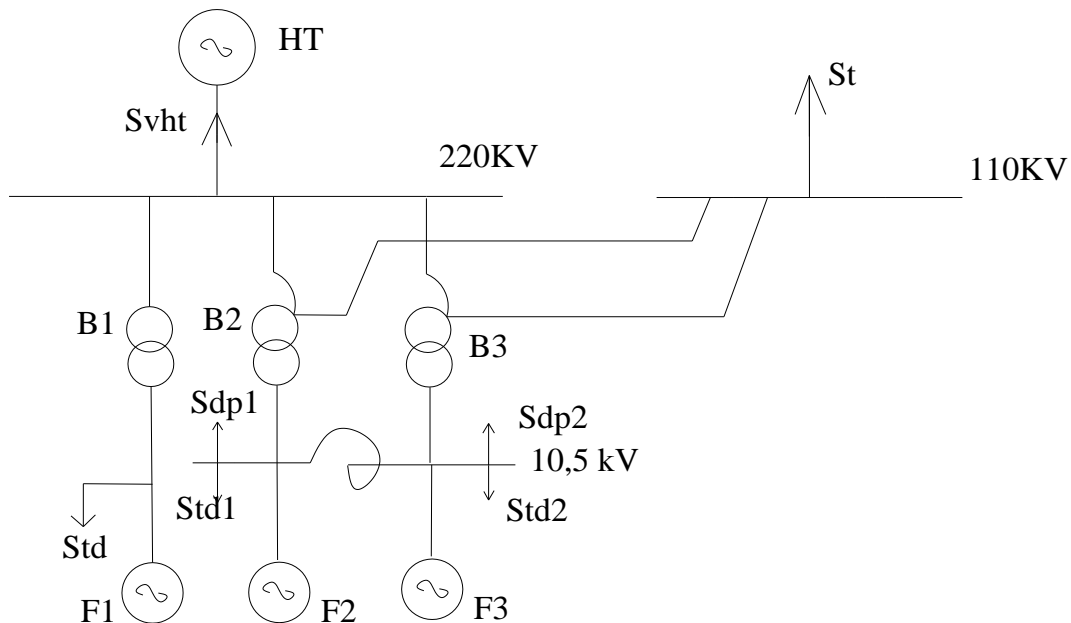
- Phụ tải địa phương được cung cấp bởi hai máy phát do đó khi sự cố một máy thì vẫn được cung cấp điện đầy đủ liên tục bởi máy phát còn lại.

- Số lượng và chủng loại máy biến áp ít nên dễ lựa chọn thiết bị và vận hành đơn giản, giá thành rẻ thoả mãn điều kiện kinh tế .

• Nhược điểm của phương án :

- Khi bộ máy phát điện - máy biến áp bên trung làm việc định mức , sẽ có một phần công suất từ bên trung truyền qua cuộn trung của MBA tự ngẫu phát lên hệ thống gây tổn thất qua 2 lần MBA .

2. Phương án 2



* Nhận xét :

Bộ máy phát điện - máy biến áp ($F_1 + B_1$) được nối với thanh góp điện áp 220kV.

Các máy phát F_2 và F_3 được nối vào thanh góp điện áp máy phát, các máy biến áp tự ngẫu ba pha làm nhiệm vụ liên lạc giữa ba cấp điện áp và cung cấp điện cho các phụ tải địa phương.

• Ưu điểm của phương án :

- Đảm bảo cung cấp điện cho các phụ tải ở các cấp điện áp .
- Cấp điện áp trung tuy không có máy biến áp nhưng luôn được đảm bảo cung cấp điện.

• Nhược điểm của phương án :

- Do tất cả các máy biến áp đều được nối với thanh góp điện áp 220kV nên đòi hỏi các máy biến áp lớn hơn, vốn đầu tư và tổn thất lớn hơn.

KẾT LUẬN :

Qua 2 phương án ta có nhận xét rằng hai phương án 1 đơn giản hơn phương án 2 và kinh tế hơn. Hơn nữa, nó vẫn đảm bảo cung cấp điện liên tục, an toàn cho các phụ tải và thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật. Do đó ta sẽ giữ lại phương án 1 để tính toán kinh tế và kỹ thuật nhằm chọn được sơ đồ nối điện tối ưu cho nhà máy điện

II . TÍNH TOÁN CHỌN MÁY BIẾN ÁP CHO PHƯƠNG ÁN 1

1.1. Chọn máy biến áp

a) Chọn máy biến áp 2 cuộn dây B3 :

Máy biến áp hai dây quấn B3 được chọn theo điều kiện:

$$S_{B3dm} \geq S_{Fdm} = 75MVA$$

Do đó ta có thể chọn được máy biến áp B3 có các thông số kỹ thuật:

Loại MBA	S _{dm} MVA	ĐA cuộn dây, kV		Tổn thất, kW		U _N %	I ₀ %
		C	H	ΔP ₀	ΔP _N		
TPДЦН	80	115	10,5	70	310	10,5	0,55

b) Chọn máy biến áp tự ngẫu B1, B2 :

Máy biến áp tự ngẫu B1, B2 được chọn theo điều kiện:

$$S_{B1dm} = S_{B2dm} \geq \frac{1}{\alpha} S_{Fdm}$$

Với α là hệ số có lợi của máy biến áp tự ngẫu:

$$\alpha = \frac{U_C - U_T}{U_C} = \frac{220 - 110}{220} = 0,5$$

$$\text{Do đó : } S_{B1dm} = S_{B2dm} \geq \frac{1}{\alpha} S_{Fdm} = \frac{1}{0,5} .75 = 150 MVA$$

Từ kết quả tính toán trên ta chọn máy biến áp tự ngẫu ba pha B1, B2 có thông số kỹ thuật :

Loại MBA	S _{dm} MVA	ĐA cuộn dây, kV			Tổn thất, kW			U _N %			I ₀ %	
		C	T	H	ΔP ₀	ΔP _N						
						C-T	C-H	T-H				
ATДЦТН	160	230	121	11	85	380			11	32	20	0,5

1.2. Phân bố công suất cho các máy biến áp

a) Với máy biến áp 2 cuộn dây B3:

Để vận hành kinh tế và thuận tiện, đối với bộ máy phát điện - máy biến áp hai cuộn dây, ta cho phát hết công suất từ 0 - 24h lên thanh góp, tức là làm việc liên tục với phụ tải bằng phẳng. Khi đó công suất tải qua máy biến áp B3 bằng :

$$S_{B3} = S_{Fdm} - \frac{1}{3} \cdot S_{td\max} = 75 - \frac{14,85}{3} = 70,05 \text{ MVA}$$

b) Với máy biến áp tự ngẫu B1 và B2 :

- Công suất qua cuộn cao áp : $S_C(B1) = S_C(B2) = \frac{1}{2} \cdot S_{VHT}$
- Công suất qua cuộn trung áp: $S_T(B1) = S_T(B2) = \frac{1}{2} \cdot (S_{UT} - S_{B3})$
- Công suất qua cuộn hạ áp: $S_H(B1) = S_H(B2) = S_C(B1) + S_T(B1)$

Kết quả tính toán phân bố công suất cho các cuộn dây của máy biến áp B1 và B2 được cho trong bảng sau :

	0-7	7-8	8-14	14-18	18-20	20-24
S_C (MVA)	46,575	62,782	47,212	52,320	46,225	49,797
S_T (MVA)	-14,801	-14,801	- 6,374	-1,317	-11,430	-11,430
S_H (MVA)	31,774	47,981	40,838	51,003	34,795	38,367

Dấu “ - ” trước công suất của cuộn dây trung có nghĩa là chỉ chiều truyền tải công suất từ phụ tải bên trung áp sang cuộn cao áp của máy biến áp tự ngẫu. Như vậy, máy biến áp tự ngẫu làm việc trong chế độ tải công suất từ hạ và trung áp lên cao áp.

1.3. Kiểm tra khả năng quá tải của máy biến áp

a) Máy biến áp hai dây quấn B3:

Vì công suất của máy biến áp B3 đã được chọn lớn hơn công suất định mức của máy phát điện. Đồng thời từ 0 - 24h luôn cho bộ máy phát điện - máy biến áp phía thanh góp 110 KV này làm việc với phụ tải bằng phẳng như đã trình bày trong phần trước, nên đối với máy biến áp B3 ta không cần phải kiểm tra quá tải .

b) Máy biến áp liên lạc B1 và B2 :

❖ Quá tải bình thường:

Từ bảng phân bố công suất các cuộn dây ta thấy công suất lớn nhất qua các cuộn cao, trung, hạ là :

$$S_{C\max} = 62,782 \text{ MVA} < \alpha \cdot S_{TN\text{đm}} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ MVA}$$

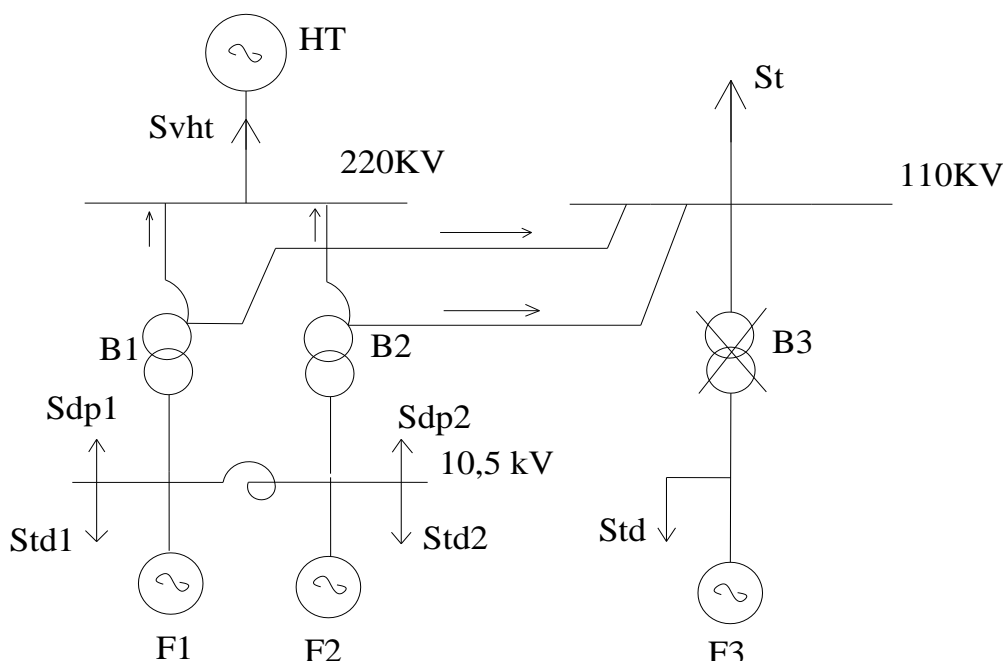
$$S_{Tmax} = 14,801 \text{ MVA} < \alpha S_{TNdm} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ MVA}$$

$$S_{Hmax} = 51,003 \text{ MVA} < \alpha S_{TNdm} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ MVA}$$

⇒ Trong điều kiện làm việc bình thường các máy biến áp tự ngẫu B1, B2 không bị quá tải.

Quá tải sự cố:

➤ Sự cố máy biến áp hai cuộn dây B3 :



Xét sự cố xảy ra khi $S_{UT} = S_{UTmax} = 67,416 \text{ MVA}$

Khi đó $S_{VHT} = 104,639 \text{ MVA}$; $S_{UF} = 38,095 \text{ MVA}$; $S_{TD} = 14,85 \text{ MVA}$.

- Điều kiện kiểm tra quá tải sự cố là :

$$2k_{qsc} \cdot \alpha \cdot S_{TNdm} \geq S_{UTmax} \Rightarrow S_{TNdm} \geq \frac{S_{UTmax}}{2k_{qsc} \cdot \alpha} = \frac{67,416}{2 \cdot 1,4 \cdot 0,5} = 48,154 \text{ MVA}$$

Do : $S_{TNdm} = 160 \text{ MVA} > 48,154 \text{ MVA}$ nên máy biến áp tự ngẫu B1 và B2 không bị quá tải khi sự cố máy biến áp B3.

- Phân bố công suất trên các cuộn dây của máy biến áp tự ngẫu khi xảy ra sự cố :

- Công suất qua cuộn trung của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_T = \frac{1}{2} \cdot S_{UTmax} = \frac{1}{2} \cdot 67,461 = 33,731 \text{ MVA} < \alpha S_{TNdm} = 80 \text{ MVA}$$

- Công suất qua cuộn hạ của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_H = S_{Fdm} - \frac{1}{3} \cdot S_{TD} - \frac{1}{2} \cdot S_{UF} = 75 - \frac{1}{3} \cdot 14,85 - \frac{1}{2} \cdot 38,095 = 51,003 \text{ MVA} < \alpha S_{TNdm} = 80 \text{ MVA}$$

- Công suất qua cuộn cao áp của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_C = S_H - S_T = 51,003 - 33,731 = 17,272 \text{ MVA} < S_{TNdm} = 160 \text{ MVA}$$

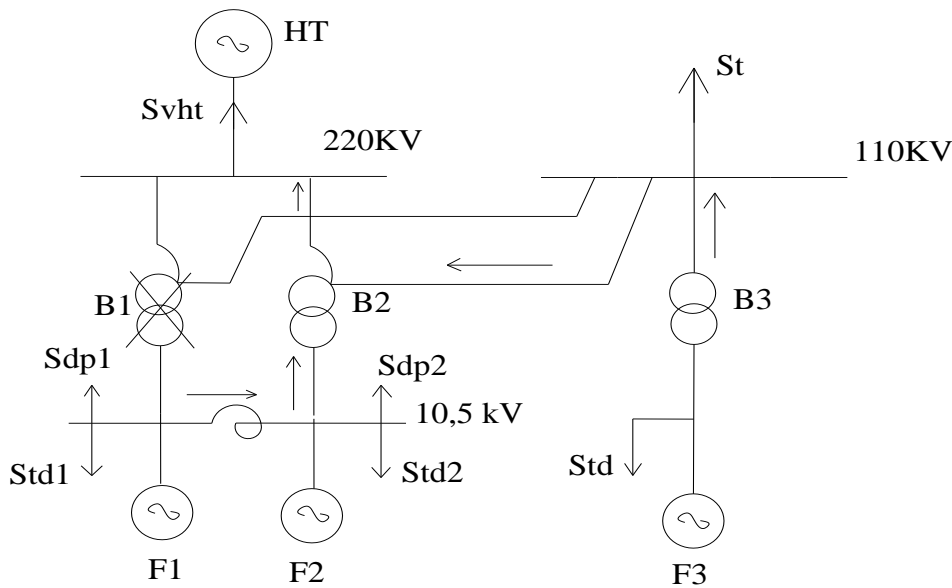
⇒ Máy biến áp tự ngẫu không bị quá tải.

- Khi đó công suất cần phát lên hệ thống là $S_{VHT} = 104,639 \text{ MVA}$, vì vậy lượng công suất còn thiếu là:

$$S_{thiếu} = S_{VHT} - 2.S_C = 104,639 - 2.17,272 = 70,095 \text{ MVA}.$$

Nhưng vì lượng công suất này nhỏ hơn công suất dự trữ quay của hệ thống nên máy biến áp đã chọn thoả mãn điều kiện quá tải .

➤ **Sự cố máy biến áp tự ngẫu B1 (hoặc B2) :**



* Xét sự cố xảy ra khi $S_{UT} = S_{UTmax} = 67,416 \text{ MVA}$

Khi đó $S_{VHT} = 104,639 \text{ MVA}$; $S_{UF} = 38,095 \text{ MVA}$; $S_{TD} = 14,85 \text{ MVA}$.

- **Phân bố công suất trên các cuộn dây của máy biến áp tự ngẫu khi xảy ra sự cố :**

- Công suất qua cuộn trung của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_T = S_{UTmax} - S_{B3} = 67,416 - 70,05 = -2,634 \text{ MVA} < \alpha S_{TNdm} = 80 \text{ MVA}$$

Dấu “-” chỉ chiều truyền công suất từ phía trung áp sang cuộn cao áp của máy biến áp tự ngẫu.

- Công suất qua cuộn hạ của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_H = 2.S_{Fdm} - \frac{2}{3}.S_{TD} - S_{UF} = 2.75 - \frac{2}{3}.14,85 - 38,095 = 102,005 \text{ MVA} < \alpha S_{TNdm} = 80 \text{ MVA}$$

- Công suất qua cuộn cao áp của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_C = S_H - S_T = 102,005 + 2,634 = 104,639 \text{ MVA} < S_{TNdm} = 160 \text{ MVA}$$

⇒ Máy biến áp tự ngẫu không bị quá tải.

- Khi đó công suất cần phát lên hệ thống là $S_{VHT} = 104,639 \text{ MVA}$, vì vậy lượng công suất còn thiếu là:

$$S_{\text{thiếu}} = S_{\text{VHT}} - S_C = 104,639 - 104,639 = 0 \text{ MVA.}$$

Như vậy, nhà máy phát vừa đủ công suất lên hệ thống nên máy biến áp đã chọn thoả mãn điều kiện quá tải sự cố.

* Xét sự cố xảy ra khi $S_{\text{UT}} = S_{\text{UTmin}} = 40,449 \text{ MVA}$

$$\text{Khi đó } S_{\text{VHT}} = 93,15 \text{ MVA}; S_{\text{UF}} = 33,333 \text{ MVA}; S_{\text{TD}} = 13,068 \text{ MVA.}$$

- Phân bố công suất trên các cuộn dây của máy biến áp tự ngẫu khi xảy ra sự cố :

- Công suất qua cuộn trung của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_T = S_{\text{UTmin}} - S_{B3} = 40,449 - 70,05 = -29,601 \text{ MVA} < k_{\text{qtsc}} \alpha S_{\text{TNdm}} = 112 \text{ MVA}$$

Dấu “-” chỉ chiều truyền công suất từ phía trung áp sang cuộn cao áp của máy biến áp tự ngẫu.

- Công suất qua cuộn hạ của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_H = 2.S_{\text{Fdm}} - \frac{2}{3}.S_{\text{TD}} - S_{\text{UF}} = 2.75 - \frac{2}{3}.13,068 - 33,333 = 107,955 \text{ MVA} < k_{\text{qtsc}} \alpha S_{\text{TNdm}} = 112 \text{ MVA}$$

- Công suất qua cuộn cao áp của máy biến áp tự ngẫu :

$$S_C = S_H - S_T = 107,955 + 29,601 = 137,556 \text{ MVA} < S_{\text{TNdm}} = 160 \text{ MVA}$$

⇒ Máy biến áp tự ngẫu không bị quá tải.

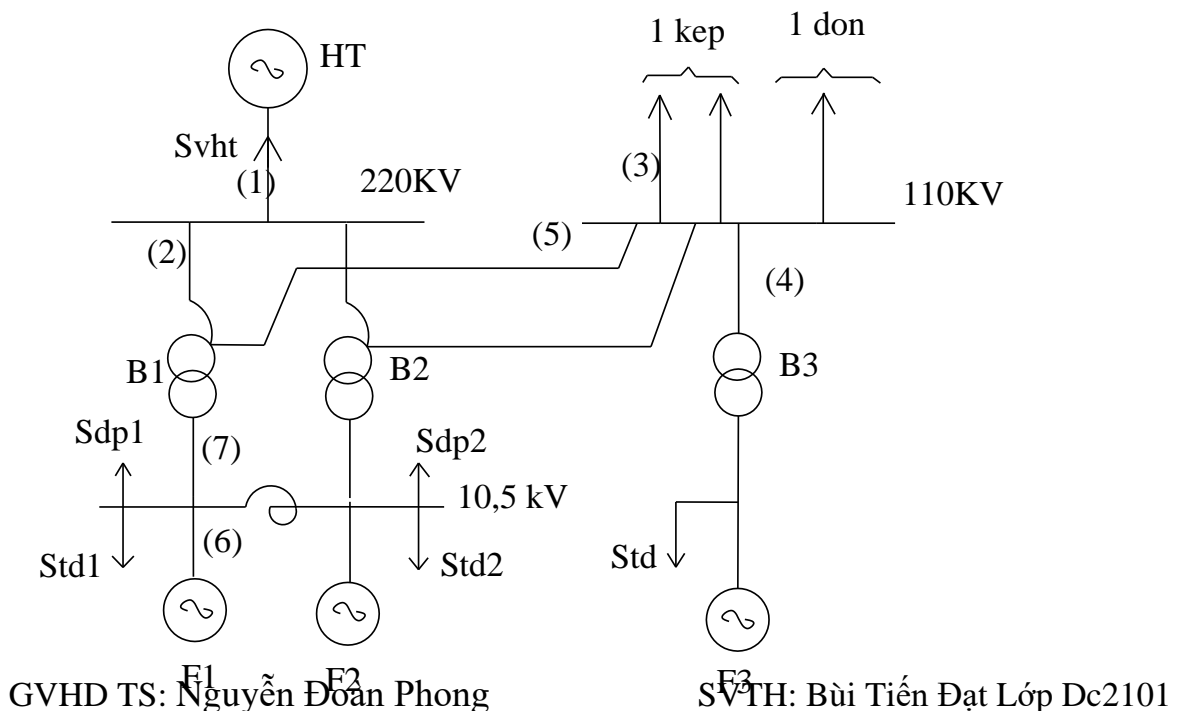
- Khi đó công suất cần phát lên hệ thống là $S_{\text{VHT}} = 93,15 \text{ MVA}$, vì vậy lượng công suất phát thừa lên hệ thống là:

$$S_{\text{thừa}} = S_C - S_{\text{VHT}} = 137,556 - 93,15 = 44,406 \text{ MVA.}$$

Do đó máy biến áp đã chọn thoả mãn điều kiện quá tải sự cố.

KẾT LUẬN : Các máy biến áp đã chọn cho phương án 1 hoàn toàn đảm bảo điều kiện quá tải bình thường lẫn quá tải sự cố.

1.4. Tính dòng điện cường bức của các mạch và chọn kháng điện phân đoạn



a) Các mạch phía điện áp cao 220kV

- Đường dây nối giữa hệ thống điện và nhà máy điện thiết kế là một đường dây kép nên dòng điện cường bức bằng :

$$I_{cb(1)} = \frac{S_{VHT \max}}{\sqrt{3} \cdot U_C} = \frac{125,563}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,330 \text{ kA}$$

- Mạch cao áp của máy biến áp tự ngẫu :

$$\text{Khi bình thường: } S_{C \max} = 62,782 \text{ MVA}$$

$$\text{Khi sự cố B3: } S_C = 17,272 \text{ MVA}$$

$$\text{Khi sự cố B1: } S_C = 104,639 \text{ MVA}$$

Do đó dòng cường bức trong mạch cao áp của máy biến áp tự ngẫu bằng :

$$I_{cb(2)} = \frac{S_C}{\sqrt{3} \cdot U_C} = \frac{104,639}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,275 \text{ kA}$$

Vậy dòng điện cường bức phía điện áp cao 220kV là :

$$I_{cbC} = \text{Max}\{I_{cb(1)}, I_{cb(2)}\} = 0,330 \text{ kA}$$

b) Các mạch phía điện áp trung 110 kV

- Phụ tải trung áp gồm 1 đường dây kép x 40MW và 1 đường dây đơn x 25MW, $P_{T \max} = 60 \text{ MW}$, $\cos\varphi = 0,89$.

Do đó dòng điện cường bức trên mạch đường dây phụ tải trung áp bằng :

$$I_{cb(3)} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_T} = \frac{40}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 0,89} = 0,236 \text{ kA}$$

$$\text{- Bộ máy phát-máy biến áp B3: } I_{cb(4)} = 1,05 \cdot \frac{S_{Fdm}}{\sqrt{3} \cdot U_T} = 1,05 \cdot \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,413 \text{ kA}$$

$$\text{- Trung áp của máy biến áp liên lạc : } I_{cb(5)} = \frac{S_{cT \max}}{\sqrt{3} \cdot U_T}$$

Trong đó : $S_{cT \max}$ - công suất lớn nhất qua cuộn trung của máy biến áp tự ngẫu.

$$\text{Khi bình thường : } S_{cT \max} = \frac{1}{2}(S_{B3} - S_{UT \min}) = \frac{1}{2}(70,05 - 40,449) = 14,801 \text{ MVA}$$

$$\text{Khi B3 sự cố : } S_{cT \max} = \frac{1}{2} \cdot S_{UT \max} = \frac{1}{2} \cdot 67,416 = 33,708 \text{ MVA}$$

$$\text{Khi B1 (hoặc B2) sự cố : } S_{cT \max} = S_{B3} - S_{UT \min} = 70,05 - 40,449 = 29,601 \text{ MVA}$$

$$\text{Do đó : } I_{cb(5)} = \frac{S_{cT \max}}{\sqrt{3}U_T} = \frac{33,708}{\sqrt{3}.110} = 0,177 \text{ kA}$$

Vậy dòng điện cường bức phía điện áp trung 110 kV là :

$$I_{cbT} = \text{Max}\{I_{cb(3)}, I_{cb(4)}, I_{cb(5)}\} = 0,413 \text{ kA}$$

c) Các mạch phía điện áp máy phát 10,5 kV

- Mạch máy phát : $I_{cb(6)} = 1,05 \cdot \frac{S_{Fdm}}{\sqrt{3}U_{Fdm}} = 1,05 \cdot \frac{75}{\sqrt{3}.10,5} = 4,330 \text{ kA}$

- Mạch hạ áp của máy biến áp liên lạc :

$$I_{cb(7)} = k_{qtsc} \cdot \alpha \cdot \frac{S_{dmB1}}{\sqrt{3}U_H} = 1,4 \cdot 0,5 \cdot \frac{160}{\sqrt{3}.10,5} = 6,158 \text{ kA}$$

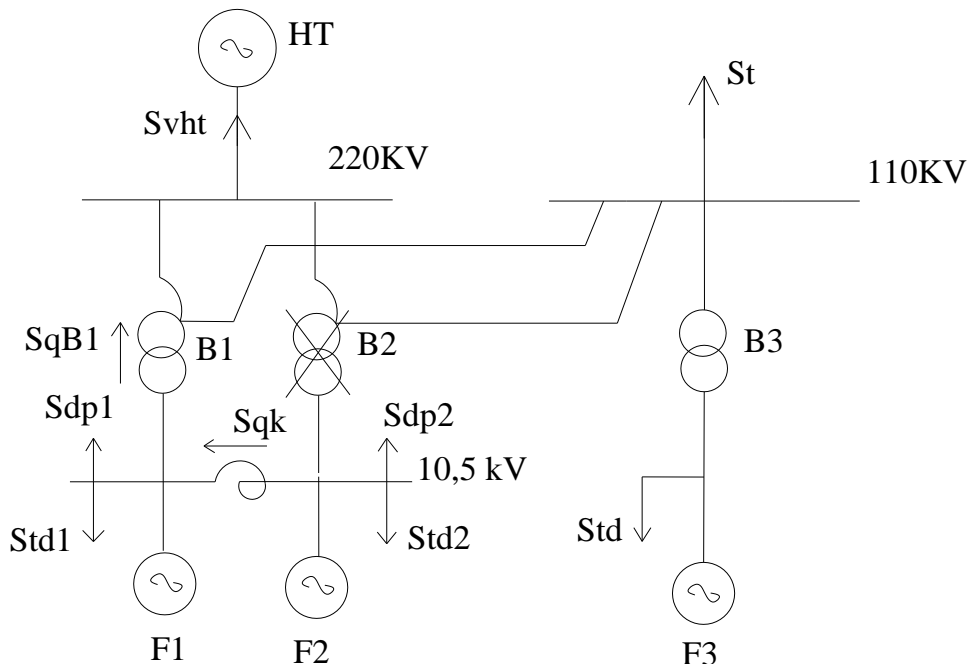
Vậy dòng điện cường bức phía điện áp máy phát 10,5kV là :

$$I_{cbF} = \text{Max}\{I_{cb(6)}, I_{cb(7)}\} = 6,158 \text{ kA}$$

d) Mạch kháng điện phân đoạn

Để xác định dòng cường bức qua kháng phân đoạn ta xét trường hợp sau:

➤ **Trường hợp :** Khi sự cố máy biến áp liên lạc B₂



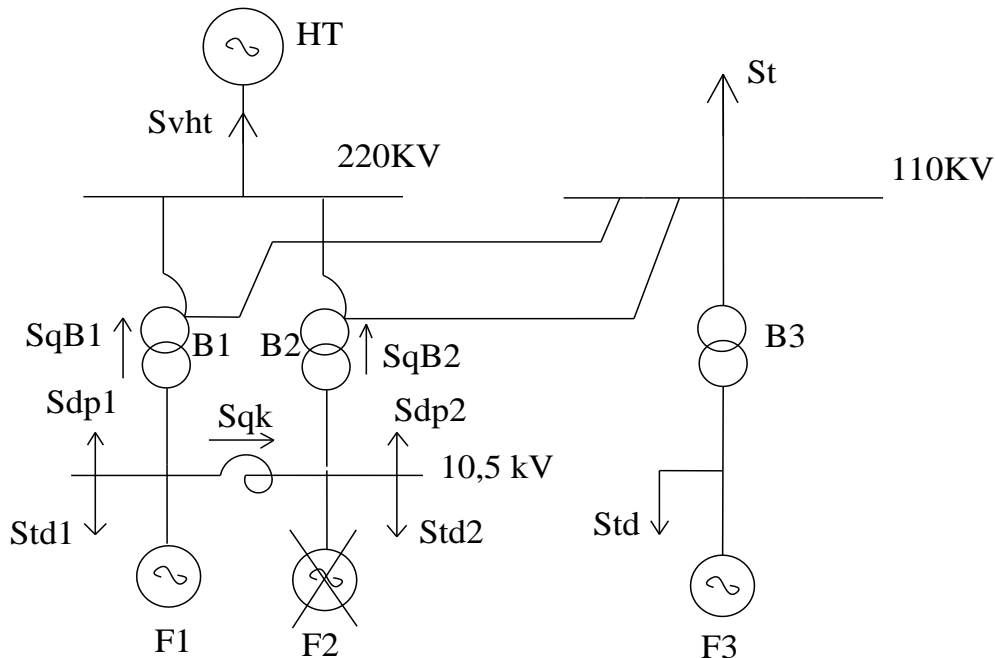
Trong trường hợp này để tìm công suất qua kháng lớn nhất ta tính lượng công suất truyền tải qua cuộn hạ áp máy biến áp B₁ trong trường hợp sự cố:

$$S_{qB1} = k_{qtsc} \cdot \alpha \cdot S_{dmB1} = 1,4 \cdot 0,5 \cdot 160 = 112 \text{ MVA}$$

Vậy:

$$S_{qk} = S_{qB1} - \left(S_{Fdm} - \frac{1}{3} S_{TD\max} - \frac{1}{2} S_{UF\max} \right) = 112 - \left(75 - \frac{1}{3} \cdot 14,85 - \frac{1}{2} \cdot 47,619 \right) = 65,76 \text{ MVA}$$

➤ **Trường hợp 2 : Khi sự cố máy phát F₂**



Trường hợp này ta tính công suất qua kháng ở hai chế độ của S_{UF} (cực đại và cực tiểu) để so sánh chọn ra S_{qkmax}.

- Khi S_{UFmin}=30,952MVA thì S_{TD}=13,514MVA

$$\text{Ta có : } S_{qB} = \frac{1}{2} \left(S_{Fdm} - S_{UFmin} - \frac{1}{3} S_{TD} \right) = \frac{1}{2} \left(75 - 30,952 - \frac{1}{3} \cdot 13,514 \right) = 19,772 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow S_{qk} = S_{qB} + \frac{1}{2} S_{UFmin} = 19,772 + \frac{1}{2} \cdot 30,952 = 35,248 \text{ MVA}$$

- Khi S_{UFmax}=47,619MVA thì S_{TD}=14,405MVA

$$\text{Ta có : } S_{qB} = \frac{1}{2} \left(S_{Fdm} - S_{UFmax} - \frac{1}{3} S_{TD} \right) = \frac{1}{2} \left(75 - 47,619 - \frac{1}{3} \cdot 14,405 \right) = 11,290 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow S_{qk} = S_{qB} + \frac{1}{2} S_{UFmax} = 11,290 + \frac{1}{2} \cdot 47,619 = 35,099 \text{ MVA}$$

$$\Rightarrow S_{qkmax} = 65,76 \text{ MVA}$$

Vậy dòng cường bức qua kháng được xét trong trường hợp sự cố máy biến áp B₂:

$$I_{cbk} = \frac{S_{qkmax}}{\sqrt{3} \cdot U_{Fdm}} = \frac{65,76}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 3,616 \text{ kA}$$

- **Chọn kháng điện thanh góp điện áp máy phát:**

Kháng điện được chọn theo điều kiện:

$$U_{đmK} \geq U_{đmmạng} = 10,5 \text{ kV}$$

$$I_{đmK} \geq I_{cbK} = 3,616 \text{ kA}$$

Tra tài liệu ta chọn kháng điện bê tông có cuộn dây bằng nhôm kiểu: **PbA-10-4000-12** có các thông số như sau:

$$U_{đmK} = 10,5 \text{ kV} ; I_{đmK} = 4000 \text{ A} ; X_K\% = 12\%.$$

CHƯƠNG IV TÍNH TOÁN DÒNG ĐIỆN NGẮN MẠCH

Mục đích tính dòng ngắn mạch là để chọn các khí cụ điện và dây dẫn theo tiêu chuẩn ổn định nhiệt và ổn định động khi dòng ngắn mạch đi qua chúng. Vì vậy phải chọn điểm ngắn mạch sao cho dòng ngắn mạch qua các khí cụ điện và dây dẫn là lớn nhất.

Việc tính toán ngắn mạch thực hiện theo phương pháp đơn giản, qua các bước:

- Bước 1: Lập sơ đồ thay thế ở dạng tương đối cơ bản
- Bước 2: Biến đổi sơ đồ về dạng đơn giản
- Bước 3: Xác định dòng điện ngắn mạch siêu quá độ.

I. CHỌN CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

Chọn đại lượng cơ bản : $S_{cb} = 100 \text{ MVA}$

$$U_{cb} = U_{tbđm}$$

- Dòng cơ bản ở cấp điện áp máy phát : $U_{cb1} = 10,5 \text{ kV}$

$$I_{cb1} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ kA}$$

- Dòng cơ bản ở cấp điện áp trung : $U_{cb2} = 115 \text{ kV}$

$$I_{cb2} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb2}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,502 \text{ kA}$$

- Dòng cơ bản ở cấp điện áp cao : $U_{cb3} = 230 \text{ kV}$

$$I_{cb3} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 230} = 0,251 \text{ kA}$$

II. CHỌN CÁC ĐIỂM ĐỂ TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH

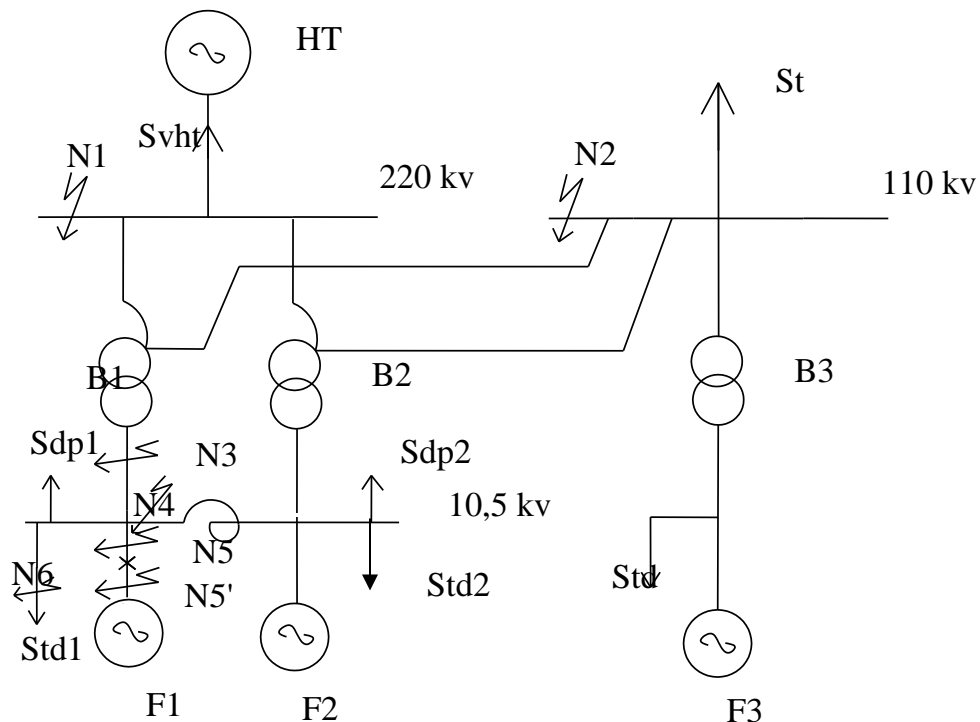
Để chọn các khí cụ điện và dây dẫn trong các mạch ở các cấp điện áp một cách chính xác ta cần tính các dòng ngắn mạch tại nơi đặt các khí cụ đó.

- Để chọn khí cụ điện và dây dẫn các mạch cao áp 220kV: Xét điểm ngắn mạch N_1 . Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch này là hệ thống và nhà máy.
- Để chọn khí cụ điện và dây dẫn các mạch trung áp 110kV: Xét điểm ngắn mạch N_2 . Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch này là hệ thống và nhà máy.

- Để chọn khí cụ điện và dây dẫn mạch hạ áp của máy biến áp liên lạc: Xét điểm ngắn mạch N₃. Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch này là hệ thống và nhà máy, trong đó máy biến áp liên lạc B₁ nghỉ.
- Để chọn khí cụ điện và dây dẫn mạch thanh góp điện áp máy phát: Xét điểm ngắn mạch N₄. Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch này là hệ thống và nhà máy, trong đó máy phát F₁ và biến áp liên lạc B₁ nghỉ.
- Để chọn khí cụ điện và dây dẫn phía hạ áp mạch máy phát điện: Xét hai điểm ngắn mạch N₅ và N'₅. Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch N₅ là máy phát F₁. Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch N'₅ là hệ thống và nhà máy, trong đó máy phát F₁ nghỉ.
- Chọn khí cụ điện mạch tự dùng: Xét điểm ngắn mạch N₆. Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch này là hệ thống và các máy phát điện. Để đơn giản ta có dòng ngắn mạch tại N₆ là: $I_{N6} = I_{N5} + I_{N5'}$.

III. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN NỐI ĐIỆN ĐÃ CHỌN

1. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO PHƯƠNG ÁN 1



* Tính điện kháng các phần tử trong sơ đồ thay thế

- Hệ thống : $X_{ht} = X_{*dm} \frac{S_{cb}}{S_{ht}} = 0,9 \cdot \frac{100}{2800} = 0,032$

- Đường dây: Nhà máy thiết kế nối với hệ thống bằng 1 đường dây kép có :

$$L = 97 \text{ km} ; X_o = 0,4 \text{ } \Omega/\text{km} ; U_{cb} = 230 \text{ kV}$$

$$\Rightarrow X_d = \frac{X_0 L}{2} \cdot \frac{S_{cb}}{U_{cb}^2} = \frac{0,4.97}{2} \cdot \frac{100}{230^2} = 0,037$$

$$\text{Ta có : } X_1 = X_{ht} + X_d = 0,032 + 0,037 = 0,069$$

- Máy biến áp tự ngẫu :

Tính điện áp ngắn mạch các cấp :

$$U_{NC} \% = \frac{1}{2}(U_{NC-T} \% + U_{NC-H} \% - U_{NT-H} \%) = \frac{1}{2} \cdot (11 + 32 - 20) = 11,5$$

$$U_{NT} \% = \frac{1}{2}(U_{NC-T} \% + U_{NT-H} \% - U_{NC-H} \%) = \frac{1}{2} \cdot (11 + 20 - 32) \approx 0$$

$$U_{NH} \% = \frac{1}{2}(U_{NC-H} \% + U_{NT-H} \% - U_{NC-T} \%) = \frac{1}{2} \cdot (32 + 20 - 11) = 20,5$$

Điện kháng thay thế:

$$X_C = \frac{U_{NC} \%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{TNdm}} = \frac{11,5}{100} \cdot \frac{100}{160} = 0,072$$

$$X_T = \frac{U_{NT} \%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{TNdm}} = \frac{0}{100} \cdot \frac{100}{160} = 0$$

$$X_H = \frac{U_{NH} \%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{TNdm}} = \frac{20,5}{100} \cdot \frac{100}{160} = 0,128$$

Do đó ,ta có :

$$X_2 = X_3 = X_C = 0,072 \quad ; \quad X_4 = X_5 = X_H = 0,128$$

- Điện kháng của kháng điện phân đoạn:

$$X_6 = X_K = \frac{X_K \%}{100} \cdot \frac{I_{cb1}}{I_{Kdm}} = \frac{12}{100} \cdot \frac{5,5}{4} = 0,165$$

- Máy phát điện :

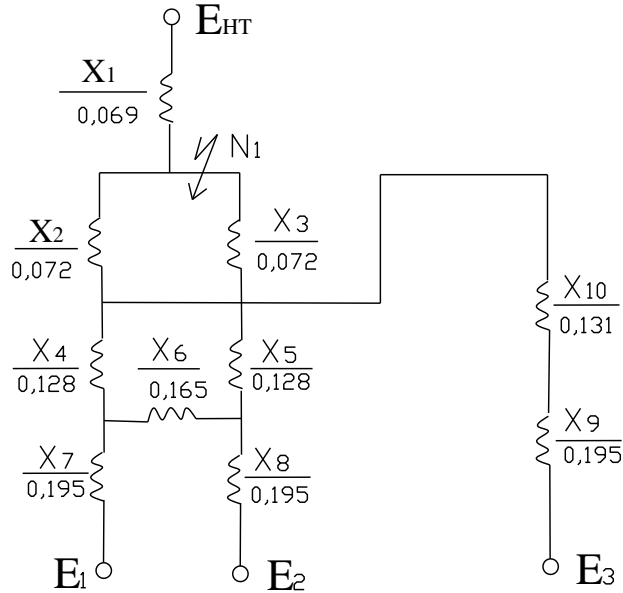
$$X_7 = X_8 = X_9 = X_F = X_d'' \cdot \frac{S_{cb}}{S_{Fdm}} = 0,146 \cdot \frac{100}{75} = 0,195$$

- Máy biến áp hai dây quấn B3 :

$$X_{10} = X_{B3} = \frac{U_N \%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dm}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{100}{80} = 0,131$$

1.1.Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại điểm N_1

a)Lập và biến đổi sơ đồ thay thế



Ta có : $X_{11} = X_9 + X_{10} = 0,195 + 0,131 = 0,326$.

Ta thấy ngắn mạch tại điểm N_1 các nguồn cung cấp hoàn toàn đối xứng nên có thể bỏ qua qua X_6 vì không có dòng chạy qua. Dùng phép gập hình ta được sơ đồ:

Với :

$$X_{12} = X_2 // X_3 = \frac{X_2}{2} = \frac{0,072}{2} = 0,036$$

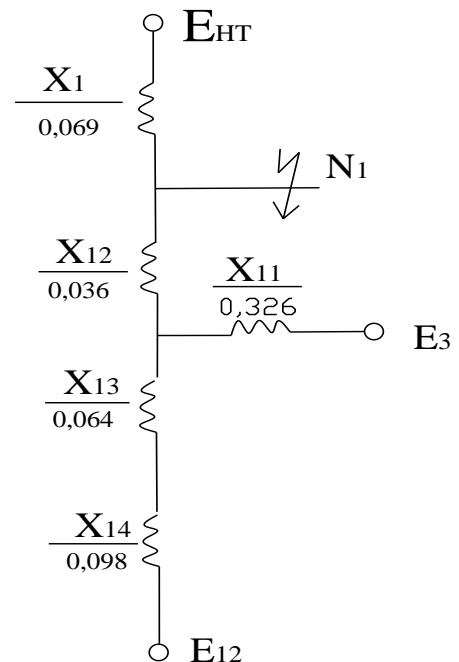
$$X_{13} = X_4 // X_5 = \frac{X_4}{2} = \frac{0,128}{2} = 0,064$$

$$X_{14} = X_7 // X_8 = \frac{X_7}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,098$$

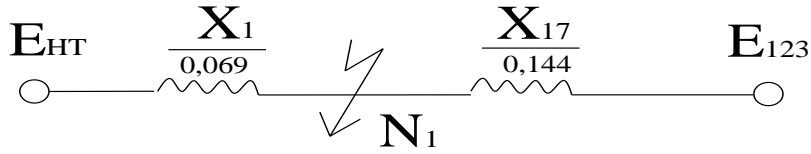
$$X_{15} = X_{13} + X_{14} = 0,064 + 0,098 = 0,162$$

$$X_{16} = X_{11} // X_{15} = \frac{X_{11} \cdot X_{15}}{X_{11} + X_{15}} = \frac{0,326 \cdot 0,162}{0,326 + 0,162} = 0,108$$

$$X_{17} = X_{12} + X_{16} = 0,036 + 0,108 = 0,144$$



Ta được sơ đồ rút gọn như sau :



b) Tính dòng ngắn mạch tại điểm N_1 ở các thời điểm $t = 0$ và $t = \infty$

- Phía nhánh hệ thống : $S_{dm\Sigma 1} = S_{HT} = 2800\text{MVA}$ ta có:

$$X_{tt1} = X_1 \cdot \frac{S_{dm\Sigma 1}}{S_{cb}} = 0,069 \cdot \frac{2800}{100} = 1,932$$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt1}(0) = 0,52$; $I_{tt1}(\infty) = 0,55$

- Phía nhánh máy phát : $S_{dm\Sigma 2} = \Sigma S_{Fđm} = 3.75 = 225\text{MVA}$

- $X_{tt2} = X_{17} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 2}}{S_{cb}} = 0,144 \cdot \frac{225}{100} = 0,324$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt2}(0) = 3,15$; $I_{tt2}(\infty) = 2,25$

Dòng điện cơ bản tính toán :

$$I_{dm\Sigma 1} = \frac{S_{dm\Sigma 1}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{2800}{\sqrt{3} \cdot 230} = 7,029\text{kA}$$

$$I_{dm\Sigma 2} = \frac{S_{dm\Sigma 2}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{225}{\sqrt{3} \cdot 230} = 0,565\text{kA}$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N_1 là:

$$I''_{N1}(0) = I_{tt1}(0) \cdot I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(0) \cdot I_{dm\Sigma 2} = 0,52 \cdot 7,029 + 3,15 \cdot 0,565 = 5,435\text{kA}$$

$$I''_{N1}(\infty) = I_{tt1}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma 2} = 0,55 \cdot 7,029 + 2,25 \cdot 0,565 = 5,137\text{kA}$$

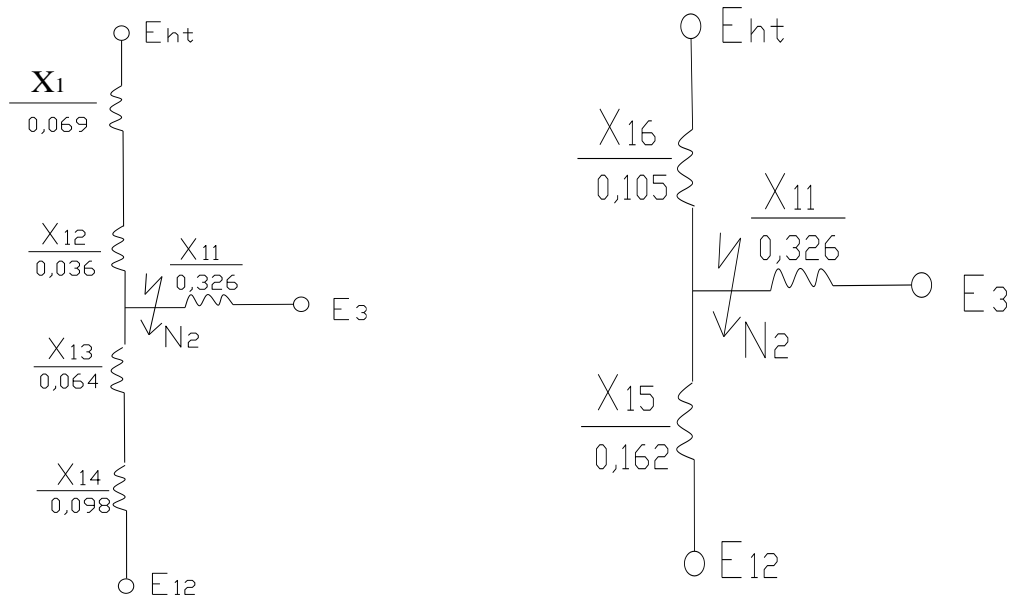
c) Tính dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N_1

$$I_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I''_{N1}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,85 \cdot 5,435 = 13,835\text{kA}$$

1.2. Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_2

a) Lập và biến đổi sơ đồ thay thế

Ta thấy các nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch tại N_2 hoàn toàn đối xứng. Vận dụng kết quả biến đổi sơ đồ khi tính ngắn mạch tại điểm N_1 ta có sơ đồ rút gọn tính ngắn mạch tại điểm N_2 như hình dưới:



Biến đổi sơ đồ ta được:

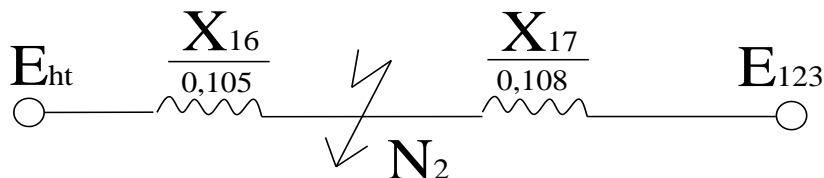
$$X_{15} = X_{13} + X_{14} = 0,064 + 0,098 = 0,162$$

$$X_{16} = X_1 + X_{12} = 0,069 + 0,036 = 0,105$$

Tiếp tục biến đổi sơ đồ :

$$X_{17} = X_{11} // X_{15} = \frac{X_{11} \cdot X_{15}}{X_{11} + X_{15}} = \frac{0,326 \cdot 0,162}{0,326 + 0,162} = 0,108$$

➤ Vậy sơ đồ rút gọn là:



b) Tính dòng ngắn mạch tại điểm N_2 ở các thời điểm $t = 0$ và $t = \infty$

- Phía nhánh hệ thống : $S_{dm\Sigma 1} = S_{HT} = 2800\text{MVA}$ ta có:

$$X_{tt1} = X_{16} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 1}}{S_{cb}} = 0,105 \cdot \frac{2800}{100} = 2,94$$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt1}(0) = 0,335$; $I_{tt1}(\infty) = 0,355$

- Phía nhánh máy phát : $S_{dm\Sigma 2} = \Sigma S_{Fdm} = 3.75 = 225\text{MVA}$

$$\bullet \quad X_{tt2} = X_{17} \cdot \frac{S_{dm\Sigma2}}{S_{cb}} = 0,108 \cdot \frac{225}{100} = 0,243$$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt2}(0) = 4,1$; $I_{tt2}(\infty) = 2,4$

Dòng điện cơ bản tính toán :

$$I_{dm\Sigma1} = \frac{S_{dm\Sigma1}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{2800}{\sqrt{3} \cdot 115} = 14,057 \text{ kA}$$

$$I_{dm\Sigma2} = \frac{S_{dm\Sigma2}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{225}{\sqrt{3} \cdot 115} = 1,130 \text{ kA}$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N_2 là:

$$I''_{N2}(0) = I_{tt1}(0) \cdot I_{dm\Sigma1} + I_{tt2}(0) \cdot I_{dm\Sigma2} = 0,335 \cdot 14,057 + 4,1 \cdot 1,130 = 9,342 \text{ kA}$$

$$I''_{N2}(\infty) = I_{tt1}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma1} + I_{tt2}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma2} = 0,355 \cdot 14,057 + 2,4 \cdot 1,130 = 7,702 \text{ kA}$$

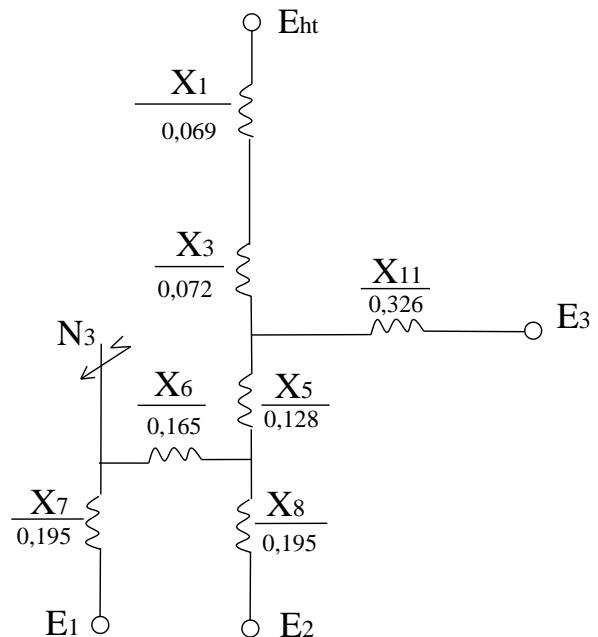
c) Tính dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N_2

$$I_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I''_{N2}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,342 = 23,781 \text{ kA}$$

1.3. Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_3

a) Lập và biến đổi sơ đồ thay thế

Điểm ngắn mạch N_3 có nguồn cung cấp là hệ thống và nhà máy trong đó máy biến áp liên lạc B_1 nghỉ. Ta có sơ đồ thay thế như sau:



Biến đổi sơ đồ ta có:

$$X_{11} = X_9 + X_{10} = 0,195 + 0,131 = 0,326$$

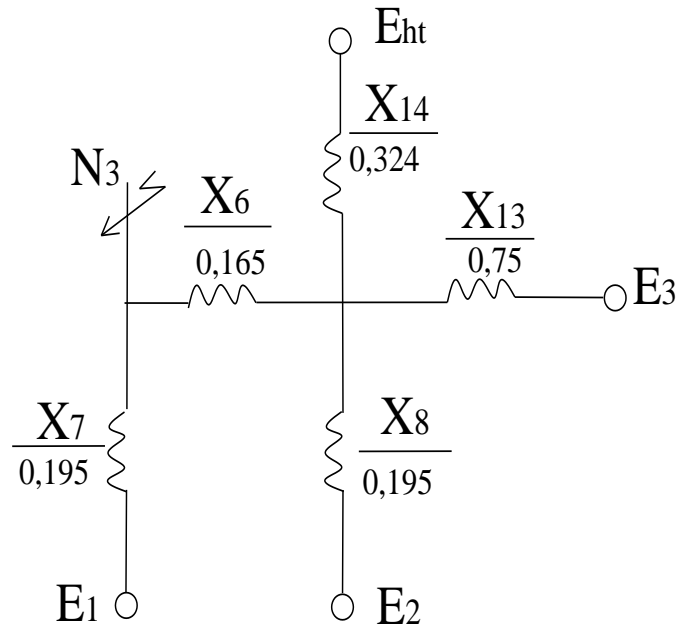
$$X_{12} = X_1 + X_3 = 0,069 + 0,072 = 0,141$$

Biến đổi Y (X_{11}, X_{12}, X_5) sang Δ (X_{13}, X_{14}) :

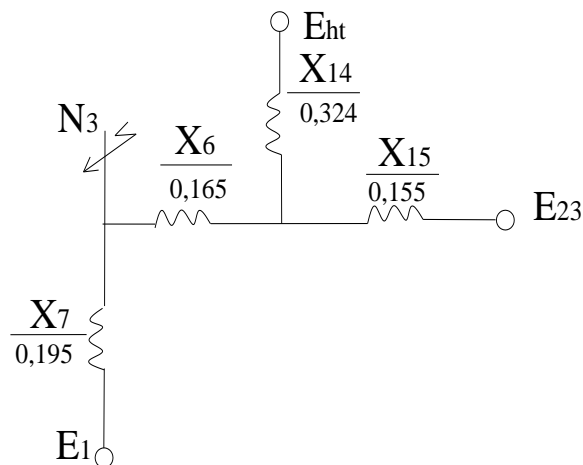
$$X_{13} = X_5 + X_{11} + \frac{X_5 \cdot X_{11}}{X_{12}} = 0,128 + 0,326 + \frac{0,128 \cdot 0,326}{0,141} = 0,750$$

$$X_{14} = X_5 + X_{12} + \frac{X_5 \cdot X_{12}}{X_{11}} = 0,128 + 0,141 + \frac{0,128 \cdot 0,141}{0,326} = 0,324$$

Sơ đồ lúc này trở thành:



Biến đổi sơ đồ tiếp : $X_{15} = X_{13} // X_8 = \frac{X_{13} \cdot X_8}{X_{13} + X_8} = \frac{0,75 \cdot 0,195}{0,75 + 0,195} = 0,155$

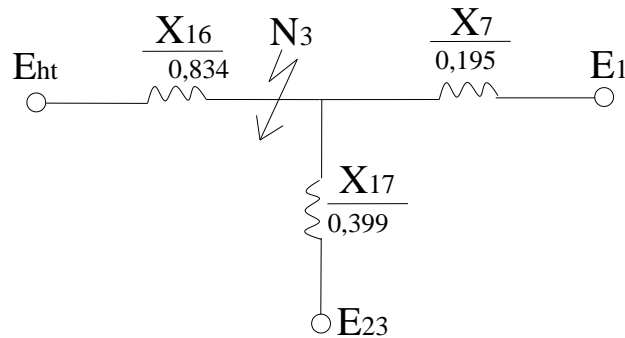


Biến đổi Y (X_{14}, X_{15}, X_6) sang Δ (X_{16}, X_{17}):

$$X_{16} = X_6 + X_{14} + \frac{X_6 \cdot X_{14}}{X_{15}} = 0,165 + 0,324 + \frac{0,165 \cdot 0,324}{0,155} = 0,834$$

$$X_{17} = X_6 + X_{15} + \frac{X_6 \cdot X_{15}}{X_{14}} = 0,165 + 0,155 + \frac{0,165 \cdot 0,155}{0,324} = 0,399$$

Ta được sơ đồ rút gọn 3 nguồn như sau:



b) Tính dòng ngắn mạch tại điểm N_3 ở các thời điểm $t = 0$ và $t = \infty$

- Phía nhánh hệ thống : $S_{dm\Sigma 1} = S_{HT} = 2800$ MVA ta có:

$$X_{tt1} = X_{16} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 1}}{S_{CB}} = 0,834 \cdot \frac{2800}{100} = 23,352 > 3$$

$$\Rightarrow I_{tt1}(0) = I_{tt1}(\infty) = \frac{1}{X_{tt1}} = \frac{1}{23,352} = 0,043$$

- Phía nhánh máy phát E_{23} : $S_{dm\Sigma 2} = \Sigma S_{Fdm} = 2.75 = 150$ MVA

- $X_{tt2} = X_{17} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 2}}{S_{cb}} = 0,399 \cdot \frac{150}{100} = 0,5985$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt2}(0) = 1,65$; $I_{tt2}(\infty) = 1,62$

- Phía nhánh máy phát E_1 : $S_{dm\Sigma 3} = S_{Fdm} = 75$ MVA

- $X_{tt3} = X_7 \cdot \frac{S_{dm\Sigma 3}}{S_{cb}} = 0,195 \cdot \frac{75}{100} = 0,146$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt3}(0) = 6,8$; $I_{tt3}(\infty) = 2,65$

Dòng điện cơ bản tính toán :

$$I_{dm\Sigma 1} = \frac{S_{dm\Sigma 1}}{\sqrt{3}.U_{tb}} = \frac{2800}{\sqrt{3}.10,5} = 153,960 \text{ kA}$$

$$I_{dm\Sigma 2} = \frac{S_{dm\Sigma 2}}{\sqrt{3}.U_{tb}} = \frac{150}{\sqrt{3}.10,5} = 8,248 \text{ kA}$$

$$I_{dm\Sigma 3} = \frac{S_{dm\Sigma 3}}{\sqrt{3}.U_{tb}} = \frac{75}{\sqrt{3}.10,5} = 4,124 \text{ kA}$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N₃ là:

$$I''_{N3}(0) = I_{tt1}(0).I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(0).I_{dm\Sigma 2} + I_{tt3}(0).I_{dm\Sigma 3} = 0,043.153,96 + 1,65.8,248 + 6,8.4,124 = 48,273 \text{ kA}$$

$$I''_{N3}(\infty) = I_{tt1}(\infty).I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(\infty).I_{dm\Sigma 2} + I_{tt3}(\infty).I_{dm\Sigma 3} = 0,043.153,96 + 1,62.8,248 + 2,65.4,124 = 30,911 \text{ kA}$$

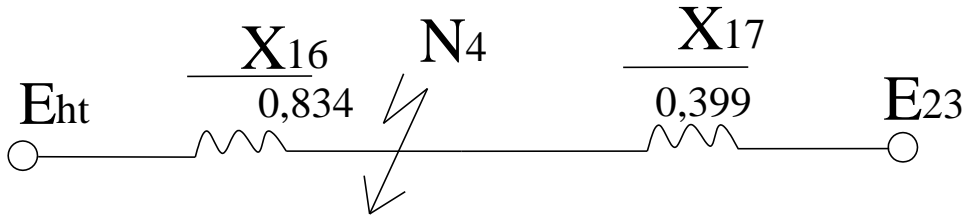
c) Tính dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N₃

$$I_{xkN3} = \sqrt{2}.k_{xk}.I''_{N3}(0) = \sqrt{2}.1.48,273 = 122,883 \text{ kA}$$

1.4. Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N₄

a) Lập và biến đổi sơ đồ thay thế

- Điểm ngắn mạch N₄ có nguồn cung cấp là hệ thống và nhà máy trong đó máy biến áp liên lạc B₁ và máy phát F₁ nghỉ. Vận dụng kết quả rút gọn sơ đồ khi tính ngắn mạch tại N₃ bỏ đi điện kháng của máy phát F₁ ta được sơ đồ rút gọn khi tính ngắn mạch tại N₄ như sau:



b) Tính dòng ngắn mạch tại điểm N₄ ở các thời điểm t = 0 và t = ∞

- - Phía nhánh hệ thống : S_{dm\Sigma 1} = S_{HT} = 2800 MVA ta có:

$$X_{tt1} = X_{16} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 1}}{S_{CB}} = 0,834 \cdot \frac{2800}{100} = 23,352 > 3$$

$$\Rightarrow I_{tt1}(0) = I_{tt1}(\infty) = \frac{1}{X_{tt1}} = \frac{1}{23,352} = 0,043$$

- Phía nhánh máy phát E₂₃ : S_{dm\Sigma 2} = ΣS_{Fdm} = 2.75 = 150MVA

- $X_{tt2} = X_{17} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 2}}{S_{cb}} = 0,399 \cdot \frac{150}{100} = 0,5985$

Tra đường cong tính toán ta được : I_{tt2}(0) = 1,65 ; I_{tt2}(∞) = 1,62

Dòng điện cơ bản tính toán :

$$I_{dm\Sigma 1} = \frac{S_{dm\Sigma 1}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{2800}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 153,960 \text{ kA}$$

$$I_{dm\Sigma 2} = \frac{S_{dm\Sigma 2}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{150}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 8,248 \text{ kA}$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N₄ là:

$$I''_{N4}(0) = I_{tt1}(0) \cdot I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(0) \cdot I_{dm\Sigma 2} = 0,043 \cdot 153,96 + 1,65 \cdot 8,248 = 20,229 \text{ kA}$$

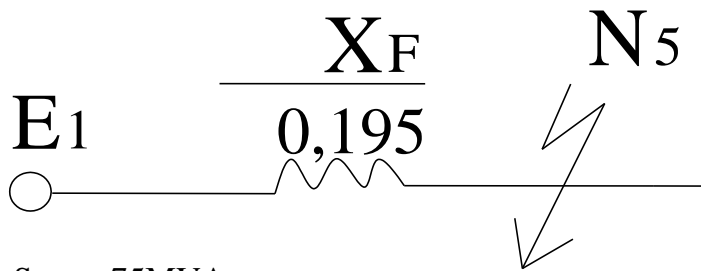
$$I''_{N4}(\infty) = I_{tt1}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma 2} = 0,043 \cdot 153,96 + 1,62 \cdot 8,248 = 19,982 \text{ kA}$$

c) Tính dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N₄

$$I_{xkN4} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I''_{N4}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 20,229 = 51,495 \text{ kA}$$

1.5. Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N₅

Nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch tại N₅ là máy phát F₁. Do đó sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch như sau:



Ta có : $S_{dm\Sigma} = S_{Fdm} = 75 \text{ MVA}$

$$\Rightarrow X_{tt} = X_F \cdot \frac{S_{dm\Sigma}}{S_{cb}} = 0,195 \cdot \frac{75}{100} = 0,146$$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt}(0) = 6,8$; $I_{tt}(\infty) = 2,65$

Dòng điện cơ bản tính toán :

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

Vậy dòng ngắn mạch tại N₅ là:

$$I''_{N5}(0) = I_{tt}(0) \cdot I_{dm\Sigma} = 6,8 \cdot 4,124 = 28,043 \text{ kA}$$

$$I''_{N5}(\infty) = I_{tt}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma} = 2,65 \cdot 4,124 = 10,929 \text{ kA}$$

➤ **Tính dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N₅:**

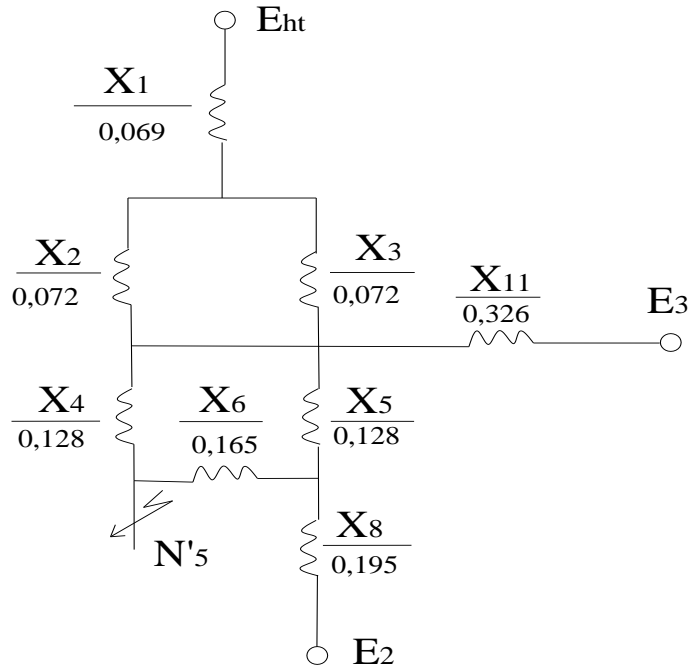
$$I_{xkN5} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I''_{N5}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 28,043 = 71,386 \text{ kA}$$

1.6. Lập sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N'₅

a) Lập và biến đổi sơ đồ thay thế

Điểm ngắn mạch N'5 có nguồn cung cấp là hệ thống và nhà máy trong đó máy phát F₁ nghỉ.

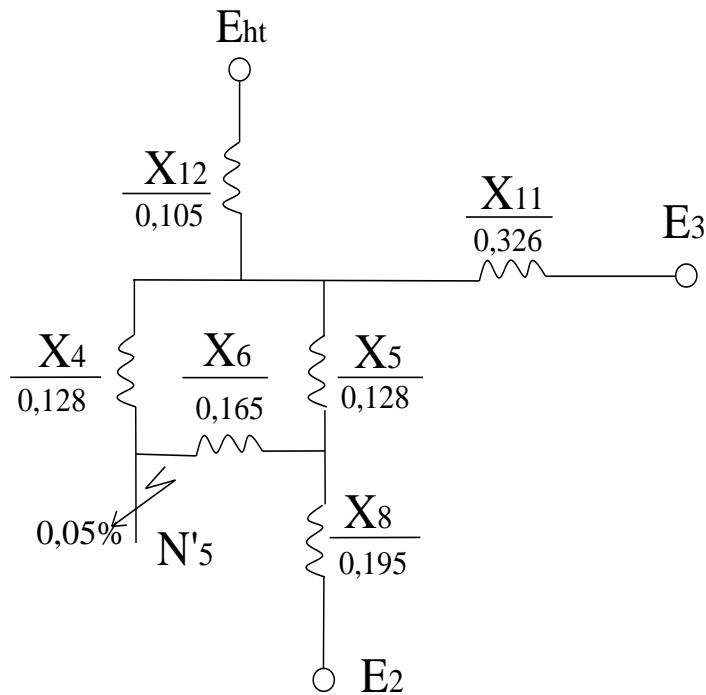
Ta có sơ đồ thay thế như sau:



Biến đổi sơ đồ:

$$X_{12} = X_1 + (X_2 // X_3) = X_1 + \frac{X_2}{2} = 0,069 + \frac{0,072}{2} = 0,105$$

Sơ đồ lúc này có dạng:

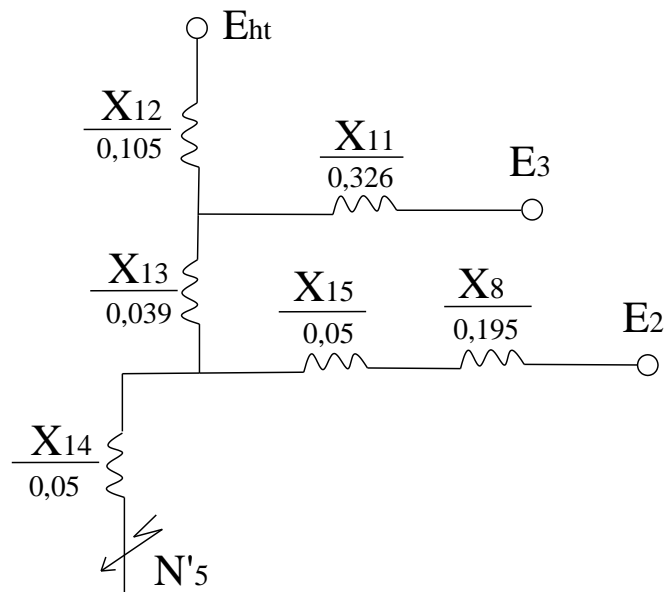


Biến đổi $\Delta (X_4, X_5, X_6)$ thành Y (X_{13}, X_{14}, X_{15}).

$$X_{13} = \frac{X_4 \cdot X_5}{X_4 + X_5 + X_6} = \frac{0,128 \cdot 0,128}{0,128 + 0,128 + 0,165} = 0,039$$

$$X_{14} = \frac{X_4 \cdot X_6}{X_4 + X_5 + X_6} = \frac{0,128 \cdot 0,165}{0,128 + 0,128 + 0,165} = 0,05$$

$$X_{15} = \frac{X_5 \cdot X_6}{X_4 + X_5 + X_6} = \frac{0,128 \cdot 0,165}{0,128 + 0,128 + 0,165} = 0,05$$

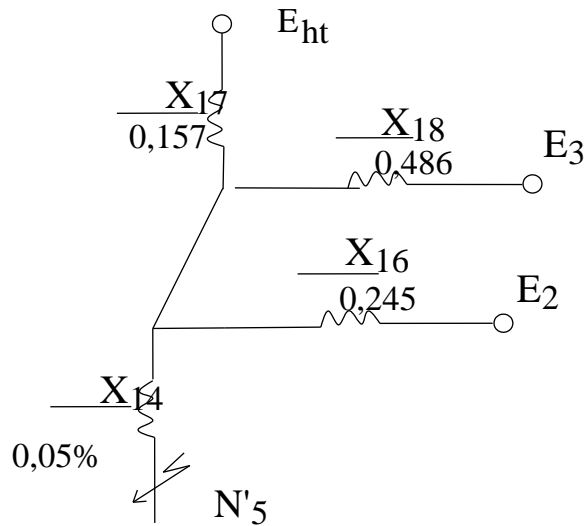


Ta tiếp tục biến đổi sơ đồ : $X_{16} = X_{15} + X_8 = 0,05 + 0,195 = 0,245$

Biến đổi Y (X_{11}, X_{12}, X_{13}) sang $\Delta (X_{17}, X_{18})$.

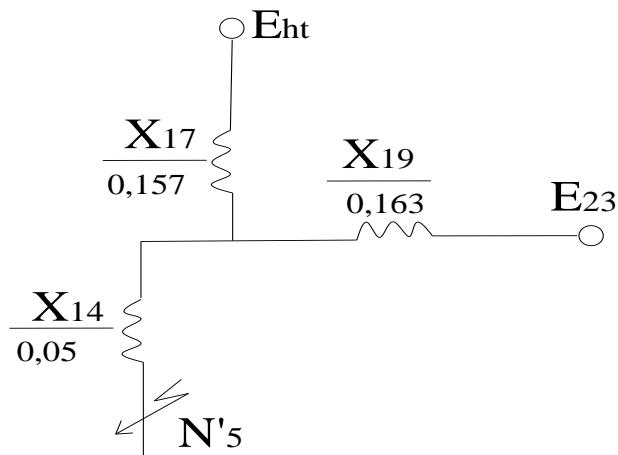
$$X_{17} = X_{12} + X_{13} + \frac{X_{12} \cdot X_{13}}{X_{11}} = 0,105 + 0,039 + \frac{0,105 \cdot 0,039}{0,326} = 0,157$$

$$X_{18} = X_{11} + X_{13} + \frac{X_{11} \cdot X_{13}}{X_{12}} = 0,326 + 0,039 + \frac{0,326 \cdot 0,039}{0,105} = 0,486$$



Nhập nguồn E₂ với E₃ ta có:

$$X_{19} = X_{18} // X_{16} = \frac{X_{18} \cdot X_{16}}{X_{18} + X_{16}} = \frac{0,486 \cdot 0,245}{0,486 + 0,245} = 0,163$$

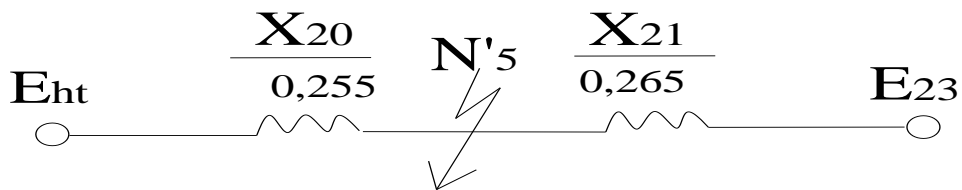


Biến đổi Y (X₁₄, X₁₇, X₁₉) sang ∠ (X₂₀, X₂₁).

$$X_{20} = X_{14} + X_{17} + \frac{X_{14} \cdot X_{17}}{X_{19}} = 0,05 + 0,157 + \frac{0,05 \cdot 0,157}{0,163} = 0,255$$

$$X_{21} = X_{14} + X_{19} + \frac{X_{14} \cdot X_{19}}{X_{17}} = 0,05 + 0,163 + \frac{0,05 \cdot 0,163}{0,157} = 0,265$$

Ta được sơ đồ rút gọn như sau:



b) Tính dòng ngắn mạch tại điểm N₅' ở các thời điểm t = 0 và t = ∞

- - Phía nhánh hệ thống : $S_{dm\Sigma 1} = S_{HT} = 2800$ MVA ta có:

$$X_{tt1} = X_{20} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 1}}{S_{CB}} = 0,255 \cdot \frac{2800}{100} = 7,14 > 3$$
$$\Rightarrow I_{tt1}(0) = I_{tt1}(\infty) = \frac{1}{X_{tt1}} = \frac{1}{7,14} = 0,14$$

- Phía nhánh máy phát E₂₃ : $S_{dm\Sigma 2} = \Sigma S_{Fdm} = 2.75 = 150$ MVA

- $X_{tt2} = X_{21} \cdot \frac{S_{dm\Sigma 2}}{S_{cb}} = 0,265 \cdot \frac{150}{100} = 0,3975$

Tra đường cong tính toán ta được : $I_{tt2}(0) = 2,45$; $I_{tt2}(\infty) = 2,0$

Dòng điện cơ bản tính toán :

$$I_{dm\Sigma 1} = \frac{S_{dm\Sigma 1}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{2800}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 153,960 \text{ kA}$$

$$I_{dm\Sigma 2} = \frac{S_{dm\Sigma 2}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = \frac{150}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 8,248 \text{ kA}$$

Vậy dòng ngắn mạch tại N₅' là:

$$I''_{N5'}(0) = I_{tt1}(0) \cdot I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(0) \cdot I_{dm\Sigma 2} = 0,14 \cdot 153,96 + 2,45 \cdot 8,248 = 41,762 \text{ kA}$$

$$I''_{N5'}(\infty) = I_{tt1}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma 1} + I_{tt2}(\infty) \cdot I_{dm\Sigma 2} = 0,14 \cdot 153,96 + 2,0 \cdot 8,248 = 38,050 \text{ kA}$$

c) Tính dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N₅'

$$I_{xkN5'} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I''_{N5'}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 41,762 = 106,309 \text{ kA}$$

1.7. Tính dòng ngắn mạch tại điểm N₆

- - Dòng ngắn mạch tại N₆ được tính là: $I''_{N6} = I''_{N5} + I''_{N5'}$

$$I''_{N6}(0) = I''_{N5}(0) + I''_{N5'}(0) = 28,043 + 41,762 = 69,805$$

$$I''_{N6}(\infty) = I''_{N5}(\infty) + I''_{N5'}(\infty) = 10,929 + 38,050 = 48,979$$

- Dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N₆:

$$I_{xkN6} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I''_{N6}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 69,805 = 177,695 \text{ kA}$$

Sau khi tính toán ta lập được bảng ngắn mạch như sau

<i>PA</i>	<i>Điểm NM</i>	<i>Nguồn cung cấp</i>	<i>I'' (kA)</i>	<i>I_{XK} (kA)</i>	<i>Mục đích</i>
Chính (1)	N1	Hệ thống và nhà máy	5,435	13,835	Chọn khí cụ điện và dây dẫn cho mạch 220kV
	N 2	Hệ thống và nhà máy	9,342	23,781	Chọn khí cụ điện và dây dẫn cho mạch 110kV
	N3	Hệ thống và nhà máy trong đó máy biến áp B ₁ nghỉ	48,273	122,883	Chọn khí cụ điện và dây dẫn cho mạch hạ áp của MBA liên lạc
	N4	Hệ thống và nhà máy trong đó B ₁ và F ₁ nghỉ	20,229	51,495	Chọn khí cụ điện cho mạch thanh góp điện áp máy phát
	N5 N5'	Chỉ có F ₁ làm việc Chỉ có F ₁ nghỉ	28,043 41,762	71,495 106,309	Chọn khí cụ điện và dây dẫn cho mạch máy phát
	N6	Hệ thống và nhà máy	69,805	177,695	Chọn khí cụ điện và dây dẫn cho mạch phụ tải 10,5kV và tự dùng.

CHƯƠNG V

TÍNH TOÁN KINH TẾ - KỸ THUẬT LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU

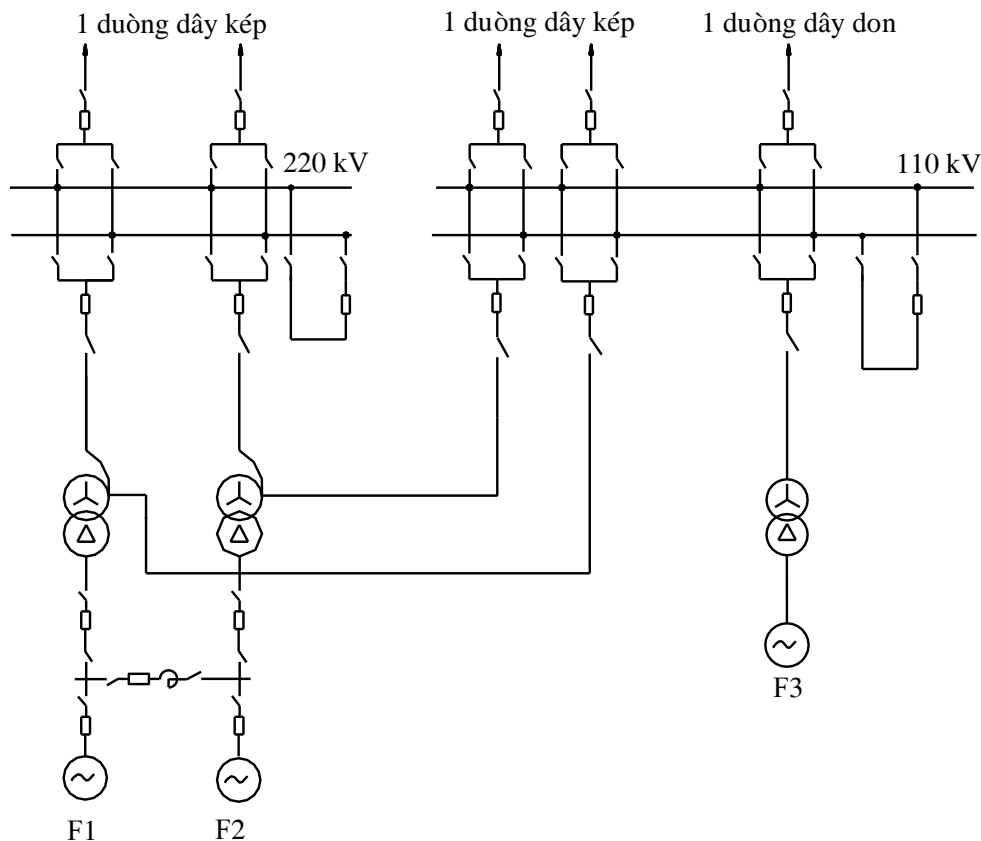
I. CHỌN HÌNH THỨC THANH GÓP Ở CÁC CẤP ĐIỆN ÁP

- Điện áp cao : dùng sơ đồ hai hệ thống thanh góp.
- Điện áp trung : dùng sơ đồ hai hệ thống thanh góp.
- Điện áp thấp : dùng sơ đồ một hệ thống thanh góp có phân đoạn.

II. TÍNH TOÁN KINH TẾ CỦA CÁC PHƯƠNG ÁN

1. PHƯƠNG ÁN 1

1.1. Sơ đồ nối điện chi tiết



1.2. Chọn máy cắt và dao cách ly

a) **Máy cắt điện:** dùng để đóng cắt mạch điện với dòng phụ tải khi làm việc bình thường và dòng ngắn mạch khi sự cố. Vì vậy máy cắt điện được chọn theo điều kiện sau :

- Điện áp định mức của máy cắt : $U_{đm} \geq U_{đm \text{ mạng}}$
- Dòng điện định mức của máy cắt : $I_{đm} \geq I_{cb}$
- Dòng điện cắt định mức của máy cắt : $I_{cắt \text{ đm}} \geq I''$

Trong đó : I_{cb} là dòng cường bức của mạch đặt máy cắt.

I'' là dòng ngắn mạch siêu quá độ thành phần chu kỳ.

Ngoài ra máy cắt được chọn phải kiểm tra điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt khi ngắn mạch :

- Kiểm tra điều kiện ổn định động :

$$i_{ddm} \geq i_{xk} \quad (i_{xk} \text{ là dòng xung kích khi ngắn mạch})$$

- Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt :

$$I_{nhdm}^2 \cdot t_{nhdm} \geq B_N \quad (B_N \text{ là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch})$$

Đối với các máy cắt có $I_{dm} \geq 1000A$ thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt. Các máy cắt ở cùng cấp điện áp được chọn cùng chủng loại. Căn cứ vào kết quả tính dòng cường bức và dòng ngắn mạch ta tiến hành chọn máy cắt cho phương án 1 như bảng sau :

Tên mạch điện	Điểm ngắn mạch	U_{dm} mạng điện kV	Các đại lượng tính toán			Ký hiệu máy cắt	Các đại lượng định mức			
			I_{cb} kA	I'' kA	i_{xk} kA		U_{dm} kV	I_{dm} kA	I_{cdm} kA	i_{ddm} kA
220kV	N-1	220	0,330	5,435	13,835	3AQ1	245	4	40	100
110kV	N-2	110	0,413	9,342	23,781	3AQ1-FG	123	3,15	31,5	80
Hạ áp MBA liên lạc	N-3	10,5	6,158	48,273	122,883	8FG-10	12	12,5	80	225
Phân đoạn ĐAMP	N-4	10,5	3,616	20,229	51,495	8FG-10	12	12,5	80	225
Máy phát	N-5	10,5	4,330	28,043	71,386	8FG-10	12	12,5	80	225
Tự dùng	N-6	10,5		69,805	177,695	8FG-10	12	12,5	80	225

b) Dao cách ly: dùng để ngắt mạch với dòng không tải. Chúng được chọn theo các điều kiện sau :

- Điện áp định mức của dao cách ly : $U_{đm} \geq U_{đm \text{ mạng}}$

- Dòng điện định mức của dao cách ly : $I_{đm} \geq I_{cb}$

- Điều kiện kiểm tra ổn định động :

$$i_{đđm} \geq i_{xk} \text{ (} i_{xk} \text{ là dòng xung kích khi ngắn mạch)}$$

- Điều kiện kiểm tra ổn định nhiệt :

$$I_{nhđm}^2 \cdot t_{nhđm} \geq B_N \text{ (} B_N \text{ là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch)}$$

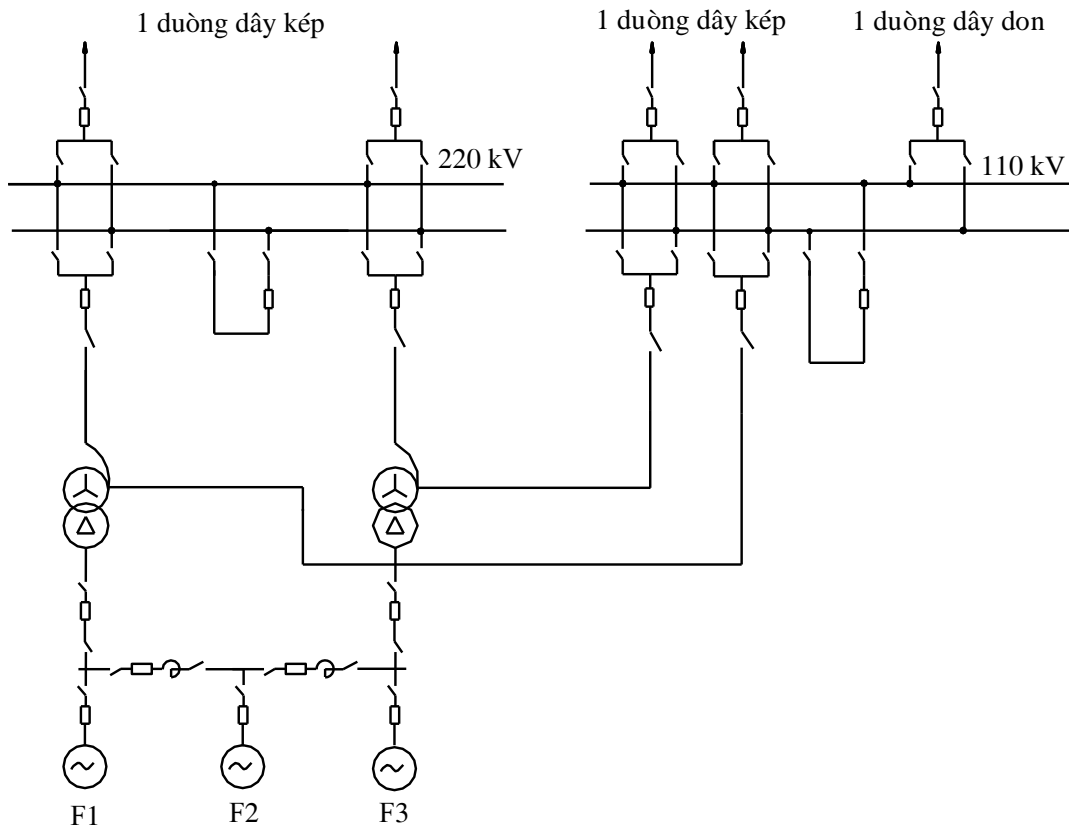
Đối với các dao cách ly có $I_{đm} \geq 1000A$ thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt. Các dao cách ly ở cùng cấp điện áp được chọn cùng chủng loại. Căn cứ vào kết quả tính dòng cường bức và dòng ngắn mạch ta tiến hành chọn dao cách ly cho phương án 1 như bảng sau :

Tên mạch điện	Điểm ngắn mạch	$U_{đm}$ mạng điện kV	Các đại lượng tính toán			Ký hiệu dao cách ly	Các đại lượng định mức		
			I_{cb} kA	I'' kA	i_{xk} kA		$U_{đm}$ kV	$I_{đm}$ kA	$i_{đđm}$ kA
220kV	N-1	220	0,330	5,435	13,835	3DP2- 245/1250	245	1,25	100
110kV	N-2	110	0,413	9,342	23,781	3DP2- 123/1250	123	1,25	80
Hạ áp MBA liên lạc	N-3	10,5	6,158	48,273	122,883	SGCP- 12/1250	12	12,5	320
Phân đoạn ĐAMP	N-4	10,5	3,616	20,229	51,495	SGCP- 12/1250	12	12,5	320
Máy phát	N-5	10,5	4,330	28,043	71,386	SGCP- 12/1250	12	12,5	320

Tự dùng	N-6	10,5		69,805	177,695	SGCP- 12/1250	12	12,5	320
--------------------	------------	-------------	--	---------------	----------------	--------------------------	-----------	-------------	------------

2. PHƯƠNG ÁN 2

2.1. Sơ đồ nối điện chi tiết



2.2. Chọn máy cắt và dao cách ly

Tương tự như phương án 1 ta chọn máy cắt điện và dao cách ly cho phương án 2 có thông số kỹ thuật cho trong bảng sau :

a) Máy cắt điện:

Tên mạch điện	Điểm ngắn mạch	U _{dm} mạng điện kV	Các đại lượng tính toán			Ký hiệu máy cắt	Các đại lượng định mức			
			I _{cb} kA	I'' kA	i _{xk} kA		U _{dm} kV	I _{dm} kA	I _{cdm} kA	i _{ddm} kA
220kV	N-1	220	0,330	5,265	13,403	3AQ1	245	4	40	100
110kV	N-2	110	0,354	9,129	23,239	3AQ1-FG	123	3,15	31,5	80
Hạ áp MBA liên lạc	N-3	10,5	7,698	47,563	121,076	8FG-10	12	12,5	80	225
Phân đoạn ĐAMP	N-4	10,5	3,593	19,52	49,690	8FG-10	12	12,5	80	225
Máy phát	N-5	10,5	4,330	28,043	71,386	8FG-10	12	12,5	80	225
Tự dùng	N-6	10,5		75,617	192,489	8FG-10	12	12,5	80	225

b) Dao cách ly:

Tên mạch điện	Điểm ngắn mạch	U _{dm} mạng điện kV	Các đại lượng tính toán			Ký hiệu dao cách ly	Các đại lượng định mức		
			I _{cb} kA	I'' kA	i _{xk} kA		U _{dm} kV	I _{dm} kA	i _{ddm} kA
220kV	N-1	220	0,330	5,265	13,403	3DP2-245/1250	245	1,25	100
110kV	N-2	110	0,354	9,129	23,239	3DP2-123/1250	123	1,25	80
Hạ áp	N-3	10,5	7,698	47,563	121,076	SGCP-	12	12,5	320

MBA liên lạc						12/1250			
Phân đoạn ĐAMP	N-4	10,5	3,593	19,52	49,690	SGCP-12/1250	12	12,5	320
Máy phát	N-5	10,5	4,330	28,043	71,386	SGCP-12/1250	12	12,5	320
Tự dùng	N-6	10,5		75,617	192,489	SGCP-12/1250	12	12,5	320

3. Tính vốn đầu tư cho từng phương án

1.3. Tính vốn đầu tư phương án 1

Vốn đầu tư của một phương án được tính như sau : $V = V_B + V_{TBPP}$

Trong đó :

- $V_B = k_B \cdot v_B$: vốn đầu tư máy biến áp
 - + k_B – hệ số xét đến việc vận chuyển và lắp ráp máy biến áp.
 - + v_B – giá tiền mua máy biến áp.

Ở phương án này ta sử dụng :

- Hai máy biến áp tự ngẫu loại АТДЦТН-160 có $k_B = 1,4$. Giá tiền $7400 \cdot 10^6$ đồng/máy

- Một máy biến áp ba pha hai dây quấn loại ТРДЦН-80 có $k_B = 1,5$. Giá tiền $4160 \cdot 10^6$ đồng/máy

$$\Rightarrow V_B = (1,4 \times 7400 \times 2 + 1,5 \times 4160) \cdot 10^6 = 26,96 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

- $V_{TBPP} = n_1 V_{TBPP1} + n_2 V_{TBPP2} + \dots + n_n V_{TBPPn}$: tiền mua thiết bị phân phối
 - + n_1, n_2, \dots, n_n : số mạch của thiết bị phân phối ứng với cấp điện áp U_1, U_2, \dots, U_n
 - + $V_{TBPP1}, V_{TBPP2}, \dots, V_{TBPPn}$: giá tiền của thiết bị phân phối ứng với cấp điện áp U_1, U_2, \dots, U_n

Từ sơ đồ nối điện của phương án 1 ta nhận thấy :

- Cấp điện áp 220 kV gồm 5 mạch máy cắt SF6 loại 3AQ1-245/4000 giá:

$$1125 \cdot 10^6 \times 5 = 5,625 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

- Cấp điện áp 110 kV gồm 7 mạch máy cắt SF6 loại 3AQ1-123/4000 giá :

$$675 \cdot 10^6 \times 7 = 4,725 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

- Cấp điện áp 10,5 kV gồm 5 mạch máy cắt SF6 loại 8FG-10 giá :

$$450.10^6 \times 5 = 2,25.10^9 \text{ đồng}$$

Vậy tổng vốn đầu tư cho thiết bị phân phối (chủ yếu là máy cắt) của phương án 1 là:

$$V_{TBPP} = (5,625 + 4,725 + 2,25) . 10^9 = 12,6.10^9 \text{ đồng}$$

Tổng vốn đầu tư cho phương án 1 là :

$$V_1 = V_B + V_{TBPP} = (26,96 + 12,6) . 10^9 = 39,56.10^9 \text{ đồng}$$

1.3.3. Tính phí tổn vận hành hàng năm

Phí tổn vận hành hàng năm của mỗi phương án được xác định theo công thức sau : $P = P_K + P_t + P_p$

Trong đó :

- P_K : khấu hao hàng năm về vốn đầu tư và sửa chữa lớn

$$P_K = \frac{a \cdot V}{100} \quad (a : \text{hệ số khấu hao, \%})$$

$$\Rightarrow P_{K1} = \frac{6,4 \cdot 39,56 \cdot 10^9}{100} = 2,532 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

- P_t : chi phí tổn thất điện năng hàng năm (chủ yếu trong máy biến áp)

$$P_t = \beta \cdot \Delta A \quad (\beta : \text{giá tiền 1 kWh tổn thất} = 500 \text{ đ/kWh})$$

$$\Rightarrow P_{t1} = 500 \cdot 5131024,456 = 2,566 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

- P_p : tiền lương công nhân (thường nhỏ nên bỏ qua)

Vậy phí tổn vận hành hàng năm của phương án 1 là :

$$P_1 = 2,532 \cdot 10^9 + 2,566 \cdot 10^9 = 5,098 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

1.3.4. Chi phí tính toán

Chi phí tính toán của phương án 1 : $Z_1 = a_{dm} \cdot V_1 + P_1$

a_{dm} : hệ số định mức của hiệu quả kinh tế = 0,15

$$\Rightarrow Z_1 = 0,15 \cdot 39,56 \cdot 10^9 + 5,098 \cdot 10^9 = 11,032 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

2.3. Tính vốn đầu tư cho phương án 2

Vốn đầu tư của một phương án được tính như sau : $V = V_B + V_{TBPP}$

Trong đó :

➤ $V_B = k_B \cdot v_B$: vốn đầu tư máy biến áp

+ k_B – hệ số xét đến việc vận chuyển và lắp ráp máy biến áp.

+ v_B – giá tiền mua máy biến áp.

Ở phương án này ta sử dụng :

□ - Hai máy biến áp tự ngẫu loại АТДЦТН-200 có $k_B = 1,3$. Giá tiền $9120 \cdot 10^6$ đồng/máy

$$\Rightarrow V_B = 1,3 \times 9120 \times 2 \cdot 10^6 = 23,712 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

➤ $V_{TBPP} = n_1 V_{TBPP1} + n_2 V_{TBPP2} + \dots + n_n V_{TBPPn}$: tiền mua thiết bị phân phối

+ n_1, n_2, \dots, n_n : số mạch của thiết bị phân phối ứng với cấp điện áp U_1, U_2, \dots, U_n

+ $V_{TBPP1}, V_{TBPP2}, \dots, V_{TBPPn}$: giá tiền của thiết bị phân phối ứng với cấp điện áp U_1, U_2, \dots, U_n

Từ sơ đồ nối điện của phương án 1 ta nhận thấy :

- Cấp điện áp 220 kV gồm 5 mạch máy cắt SF6 loại 3AQ1-245/4000 giá:

$$1125 \cdot 10^6 \times 5 = 5,625 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

- Cấp điện áp 110 kV gồm 6 mạch máy cắt SF6 loại 3AQ1-123/4000 giá :

$$675 \cdot 10^6 \times 6 = 4,05 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

- Cấp điện áp 10,5 kV gồm 7 mạch máy cắt SF6 loại 8FG-10 giá :

$$450 \cdot 10^6 \times 7 = 3,15 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

Vậy tổng vốn đầu tư cho thiết bị phân phối (chủ yếu là máy cắt) của phương án 2 là:

$$V_{TBPP} = (5,625 + 4,05 + 3,15) \cdot 10^9 = 12,825 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

Tổng vốn đầu tư cho phương án 2 là :

$$V_2 = V_B + V_{TBPP} = (23,712 + 12,825) \cdot 10^9 = 36,537 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

2.4. Tính phí tổn vận hành hàng năm

Phí tổn vận hành hàng năm của mỗi phương án được xác định theo công thức sau : $P = P_K + P_t + P_p$

Trong đó :

□ - P_K : khấu hao hàng năm về vốn đầu tư và sửa chữa lớn

$$P_K = \frac{a \cdot V}{100} \quad (a : \text{hệ số khấu hao, \%})$$

$$\Rightarrow P_{K2} = \frac{6,4 \cdot 36,537 \cdot 10^9}{100} = 2,338 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

□ - P_t : chi phí tổn thất điện năng hàng năm (chủ yếu trong máy biến áp)

$$P_t = \beta \cdot \Delta A \quad (\beta : \text{giá tiền 1 kWh tổn thất} = 500 \text{ đ/kWh})$$

$$\Rightarrow P_{t2} = 500 \cdot 2525081,165 = 1,263 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

□ - P_p : tiền lương công nhân (thường nhỏ nên bỏ qua)

Vậy phí tổn vận hành hàng năm của phương án 2 là :

$$P_2 = 2,338 \cdot 10^9 + 1,263 \cdot 10^9 = 3,601 \cdot 10^9 \text{ đồng}$$

2.5. Chi phí tính toán

Chi phí tính toán của phương án 2 : $Z_2 = a_{đm} \cdot V_2 + P_2$

$a_{đm}$: hệ số định mức của hiệu quả kinh tế = 0,15

$\Rightarrow Z_2 = 0,15 \cdot 36,537 \cdot 10^9 + 3,601 \cdot 10^9 = 9,082 \cdot 10^9$ đồng

III. SO SÁNH LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU

\Rightarrow Bảng tổng kết so sánh hai phương án:

Các chỉ tiêu Phương án	Vốn đầu tư $V \cdot 10^9$ đ	Phí tổn vận hành $P \cdot 10^9$ đ	Chi phí tính toán $Z \cdot 10^9$ đ
1	39,560	5,098	11,032
2	36,537	3,601	9,082

\Rightarrow Dựa vào bảng so sánh kinh tế ta thấy:

- Về mặt kinh tế: Phương án 2 có chi phí (gồm có vốn đầu tư và phí tổn vận hành) nhỏ hơn so với phương án 1.

- Về mặt kỹ thuật: cả hai phương án đều đảm bảo cung cấp điện đầy đủ cho các phụ tải làm việc trong chế độ bình thường cũng như khi sự cố .

+ Phương án 1 luôn phải truyền tải công suất từ thanh góp 110kV sang thanh góp 220kV. Đồng thời sơ đồ nối điện của phương án 1 dùng tới ba máy biến áp do vậy tổn thất điện năng lớn.

+ Phương án 2 có số lượng máy biến áp ít hơn do đó việc vận hành, sửa chữa đơn giản hơn, tổn thất điện năng cũng ít hơn. Thanh góp điện áp máy phát được ghép ba máy phát cho nên việc phát triển phụ tải địa phương được dễ dàng.

\Rightarrow Từ những nhận xét trên và qua quá trình tính toán ta chọn phương án 2 là phương án tối ưu nhất dùng cho nhà máy .

CHƯƠNG VI CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ DÂY DẪN

Trong quá trình làm việc khí cụ điện và dây dẫn thường bị phát nóng. Nguyên nhân chủ yếu là do:

- Tác dụng nhiệt của dòng phụ tải lâu dài.
- Tác dụng nhiệt và lực động điện của dòng ngắn mạch.

Nếu nhiệt độ tăng quá cao có thể làm cho chúng bị hư hỏng, nhất là những chỗ tiếp xúc hoặc làm giảm tuổi thọ cách điện của chúng. Vì vậy đối với khí cụ điện và dây dẫn cần phải quy định nhiệt độ cho phép. Đồng thời khi chọn chúng cần phải tính toán sao cho trong quá trình vận hành ở chế độ bình thường cũng như khi sự cố xảy ra, chúng phải đảm bảo ổn định động và ổn định nhiệt.

Trong nhà máy nhiệt điện các thiết bị chính như máy biến áp, máy phát điện, máy bù cùng với các khí cụ điện như máy cắt, dao cách ly... được nối với nhau bằng thanh dẫn, thanh góp và cáp điện lực. Thanh dẫn thanh góp có hai loại chính là thanh dẫn mềm và thanh dẫn cứng:

- Thanh dẫn mềm được dùng làm thanh góp cho các phụ tải ở các cấp điện áp 220kV và 110kV. Chúng thường dùng dây nhôm lõi thép.

- Thanh dẫn cứng có thể bằng đồng hoặc nhôm và được dùng để nối từ đầu cực máy phát điện đến gian máy và dùng để làm thanh góp điện áp máy phát.

I. CHỌN THANH DẪN CỨNG CHO MẠCH MÁY PHÁT ĐIỆN

Thanh dẫn cứng dùng để nối từ đầu cực máy phát điện đến gian máy và dùng để làm thanh góp điện áp máy phát.

1. Chọn tiết diện thanh dẫn cứng cho mạch máy phát

Thanh dẫn cứng được chọn theo điều kiện dòng làm việc lâu dài cho phép :

$$I'_{cp} \geq I_{cb}$$

Trong đó :

- I'_{cp} : dòng cho phép làm việc lâu dài đã hiệu chỉnh theo nhiệt độ nơi đặt thanh dẫn.

$$I'_{cp} = k_{hc} \cdot I_{cp} = \sqrt{\frac{\theta_{cp} - \theta_0}{\theta_{cp} - \theta_{0qd}}} \cdot I_{cp}$$

Với: $\theta_{cp} = 70^{\circ}\text{C}$: nhiệt độ cho phép làm việc lâu dài của thanh dẫn

$\theta_0 = 35^{\circ}\text{C}$: nhiệt độ môi trường nơi đặt thanh dẫn

$\theta_{0qd} = 25^{\circ}\text{C}$: nhiệt độ quy định khi tính I_{cp}

$$\Rightarrow I'_{cp} = \sqrt{\frac{70 - 35}{70 - 25}} \cdot I_{cp} = 0,882 \cdot I_{cp}$$

- I_{cb} : dòng điện làm việc cưỡng bức qua thanh dẫn ($I_{cb} = 4,330 \text{ kA}$)

Ta có : $0,882 I_{cp} \geq 4,33 \Rightarrow I_{cp} \geq 4,909 \text{ kA}$

Vậy ta chọn thanh dẫn bằng máng đồng để giảm hiệu ứng mặt ngoài và hiệu ứng gần đồng thời tăng khả năng làm mát. Thanh dẫn chọn có các thông số kỹ thuật như sau :

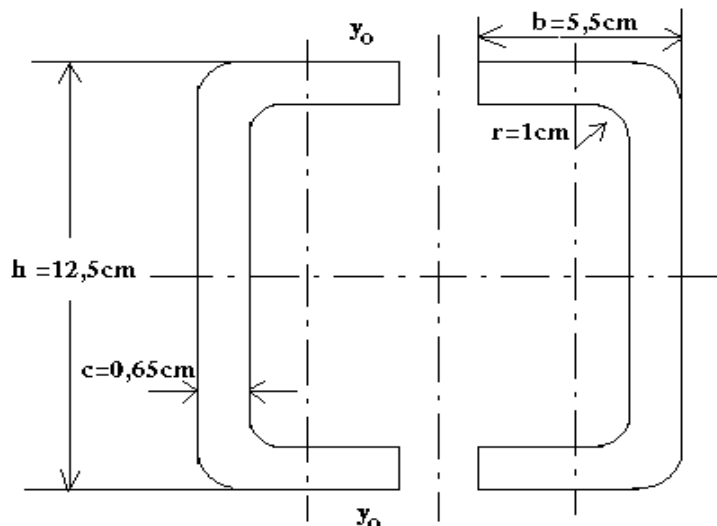
I_{cp} ,kA	Kích thước (mm)				Tiết diện l cực mm^2	Mô men trở kháng (cm^3)			Mô men quán tính (cm^4)		
						Một thanh		Hai thanh	Một thanh		Hai thanh
	h	b	c	r		W_{x-x}	W_{y-y}	W_{y0-y0}	J_{x-x}	J_{y-y}	J_{y0-y0}
5,5	125	55	6,5	10	1370	50	9,5	100	290,3	36,7	625

2.Kiểm tra ổn định nhiệt

Vì thanh dẫn đã chọn có $I_{cp} = 5,5 \text{ kA}$ nên không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

3.Kiểm tra ổn định động

Mặt cắt của thanh dẫn :



Theo tiêu chuẩn độ bền cơ, ứng suất của vật liệu thanh dẫn không được lớn hơn ứng suất cho phép của nó, nghĩa là : $\sigma_{tt} \leq \sigma_{cp}$

Trong đó : ứng suất cho phép của đồng : $\sigma_{cp} = 1400 \text{ KG/cm}^2$

Ứng suất tính toán : $\sigma_{tt} = \sigma_1 + \sigma_2$

➤ **Xác định ứng suất do dòng điện giữa các pha tác động với nhau σ_1 :**

$$\text{Lực tính toán : } F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{xk}^2 \text{ KG}$$

i_{xk} : dòng điện xung kích (A)

l : độ dài một nhịp ; $l = 180 \text{ cm}$

a : khoảng cách giữa các pha ; $a = 60 \text{ cm}$

$$\Rightarrow F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{180}{60} \cdot 71,386^2 = 269,067 \text{ KG}$$

$$\text{Mômen uốn : } M = \frac{F_{tt} \cdot l}{10} = \frac{269,067 \cdot 180}{10} = 4843,201 \text{ KGcm}$$

$$\text{Ứng suất tính toán : } \sigma_1 = \frac{M}{W_{y0-y0}} = \frac{4843,201}{100} = 48,432 \text{ KG/cm}^2$$

So sánh với σ_{cp} ta thấy: $\sigma_1 = 48,432 \text{ KG/cm}^2 < \sigma_{cp} = 1400 \text{ KG/cm}^2$.

➤ **Xác định khoảng cách lớn nhất giữa hai miếng đệm l_{1max}**

Để xác định khoảng cách lớn nhất giữa hai miếng đệm ta cho $\sigma_{tt} = \sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_{cp}$. Khoảng cách lớn nhất giữa hai miếng đệm được xác định theo công thức sau :

$$l_{1max} = \sqrt{\frac{(\sigma_{cp} - \sigma_1) \cdot 12W_{y-y}}{f_2}}$$

Lực điện động tác dụng lên 1cm chiều dài thanh dẫn trên một pha do dòng điện của các thanh dẫn cùng pha tác dụng lên nhau sinh ra là:

$$f_2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{h} \cdot i_{xk}^2 = 0,51 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{12,5} \cdot 71,386^2 = 2,079 \text{ KG/cm}$$

$$\Rightarrow l_{1max} = \sqrt{\frac{(\sigma_{cp} - \sigma_1) \cdot 12W_{y-y}}{f_2}} = \sqrt{\frac{(1400 - 48,432) \cdot 12 \cdot 9,5}{2,079}} = 272,225 \text{ cm}$$

So sánh khoảng cách giữa 2 sứ liền nhau $l = 180 \text{ cm}$ và khoảng cách lớn nhất giữa hai miếng đệm $l_{1max} = 272,225 \text{ cm}$ ta thấy giữa hai sứ đỡ không cần đặt thêm các miếng đệm.

II.CHON SỨ ĐỠ THANH DẪN CỨNG MẠCH MÁY PHÁT ĐIỆN

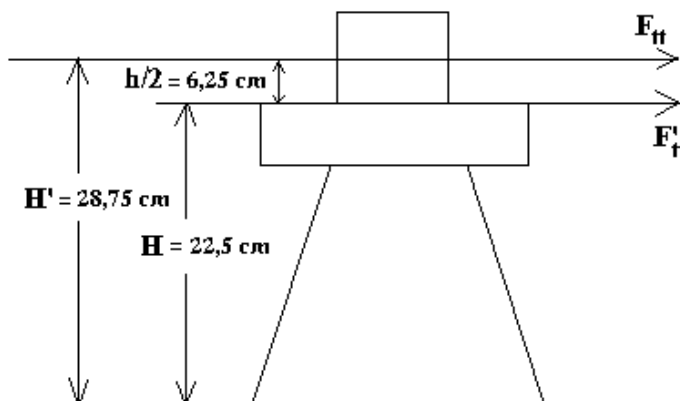
1.Điều kiện chọn sứ (đặt trong nhà)

$$U_{đmsứ} \geq U_{đmmạng} = 10 \text{ kV}$$

Ta chọn loại sứ : OφP-10-750-IIYT3 có thông số kỹ thuật như sau:

$$U_{đmsứ} = 10 \text{ kV} ; F_{gh} = 750 \text{ KG} ; H = 225 \text{ mm}$$

2.Kiểm tra ổn định động



Điều kiện kiểm tra ổn định động :

$$F_{tt}' = F_{tt} \cdot \frac{H'}{H} = F_{tt} \cdot \frac{H + \frac{h}{2}}{H} = 269,067 \cdot \frac{22,5 + \frac{12,5}{2}}{22,5} = 343,808 \text{ KG} \leq 0,6 \cdot F_{gh} = 0,6 \cdot 750 = 450 \text{ KG}$$

Như vậy sứ đã chọn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật .

III.CHON THANH DẪN MỀM

Thanh dẫn mềm được dùng làm thanh góp cấp điện áp 220 kV và 110 kV, đồng thời cũng dùng để nối liên kết các khí cụ điện như máy biến áp - máy cắt - dao cách ly ...

Thanh dẫn mềm được chọn theo điều kiện dòng làm việc lâu dài cho phép : $I'_{cp} \geq I_{cb}$

Trong đó : $+ I'_{cp}$ là dòng cho phép làm việc lâu dài đã hiệu chỉnh theo nhiệt độ nơi đặt thanh dẫn, $I'_{cp} = k_{hc} \cdot I_{cp}$.

$+ I_{cb}$ là dòng làm việc cưỡng bức.

Các thanh dẫn được chọn phải thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt khi xảy ra ngắn mạch :

$$S \geq S_{\min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó : S - tiết diện của thanh dẫn mềm

B_N - xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch 3 pha

C - hằng số phụ thuộc vật liệu thanh dẫn, với dây nhôm $C = 79 \text{ As}^{1/2}\text{mm}^{-1}$

Thanh dẫn chọn đồng thời phải thoả mãn điều kiện chống phát sinh vàng quang. Với điện áp 100 kV trở lên ta phải kiểm tra theo điều kiện :

$$U_{vq} \geq U_{đmmang}$$

Sau đây ta tiến hành chọn thanh dẫn cho từng cấp điện áp :

1. Chọn thanh dẫn mềm làm thanh góp cấp điện áp 220kV

Cấp điện áp 220 kV ta dùng hai hệ thống thanh góp có máy cắt nối. Công suất lớn nhất nhà máy có thể phát về hệ thống là : $S_{VHT\max} = 125,563 \text{ MVA}$

Dòng cường bức trên cấp điện áp 220 kV được xác định khi một hệ thống thanh góp làm việc là :

$$I_{cb} = \frac{S_{VHT\max}}{\sqrt{3} \cdot U_c} = \frac{125,563}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,33 \text{ kA}$$

Theo điều kiện chọn dây dẫn mềm : $I'_{cp} \geq I_{cb}$ hay $k_{hc} \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$

$$\Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{k_{hc}} = \frac{0,33}{0,882} = 0,374 \text{ kA}$$

Do đó ta chọn thanh góp mềm loại dây nhôm lõi thép có các thông số kỹ thuật cho trong bảng sau :

Tiết diện chuẩn	Tiết diện, mm ²		Đường kính, mm		I _{cp} , A
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	
120/19	118	18,8	15,2	5,6	380

a) Kiểm tra ổn định nhiệt khi ngắn mạch

Khi ngắn mạch xung lượng nhiệt do dòng ngắn mạch sinh ra được tính theo công thức :

$$B_N = \int_0^{t_{cát}} I_t^2 \cdot dt$$

Trong đó : $t_{cát}$ là thời gian cắt của máy cắt (thời gian tồn tại ngắn mạch), giả thiết $t_{cát} = 0,5s$.

I_t là giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch tại thời điểm t, được xác định như sau : $I_t = \sqrt{I_{CKt}^2 + I_{KCKt}^2}$

$$\Rightarrow B_N = \int_0^{t_{cát}} I_t^2 \cdot dt = \int_0^{t_{cát}} I_{CKt}^2 dt + \int_0^{t_{cát}} I_{KCKt}^2 dt \quad \text{hay } B_N = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

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

B_{NKCK} là xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch thành phần không chu kỳ

➤ **Tính B_{NCK}** : sử dụng phương pháp thời gian đẳng trị

$$B_{NCK} = \int_0^{t_{cat}} I_{CKt}^2 dt \approx I_{CK\infty}^2 \cdot t_{dt}$$

Trong đó : - $I_{CK\infty}$ là trị số hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch thành phần chu kỳ (được tính trong chương III : $I_{CK\infty} = I''_{N1}(\infty) = 5,081$ kA.

- t_{dt} là thời gian tác dụng nhiệt đẳng trị của $I_{CK\infty}$, được xác định theo đường cong $t_{dt} = f(t_{cát}, \beta)$.

$$\text{Với : } \beta = \frac{I_{CK0}}{I_{CK\infty}} = \frac{5,265}{5,081} = 1,036 \Rightarrow t_{dt} = 0,4 \text{ s}$$

$$\Rightarrow B_{NCK} = I_{CK\infty}^2 \cdot t_{dt} = (5,081 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,4 = 10,327 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$$

➤ **Tính B_{NKCK} :**

Vì $t_{cát} = 0,5$ s (tương đối lớn) nên B_{NKCK} được tính theo biểu thức :

$$B_{NKCK} = I_{CK0}^2 \cdot T_a$$

Trong đó : - T_a là hằng số thời gian tương đương của lưới điện. Với lưới cao áp thì ta lấy $T_a = 0,05$ s.

$$- I_{CK0} = I''_{N1}(0) = 5,265 \text{ kA}$$

$$\Rightarrow B_{NKCK} = I_{CK0}^2 \cdot T_a = (5,265 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,05 = 1,386 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$$

Vậy xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch trên thanh góp 220 kV là :

$$B_N = B_{NCK} + B_{NKCK} = 10,327 \cdot 10^6 + 1,386 \cdot 10^6 = 11,713 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}.$$

Để đảm bảo ổn định nhiệt thì dây dẫn đã chọn có tiết diện nhỏ nhất là :

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C} = \frac{\sqrt{11,713 \cdot 10^6}}{79} = 43,322 \text{ mm}^2$$

Ta thấy $S_{\text{chọn}} = 120 \text{ mm}^2 > S_{\min} = 43,322 \text{ mm}^2$

Vậy dây dẫn đã chọn thoả mãn điều kiện ổn định nhiệt.

b) Kiểm tra điều kiện phát sinh vàng quang

Điều kiện kiểm tra : $U_{vq} \geq U_{đmmang}$

Trong đó : U_{vq} là điện áp tới hạn phát sinh vàng quang

Nếu dây dẫn được bố trí trên ba đỉnh của tam giác đều thì ta có :

$$U_{vq} = 84 \text{ m r } \lg \frac{a}{r}$$

Trong đó: m - hệ số xét đến độ xù xì của bề mặt dây dẫn; m = 0,93

r - bán kính ngoài của dây dẫn; r = 0,76 cm

a - khoảng cách giữa các trục dây dẫn; a = 4 m = 400 cm

Thay vào công thức trên ta có:

$$U_{vq} = 84 \cdot 0,93 \cdot 0,76 \cdot \lg \frac{400}{0,76} = 161,564 \text{ kV}$$

Trên thực tế, các thanh góp 220 kV được bố trí trên mặt phẳng nằm ngang cho nên U_{vq} của pha giữa phải giảm đi 4%. Ta có :

$$U_{vq} = 161,564 \cdot 0,96 = 155,101 \text{ kV} < U_{đmmạng} = 220 \text{ kV}$$

Như vậy thanh dẫn đã chọn không thỏa mãn điều kiện vàng quang .

Do đó ta chọn lại thanh dẫn có tiết diện lớn hơn, có các thông số kỹ thuật:

Tiết diện chuẩn	Tiết diện, mm ²		Đường kính, mm		I _{cp} , A
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	
185/128	187	128	23,1	14,7	510

$$\text{Khi đó : } U_{vq} = 84 \cdot 0,93 \cdot 1,155 \cdot \lg \frac{400}{1,155} = 229,134 \text{ kV} > U_{đmmạng} = 220 \text{ kV}$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện vàng quang .

2.Chọn thanh dẫn mềm làm thanh góp cấp điện áp 110kV

Công suất lớn nhất của phụ tải phía trung áp là : $S_{UTmax} = 78,65 \text{ MVA}$.

Dòng cường bức trên thanh góp 110 kV là :

$$I_{cb} = \frac{S_{UTmax}}{\sqrt{3} \cdot U_T} = \frac{67,416}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,354 \text{ kA}$$

Theo điều kiện chọn dây dẫn mềm : $I'_{cp} \geq I_{cb}$ hay $k_{hc} \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$

$$\Rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{cb}}{k_{hc}} = \frac{0,354}{0,882} = 0,401 \text{ kA}$$

Do đó ta chọn thanh góp mềm loại dây nhôm lõi thép có các thông số kỹ thuật cho trong bảng sau :

Tiết diện chuẩn	Tiết diện, mm ²		Đường kính, mm		I _{cp} , A
	Nhôm	Thép	Dây dẫn	Lõi thép	
150/19	148	18,8	16,8	5,5	445

a)Kiểm tra ổn định nhiệt khi ngắn mạch

➤ **Tính B_{NCK}** : sử dụng phương pháp thời gian đẳng trị

$$B_{NCK} = \int_0^{t_{cát}} I_{CKt}^2 dt \approx I_{CK\infty}^2 \cdot t_{dt}$$

Trong đó : - $I_{CK\infty}$ là trị số hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch thành phần chu kỳ (được tính trong chương III : $I_{CK\infty} = I''_{N2(\infty)} = 8,011 \text{ kA}$).

- t_{dt} là thời gian tác dụng nhiệt đẳng trị của $I_{CK\infty}$, được xác định theo đường cong $t_{dt} = f(t_{cát}, \beta)$.

$$\text{Với : } \beta'' = \frac{I_{CK0}}{I_{CK\infty}} = \frac{9,129}{8,011} = 1,14 \Rightarrow t_{dt} = 0,5s$$

$$\Rightarrow B_{NCK} = I_{CK\infty}^2 \cdot t_{dt} = (8,011 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,5 = 32,088 \cdot 10^6 \text{ A}^2s$$

➤ **Tính B_{NKCK} :**

Vì $t_{cát} = 0,5s$ (trương đối lớn) nên B_{NKCK} được tính theo biểu thức :

$$B_{NKCK} = I_{CK0}^2 \cdot T_a$$

Trong đó : - T_a là hằng số thời gian tương đương của lưới điện. Với lưới cao áp thì ta lấy $T_a = 0,05s$.

$$- I_{CK0} = I''_{N2}(0) = 9,129 \text{ kA}$$

$$\Rightarrow B_{NKCK} = I_{CK0}^2 \cdot T_a = (9,129 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,05 = 4,167 \cdot 10^6 \text{ A}^2s$$

Vậy xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch trên thanh góp 220 kV là :

$$B_N = B_{NCK} + B_{NKCK} = 32,088 \cdot 10^6 + 4,167 \cdot 10^6 = 36,255 \cdot 10^6 \text{ A}^2s.$$

Để đảm bảo ổn định nhiệt thì dây dẫn đã chọn có tiết diện nhỏ nhất là :

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_N}}{C} = \frac{\sqrt{36,255 \cdot 10^6}}{79} = 76,218 \text{ mm}^2$$

Ta thấy $S_{\text{chọn}} = 150 \text{ mm}^2 > S_{\min} = 76,218 \text{ mm}^2$

Vậy dây dẫn đã chọn thoả mãn điều kiện ổn định nhiệt.

b) Kiểm tra điều kiện phát sinh vàng quang

Điều kiện kiểm tra : $U_{vq} \geq U_{\text{đmmạng}}$

Trong đó : U_{vq} là điện áp tới hạn phát sinh vàng quang

Nếu dây dẫn được bố trí trên ba đỉnh của tam giác đều thì ta có :

$$U_{vq} = 84 m r \lg \frac{a}{r}$$

Trong đó: m - hệ số xét đến độ xù xì của bề mặt dây dẫn; $m = 0,93$

r - bán kính ngoài của dây dẫn; $r = 0,84 \text{ cm}$

a - khoảng cách giữa các trục dây dẫn; $a = 4 \text{ m} = 400 \text{ cm}$

Thay vào công thức trên ta có:

$$U_{vq} = 84 \cdot 0,93 \cdot 0,84 \cdot \lg \frac{400}{0,84} = 175,718 \text{ kV}$$

Trên thực tế, các thanh góp 110 kV được bố trí trên mặt phẳng nằm ngang cho nên U_{vq} của pha giữa phải giảm đi 4%. Ta có :

$$U_{vq} = 175,718 \cdot 0,96 = 168,689 \text{ kV} > U_{\text{đmmạng}} = 110 \text{ kV}$$

Vậy thanh dẫn đã chọn thoả mãn điều kiện vàng quang .

IV. CHỌN MÁY BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG

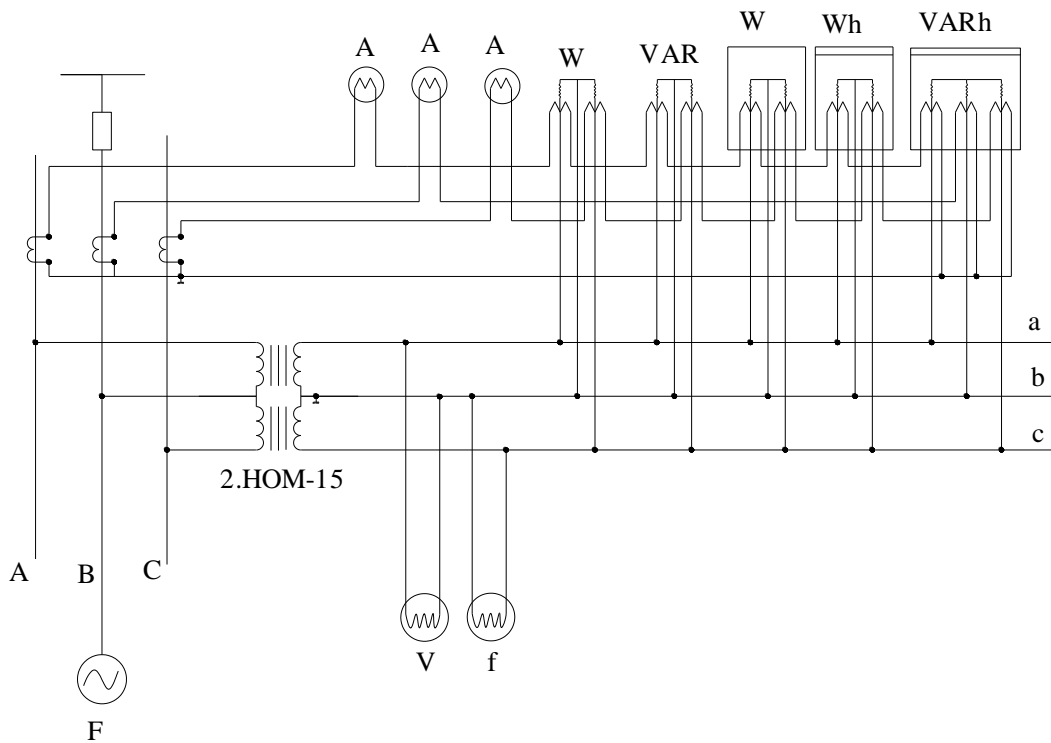
1. Chọn máy biến điện áp (BU)

a) Chọn BU cho cấp điện áp máy phát 10,5kV

BU được chọn theo các điều kiện sau :

- Loại biến điện áp được chọn dựa vào vị trí đặt, sơ đồ nối dây và nhiệm vụ của nó. Để cấp điện cho công tơ chỉ cần dùng 2 BU một pha đầu V/V.
- Điều kiện về điện áp : $U_{dmBU} \geq U_{dmạng} = 10,5 \text{ kV}$
- Cấp chính xác của BU : vì cấp điện cho công tơ nên chọn BU có cấp chính xác là 0,5.
 - Công suất định mức : tổng phụ tải nối vào BU (S_2) phải nhỏ hoặc bằng công suất định mức của BU với cấp điện áp đã chọn : $S_2 \leq S_{dmBU}$.

Sơ đồ nối các dụng cụ đo vào máy biến điện áp và máy biến dòng điện mạch máy phát :



Ta phải phân bố các đồng hồ điện phía thứ cấp đồng đều cho hai BU tương ứng như bảng sau :

Tên đồng hồ	Ký hiệu	Phụ tải BU pha AB		Phụ tải BU pha BC	
		W (P)	VAr(Q)	W (P)	VAr(Q)
Vôn kế	∅ 2	7,2	-	-	-
Oát kế	Д 341	1,8	-	1,8	-
Oát kế phản kháng	Д 342/1	1,8	-	1,8	-
Oát kế tự ghi	Д 33	8,3	-	8,3	-
Tần số kế	Д 340	-	-	6,5	-
Công tơ tác dụng	И 670	0,66	1,62	0,66	1,62
Công tơ phản kháng	И 672	0,66	1,62	0,66	1,62
Tổng cộng	-	20,42	3,24	19,72	3,24

Biến điện áp pha AB có :

$$S_2 = \sqrt{20,42^2 + 3,24^2} = 20,675 \text{ VA}$$

$$\cos\varphi = \frac{20,42}{20,675} = 0,988$$

Biến điện áp pha BC có :

$$S_2 = \sqrt{19,72^2 + 3,24^2} = 19,984 \text{ VA}$$

$$\cos\varphi = \frac{19,72}{19,984} = 0,987$$

Ta chọn BU cho cấp điện áp 10,5 kV có thông số :

Kiểu BU	Cấp điện áp (kV)	Điện áp định mức (V)		Công suất định mức (VA)	
		Cuộn sơ cấp	Cuộn thứ cấp	Cấp 0,5	Cấp 1
HOM – 10	10	10000/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	75	150

➤ **Chọn dây dẫn nối giữa BU và các dụng cụ đo lường :**

- Tiết diện dây dẫn được chọn sao cho tổn thất điện áp trên nó không vượt quá 0,5% điện áp định mức thứ cấp khi có công tơ và 0,3% khi không có công tơ.

- Để đảm bảo độ bền cơ: tiết diện tối thiểu của dây dẫn là 1,5 mm² đối với dây đồng và 2,5 mm² đối với dây nhôm khi không nối với dụng cụ đo điện năng. Và 2,5 mm² đối với dây đồng và 4 mm² đối với dây nhôm khi nối với dụng cụ đo điện năng.

Tính dòng điện trong các dây dẫn :

$$I_a = \frac{S_{ab}}{U_{ab}} = \frac{20,675}{100} = 0,207 \text{ A}$$

$$I_c = \frac{S_{bc}}{U_{bc}} = \frac{19,984}{100} = 0,2 \text{ A}$$

Để đơn giản ta coi $I_a = I_c = 0,2 \text{ A}$ và $\cos\varphi_{ab} = \cos\varphi_{bc} = 1$

Như vậy dòng điện $I_b = \sqrt{3} \cdot I_a = \sqrt{3} \cdot 0,2 = 0,34 \text{ A}$

Điện áp giáng trên dây a và b bằng :

$$\Delta U = (I_a + I_b) \cdot r = (I_a + I_b) \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Giả sử khoảng cách từ dụng cụ đo đến BU là $l = 50 \text{ m}$, bỏ qua góc lệch pha giữa I_a và I_b . Vì trong mạch có công tơ nên $\Delta U = 0,5\%$ do vậy tiết diện dây dẫn phải chọn là :

$$S \geq \frac{I_a + I_b}{\Delta U} \cdot \rho \cdot l = \frac{0,34 + 0,2}{0,5} \cdot 0,0175 \cdot 50 = 0,945 \text{ mm}^2$$

Theo tiêu chuẩn độ bền cơ học ta lấy dây dẫn là dây đồng có tiết diện $S = 1,5\text{mm}^2$ đối với dây dẫn không nối với dụng cụ đo điện năng và có tiết diện $S = 2,5\text{mm}^2$ đối với dây dẫn nối với dụng cụ đo điện năng.

b) Chọn BU cho cấp điện áp 110kV và 220kV

Phụ tải thứ cấp của BU phía 110kV và 220kV thường là các cuộn dây điện áp của các đồng hồ Vônmet có tổng trở tương đối lớn nên công suất thường nhỏ do vậy không cần tính phụ tải thứ cấp. Tiết diện dây dẫn thường chọn sao cho đảm bảo độ bền cơ học.

Nhiệm vụ chính của các BU ở các cấp điện áp này là kiểm tra cách điện và đo lường điện áp do vậy ta chọn ba biến điện áp một pha đấu Y_0/Y_0 .

Ta chọn các BU có thông số sau :

Loại BU	Cấp điện áp (kV)	Điện áp định mức các cuộn dây (V)		Công suất theo cấp chính xác (VA)		Công suất max (VA)
		Sơ cấp	Thứ cấp	Cấp 0,5	Cấp 1	
HK ϕ – 110 – 58	110	$110000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	400	600	2000
HK ϕ – 220 – 58	220	$220000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	400	600	2000

2. Chọn máy biến dòng điện (BI)

Máy biến dòng điện được chọn theo các điều kiện sau :

- Sơ đồ nối dây và kiểu máy : sơ đồ nối dây tùy thuộc vào nhiệm vụ của máy biến dòng điện. Kiểu biến dòng điện phụ thuộc vào vị trí đặt.
- Điện áp định mức : $U_{dmBI} \geq U_{dm\text{mạng}}$
- Dòng điện định mức sơ cấp : $I_{dmSC} \geq I_{cb}$
- Cấp chính xác của BI chọn phù hợp với yêu cầu của dụng cụ đo. Phụ tải thứ cấp của BI chọn tương ứng với cấp chính xác. BI có một phụ tải định mức là Z_{dmBI} . Để đảm bảo độ chính xác yêu cầu tổng phụ tải thứ cấp (Z_2) của nó kể cả tổng trở dây dẫn không được vượt quá Z_{dmBI} .

$$Z_2 = Z_{dc} + Z_{dd} \leq Z_{dmBI}$$

Trong đó : Z_{dc} là tổng phụ tải của dụng cụ đo.

Z_{dd} là tổng trở dây dẫn nối từ BI đến dụng cụ đo.

a) Chọn biến dòng cho cấp điện áp máy phát 10,5kV

Từ sơ đồ nối dây các dụng cụ đo lường vào BI ta xác định được phụ tải thứ cấp của BI ở các pha như sau :

STT	Tên dụng cụ đo lường	Ký hiệu	Phụ tải thứ cấp (VA)		
			a	B	c
1	Am pe mét	Э 302	1	1	1
2	Oát kế tác dụng	Д 341	5	–	5
3	Oát kế tự ghi	Д 33	10	–	10
4	Oát kế phản kháng	Д 324/1	5	–	5
5	Công tơ tác dụng	И 670	2,5	–	2,5
6	Công tơ phản kháng	И 672	2,5	5	2,5
	Tổng cộng		26	6	26

- Điện áp định mức của BI : $U_{dmBI} \geq U_{dm\text{mạng}} = 10,5 \text{ kV}$
- Dòng điện định mức sơ cấp : $I_{dmSC} \geq I_{cb} = 4,33 \text{ kA}$
- Cấp chính xác : 0,5 (vì trong mạch thứ cấp có công tơ)

Vậy từ các điều kiện trên ta chọn BI cho cấp điện áp máy phát là loại :

ТННН–10 có các thông số : $U_{dm} = 10,5 \text{ kV}$; $I_{dmSC} = 5000\text{A}$; $I_{dmTC} = 5\text{A}$

Với cấp chính xác 0,5 ta có $Z_{dmBI} = 1,2 \Omega$

➤ **Chọn dây dẫn nối từ BI đến dụng cụ đo:**

Giả thiết khoảng cách từ BI đến dụng cụ đo là $l = 30\text{m}$. Vì biến dòng mắc trên cả 3 pha nên chiều dài tính toán là : $l_{tt} = l = 30\text{m}$.

Tổng trở các dụng cụ đo lường mắc vào pha a (hoặc pha c) là :

$$Z_{dc\Sigma} = \frac{S_{dc\Sigma}}{I_{dmTC}^2} = \frac{26}{5^2} = 1,04 \Omega$$

Để đảm bảo độ chính xác thì tổng phụ tải thứ cấp (Z_2) kể cả tổng trở dây dẫn không được vượt quá Z_{dmBI} :

$$Z_2 = Z_{dc} + Z_{dd} \leq Z_{dmBI} = 1,2 \Omega$$

$$\Rightarrow Z_{dd} \leq Z_{dmBI} - Z_{dc} = 1,2 - 1,04 = 0,16$$

$$Z_{dd} \approx R_{dd} = \frac{\rho l}{S} \leq 0,16$$

$$\Rightarrow S \geq \frac{\rho \cdot l}{R_{dd}} = \frac{0,0175 \cdot 30}{0,16} = 3,28 \text{ mm}^2$$

Vậy ta chọn dây dẫn bằng đồng có tiết diện là $S = 4 \text{ mm}^2$

- Máy biến dòng đã chọn không cần phải kiểm tra ổn định động vì nó quyết định bởi điều kiện ổn định động của thanh dẫn mạch máy phát.

Ta có $I_{dmSC} = 5000 \text{ A} > 1000 \text{ A}$ do vậy BI đã chọn không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

b) Chọn biến dòng cho cấp điện áp 110kV và 220kV

BI chọn theo điều kiện :

- Điện áp định mức của BI : $U_{dmBI} \geq U_{dm\text{mạng}}$

- Dòng điện định mức sơ cấp : $I_{dmSC} \geq I_{cb}$

Với cấp điện áp 110kV ta có $I_{cb} = 330 \text{ A}$

Với cấp điện áp 220kV ta có $I_{cb} = 354 \text{ A}$

Ta chọn BI có thông số như bảng sau :

Thông số tính toán		Loại BI	U_{dm} (kV)	Bội số ổn định động	Bội số ổn định nhiệt	I_{dm} (A)		Cấp chính xác	Phụ tải (Ω)	i_{ddm} (kA)
U_{dm} (kV)	I_{cb} (A)					Sơ cấp	Thứ cấp			
110	330	TФНД-110М	110	110	34,6/3	400	5	0,5	1,2	145
220	354	TФН220-3Т	220	75	60/1	400	5	0,5	2	24-48

V.CHON CẤP VÀ KHÁNG ĐIỆN CHO PHỤ TẢI ĐỊA PHƯƠNG

1.Chọn cáp

Theo yêu cầu thiết kế phụ tải cấp điện áp $U_{dm} = 10kV$, $P_{max} = 40MW$, $\cos\varphi = 0,84$ bao gồm 8 đường dây cáp kép x 4MW và 4 đường dây cáp đơn x 3 MW.

a)Chọn tiết diện cáp kép

Mỗi đường dây cáp kép có $S = 4,762MVA$. Ta tính dòng điện làm việc bình thường như sau :

$$I_{lvbt} = \frac{S}{2\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{4,762}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 0,137 \text{ kA}$$

$$T_{max} = \frac{365 \sum_0^{24} P_i \cdot t_i}{P_{UFmax}} = \frac{365}{40} (33,333 \cdot 8 + 47,619 \cdot 6 + 38,095 \cdot 6 + 30,952 \cdot 4) = 8255,8985 \text{ h}$$

Tra bảng với cáp lõi nhôm và $T_{max} = 8255,8985 \text{ h}$ ta có $J_{kt} = 1,2A/mm^2$

$$\Rightarrow S_{kt} = \frac{I_{lvbt}}{J_{kt}} = \frac{0,137 \cdot 10^3}{1,2} = 114,167 \text{ mm}^2$$

Tra bảng chọn cáp ba lõi bằng nhôm có cách điện bằng giấy tẩm dầu, nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong đất (nhiệt độ đất $t^{\circ}_d = 15^{\circ}C$) ta được :

$$S = 150mm^2 ; U_{dm} = 10 \text{ kV} ; I_{cp} = 275 \text{ A.}$$

➤ Kiểm tra cáp kép đã chọn theo điều kiện phát nóng :

$$\text{Điều kiện : } k_{qtsc} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{cb} = 2I_{lvbt}$$

Trong đó : k_{qtsc} - hệ số quá tải sự cố, $k_{qtsc} = 1,3$

k_1 - hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ, $k_1 = 0,882$

k_2 - hệ số hiệu chỉnh theo số cáp đặt song song, $k_2 = 0,92$

Thay vào điều kiện trên ta được :

$$1,3 \cdot 0,882 \cdot 0,92 \cdot 275 = 290,09 \text{ A} > I_{cb} = 2 \cdot 137 = 274 \text{ A}$$

Như vậy cáp đã chọn đảm bảo điều kiện phát nóng cho phép.

b)Chọn tiết diện cáp đơn

Mỗi đường dây cáp đơn có $S = 3,571 \text{ MVA}$. Ta tính dòng điện làm việc bình thường như sau:

$$I_{lvbt} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{3,571}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0,206 \text{ kA}$$

$$\Rightarrow S_{kt} = \frac{I_{lvbt}}{J_{kt}} = \frac{0,206 \cdot 10^3}{1,2} = 171,667 \text{ mm}^2$$

Tra bảng chọn cáp ba lõi bằng nhôm có cách điện bằng giấy tẩm dầu, nhựa thông và chất dẻo không cháy, vỏ bằng chì, đặt trong đất (nhiệt độ đất $t^{\circ}_d = 15^{\circ}C$) ta được :

$$S = 185mm^2 ; U_{dm} = 10 \text{ kV} ; I_{cp} = 310 \text{ A.}$$

➤ **Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện phát nóng :**

Điều kiện : $k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{lvbt}$

Trong đó : k_1 - hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ, $k_1 = 0,882$

k_2 - hệ số hiệu chỉnh theo số cáp đặt song song, $k_2 = 0,92$

Thay vào điều kiện trên ta được :

$$0,882 \cdot 0,92 \cdot 310 = 251,546 \text{ A} > I_{lvbt} = 206 \text{ A}$$

Như vậy cáp đã chọn đảm bảo điều kiện phát nóng cho phép.

2.Chọn kháng điện

Kháng điện đầu đường dây phụ tải địa phương được chọn theo các điều kiện sau :

- Điện áp : $U_{dmK} \geq U_{dm.mạng} = 10 \text{ kV}$
- Dòng điện : $I_{dmK} \geq I_{cbK}$

Trong đó : I_{cbK} là dòng điện cường bức qua kháng, được tính khi phụ tải địa phương là lớn nhất và sự cố một kháng.

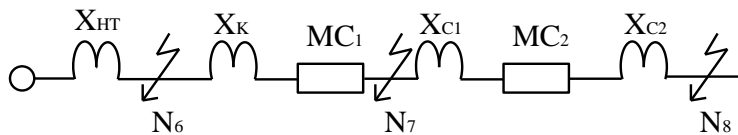
Ta có : $I_{cbK} = \frac{P_{UF \max}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} = \frac{40}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,84} = 2,618 \text{ kA}$

Ta chọn kháng điện kép có cuộn dây bằng nhôm : **PbAC-10-2x1500-8** có :

$I_{dmK} = 1500 \text{ A}$

- Điện kháng $X_K\%$:

Để tính điện kháng $X_K\%$ ta lập sơ đồ thay thế như sau :



Trong đó : $X_{HT} = \frac{I_{cb1}}{I_{N6}} = \frac{5,5}{75,617} = 0,073$

Cáp một có tiết diện $S_{C1} = 150 \text{ mm}^2$ lõi bằng nhôm do vậy ta có dòng ổn định nhiệt của cáp một là:

$$I_{nhC1} = \frac{S_1 \cdot C}{\sqrt{t_1}} = \frac{150 \cdot 90}{\sqrt{0,7}} = 16135,586 \text{ A} = 16,136 \text{ kA}$$

với C là hệ số phụ thuộc vật liệu cáp ($C = 90$).

t_1 thời gian cắt của máy cắt 1 : $t_1 = t_2 + \Delta t = 0,5 + 0,2 = 0,7 \text{ s}$

Mặt khác ta có : $X_{\Sigma} = X_{HT} + X_K = \frac{I_{cb1}}{I_{nhC1}} = \frac{5,5}{16,136} = 0,341$

$\Rightarrow X_K = X_{\Sigma} - X_{HT} = 0,341 - 0,073 = 0,268$

Vậy : $X_K\% = X_K \cdot \frac{I_{dmK}}{I_{cb1}} \cdot 100 = 0,268 \cdot \frac{1,5}{5,5} \cdot 100 = 7,309\%$

Ta chọn kháng điện kép có cuộn dây bằng nhôm : **PbAC-10-2x1500-8** có :

$$I_{dmK} = 1500 \text{ A}; X_K\% = 8\%; U_{dmK} = 10 \text{ kV}; k = 0,63$$

➤ **Kiểm tra kháng điện đã chọn**

Điện kháng ở dạng tương đối cơ bản của kháng đã chọn là:

$$X_K = X_K\% \cdot \frac{I_{cb}}{I_{dmK}} = 0,08 \cdot \frac{5,5}{1,5} = 0,293$$

Khi ngắn mạch tại điểm N7 trên sơ đồ ta có dòng ngắn mạch là:

$$I_{N7} = \frac{I_{cb}}{X_{HT} + X_K} = \frac{5,5}{0,073 + 0,293} = 15,014 \text{ kA}$$

Như vậy kháng điện đã chọn hạn chế dòng ngắn mạch tại N7 thỏa mãn điều kiện: $I_{N7} < I_{nhC1} = 16,136 \text{ kA}$

Vậy kháng điện đã chọn đạt yêu cầu kỹ thuật.

CHƯƠNG VII CHỌN SƠ ĐỒ VÀ THIẾT BỊ TỰ DÙNG

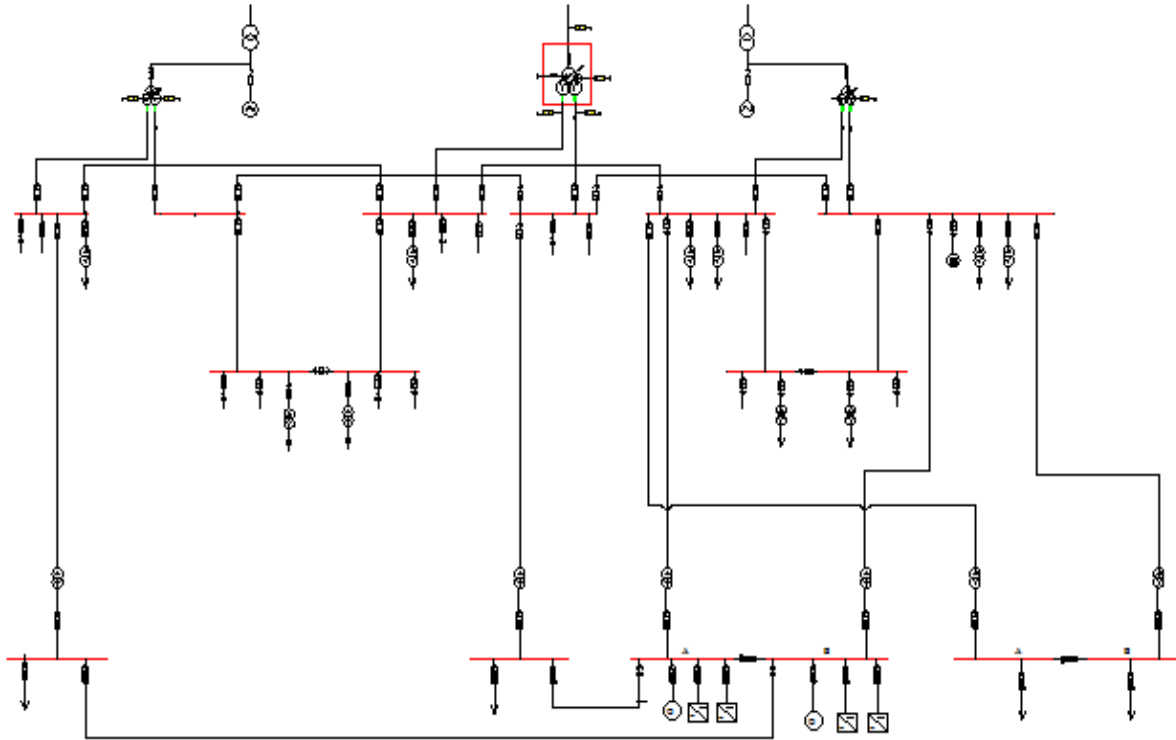
Điện tự dùng là một phần điện năng không lớn nhưng lại giữ một phần quan trọng trong quá trình vận hành nhà máy điện, nó đảm bảo hoạt động của nhà máy như : chuẩn bị nhiên liệu, vận chuyển nhiên liệu, bơm nước tuần hoàn, quạt gió, thấp sáng, điều khiển, tín hiệu và liên lạc ...

Điện tự dùng trong nhà máy nhiệt điện cơ bản có thể chia làm hai phần :

- Một phần cung cấp cho các máy công tác đảm bảo sự làm việc của lò và tua bin các tổ máy.
- Phần kia cung cấp cho các máy công tác phục vụ chung không liên quan trực tiếp đến lò hơi và tuabin nhưng lại cần thiết cho sự làm việc của nhà máy.

Ta chọn sơ đồ tự dùng theo nguyên tắc kinh tế và đảm bảo cung cấp điện liên tục, đối với nhà máy điện thiết kế ta dùng hai cấp điện áp tự dùng 6,3 kV và 0,4 kV.

Nguồn cung cấp cho hệ thống tự dùng là các máy phát của nhà máy và hệ thống.



Hình 19: Sơ đồ điện tự dùng sơ bộ của nhà máy điện

1. Chọn máy biến áp tự dòng cấp 1

Các máy này có nhiệm vụ nhận điện từ thanh cái 10,5 kV cung cấp cho phụ tải tự dòng cấp điện áp 6,3 kV phần còn lại cung cấp tiếp cho phụ tải cấp điện áp 0,4 kV.

Công suất định mức của máy biến áp tự dòng cấp 1 được chọn như sau :

$$S_{dmB1} \geq \alpha S_{Fdm} = \frac{S_{TDmax}}{n}$$

Trong đó : α là hệ số % tự dòng

n là số máy phát trong nhà máy

$$\Rightarrow S_{dmB1} \geq \frac{S_{TDmax}}{n} = \frac{14,85}{3} = 4,95 MVA$$

Tra tài liệu ta chọn máy biến áp loại **TMHC – 6300** có các thông số như sau

Loại máy biến áp	U_{dmC} (kV)	U_{dmH} (kV)	S_{dmB} (kVA)	ΔP_0 (kW)	ΔP_N (kW)	$U_N\%$	$I_0\%$
TMHC – 6300	10,5	6,3	6300	8	46,5	8	0,9

* **Máy biến áp dự trữ** : được chọn phù hợp với mục đích của chúng : máy biến áp dự trữ chỉ phục vụ để thay thế máy biến áp công tác khi sửa chữa .

Công suất máy biến áp dự trữ được chọn như sau :

$$S_{dmBdt} \geq 1,5 \cdot \frac{S_{TDmax}}{n} = 1,5 \cdot \frac{14,85}{3} = 7,425 MVA$$

Tra tài liệu ta chọn máy biến áp dự trữ loại **TĐHC – 10000** có các thông số như sau :

Loại máy biến áp	U_{dmC} (kV)	U_{dmH} (kV)	S_{dmB} (kVA)	ΔP_0 (kW)	ΔP_N (kW)	$U_N\%$	$I_0\%$
TĐHC – 10000	10,5	6,3	10000	12,3	85	14	0,8

2. Chọn máy biến áp tự dòng cấp 2

Các máy biến áp tự dòng cấp 2 dùng để cung cấp điện cho phụ tải cấp điện áp 0,4 kV và chiếu sáng. Công suất của các loại phụ tải này thường nhỏ nên công suất máy biến áp thường được chọn loại máy có công suất từ 630-1000 kVA. Loại lớn hơn thường không được chấp nhận vì giá thành lớn và dòng ngắn mạch phía 0,4kV lớn.

Công suất của máy biến áp tự dòng cấp 2 được chọn như sau :

$$S_{dmB2} \geq (10 \div 15)\% \cdot \frac{S_{TDmax}}{n} = (10 \div 15)\% \cdot \frac{14,85}{3} = (495 \div 742,5) kVA$$

Vậy ta chọn loại máy biến áp **TM-1000** có các thông số sau :

Loại máy biến áp	S _{đmB} (kVA)	Điện áp (kV)		Tổn thất (kW)		U _N %	I _o %
		cuộn cao	cuộn hạ	Δ P _o	Δ P _N		
TM -1000	1000	6	0,4	2,1	12,2	5,5	1,4

3.Chọn máy cắt phía điện áp cao của máy biến áp tự dùng cấp 1

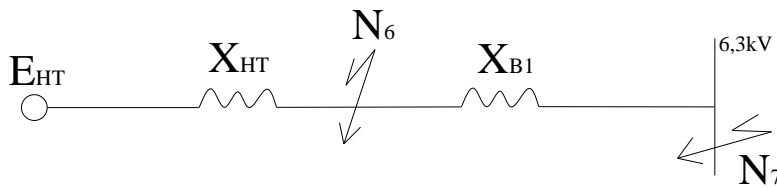
Chọn tương tự như với máy cắt của cấp điện áp 10,5 kV đã được lựa chọn trong chương IV .Tức là loại máy cắt 8FG10.

Cấp điện áp (kV)	Đại lượng tính toán			Loại máy cắt	Đại lượng định mức			
	I _{cb} (kA)	I _N (kA)	I _{xk} (kA)		U _{đm} (kV)	I _{đm} (kA)	I _{cắt đm} (kA)	I _{đđm} (kA)
10,5	-	75,617	192,489	8FG10	12	12,5	80	225

3.Chọn máy cắt phía hạ áp của máy biến áp tự dùng cấp 1

Để chọn máy cắt điện trong trường hợp này ta tính dòng ngắn mạch tại thanh góp phân đoạn 6,3 kV (điểm N₇) để chọn máy cắt .

Ta có sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch như sau:



Máy cắt được chọn theo điều kiện sau:

$$U_{đmMC} \geq U_{đmmạng} ; \quad I_{đmMC} \geq I_{cb}$$

$$I_{nh}^2 \cdot t_{nh} \geq B_N \quad i_{đđm} \geq i_{xk}$$

$$I_{cđm} \geq I''$$

Trong chương ngắn mạch ta tính được dòng ngắn mạch để chọn khí cụ điện mạch tự dùng là : $I_{N6} = I_{N5} + I_{N5'} = 75,617$ kA .

Điện kháng của hệ thống tính đến điểm ngắn mạch N₆ là :

$$X_{HT} = \frac{I_{cb1}}{I_{N6}} = \frac{5,5}{75,617} = 0,073$$

Điện kháng của máy biến áp tự dùng cấp 1 là :

$$X_{B1} = \frac{U_N \%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{dmB1}} = \frac{8}{100} \cdot \frac{100}{6,3} = 1,27$$

$$X_{\Sigma} = X_{HT} + X_{B1} = 0,073 + 1,27 = 1,343$$

Vậy dòng ngắn mạch tại điểm N₇ là :

$$I_{N7}'' = \frac{I_{cb}}{X_{\Sigma}} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{tb}.X_{\Sigma}} = \frac{100}{\sqrt{3}.6,3.1,343} = 6,824 \text{ kA}$$

Dòng xung kích tại điểm ngắn mạch N7 là :

$$i_{xkN7} = \sqrt{2} . 1,8 . 6,824 = 17,37 \text{ kA}$$

Ta chọn máy cắt **8BM20** có các thông số kỹ thuật như sau :

Loại máy cắt	$U_{dm}(kV)$	$I_{dm}(A)$	$I_{cdm} (kA)$	$i_{ddm} (kA)$	$I_{nh}/t_{nh} (kA/s)$
8BM20	7,2	1250	25	63	20/4

Máy cắt đã chọn có : $I_{dm} = 1250A > 1000A$

$$i_{ddm} = 63kA > i_{xk} = 17,37kA$$

Do vậy không cần kiểm tra ổn định động và ổn định nhiệt.

4.Hệ Thống Điện Tự Dừng Một Chiều.

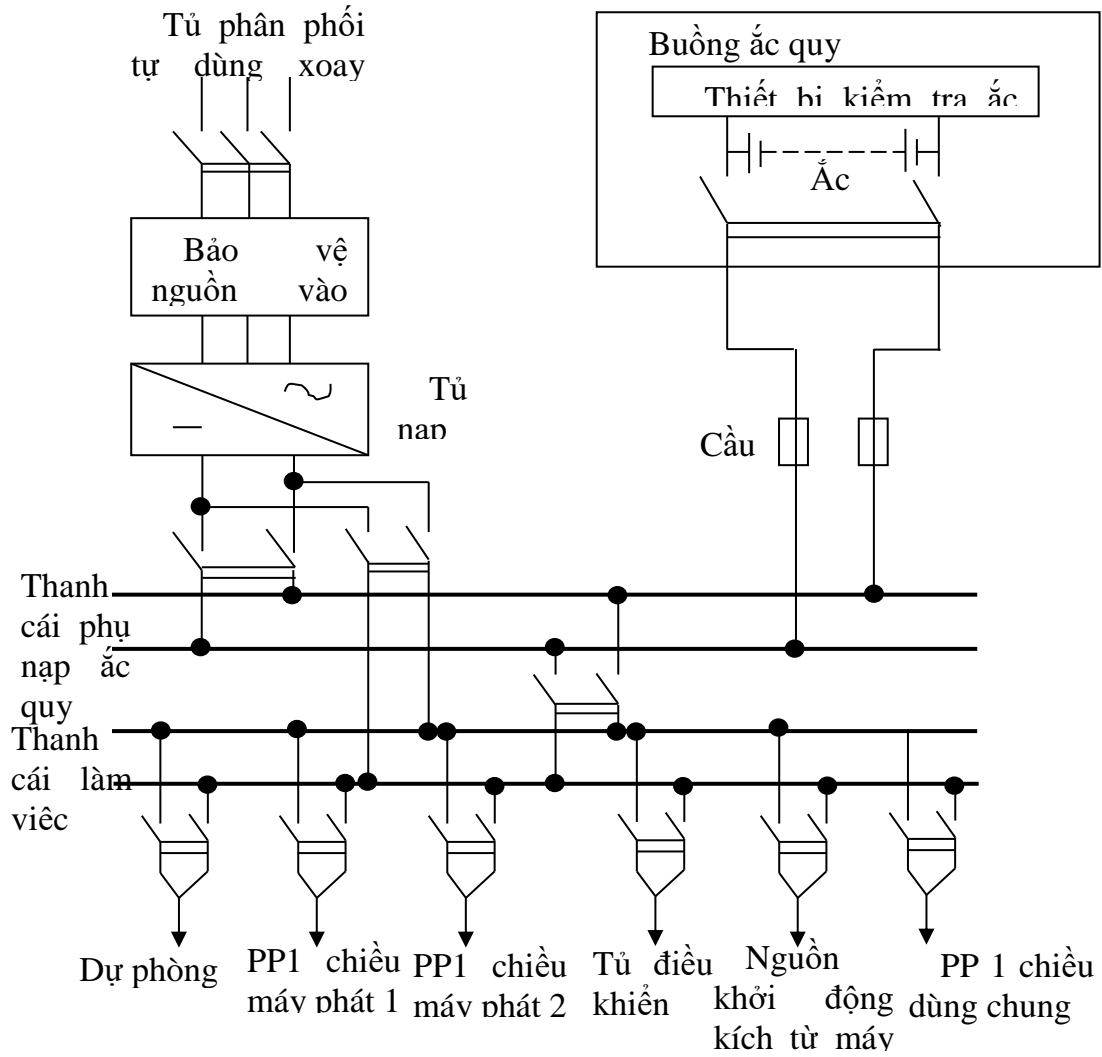
Trong nhà máy thủy điện hệ thống điện tự dừng một chiều có nhiệm vụ đảm bảo cung cấp điện cho hệ thống điều khiển, bảo vệ role, liên lạc... Ngoài ra hệ thống điện tự dừng một chiều còn làm nhiệm vụ là nguồn dự phòng cho nhà máy khi xảy ra sự cố máy phát dừng làm việc, nguồn điện dự phòng lấy từ lưới điện địa phương 35 KV bị sự cố và máy phát điện dự phòng chưa hoạt động.

Hệ thống điện tự dừng một chiều sử dụng điện áp 220 VDC được chỉnh lưu từ nguồn điện xoay chiều 380VAC và một hệ thống ắc quy dự phòng 2VDC, 600Ah/1 bình.

- Sơ đồ hệ thống tự dừng một chiều:
- Lựa chọn thiết bị một chiều.

Các thiết bị một chiều như đồng hồ đo điện áp, đo dòng điện, các bộ biến đổi dòng điện, điện áp, các thiết bị đóng cắt như át tô mát, cầu chì, dây dẫn, thanh cái được lựa chọn sao cho phù hợp với cấp điện áp một chiều và dòng điện một chiều chạy trong mạch. Việc lựa chọn thiết bị phải đảm bảo sao cho các thiết bị làm việc với phụ tải dài hạn và các thiết bị đóng cắt bảo vệ được mạch điện khi có sự cố ngắn mạch xảy ra.

Sơ đồ hệ thống tư dùng một chiều



KẾT LUẬN CHUNG

Để thiết kế phần điện trong nhà máy nhiệt điện với công suất của các tổ máy và phụ tải các cấp điện áp, bảng biến thiên công suất phụ tải mà đề bài đã cho, em tiến hành thực hiện lần lượt các bước cơ bản từ việc tính toán cân bằng công suất, vạch ra các phương án nối dây cho nhà máy, tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật để tìm được phương án tối ưu và lựa chọn các thiết bị cho nhà máy.

Phần điện trong nhà máy nhiệt điện mà em vừa tính toán đã thỏa mãn các yêu cầu của đề bài, yêu cầu về tính kỹ thuật và tính kinh tế, đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải các cấp điện áp.

Lời cảm ơn

Sau 3 tháng tìm hiểu nghiên cứu và được sự hướng dẫn tận tình của thầy Nguyễn Đoàn Phong em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài : **“Tính toán cung cấp điện cho nhà máy nhiệt điện”** đúng thời gian quy định. Tuy nhiên do kiến thức còn hạn hẹp nên không thể tránh khỏi những sai sót trong quá trình làm.

Vì vậy em mong các thầy cũng như các bạn trong lớp góp ý để đề tài của em được hoàn hảo hơn

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo Ths.Nguyễn Đoàn Phong đã tận tình hướng dẫn giúp đỡ em để em hoàn thành đồ án này. Trong thời gian học tập tại trường em xin chân thành cảm ơn tất cả các thầy cô giáo trong bộ môn Điện đã dạy dỗ em để em có được kiến thức như ngày hôm nay. Đó là nền tảng cơ bản giúp em thực hiện đồ án tốt nghiệp cũng như là cho công việc sau này.

Em xin chân thành cảm ơn các thầy !

Hải phòng , ngày tháng năm 2021
Sinh viên thực hiện

Bùi Tiến Đạt

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500kV

Tác giả: Ngô Hồng Quang. ĐHBK Hà Nội

2. Hệ thống cung cấp điện

Tác giả: Trần Quang Khánh

3. Ngăn mạch trong hệ thống điện

Tác giả: GS.TS. Lã Văn Út

4. Nhà máy thủy điện

Tác giả: - Lã Văn Út

- Dương Quốc Thông

- Ngô Văn Chương

5. Thiết kế nhà máy điện và trạm biến áp

Tác giả: PGS - Nguyễn Hữu Khải

6. Cung cấp điện.