

LỜI MỞ ĐẦU

Đất nước ta đang bước vào thời kì công nghiệp hóa, hiện đại hóa, ngành điện giữ vai trò vô cùng quan trọng trong nền kinh tế quốc dân. Điện phục vụ cho sản xuất và sinh hoạt. Khi đời sống xã hội ngày càng cao, nhu cầu điện ngày càng tăng thì đòi hỏi phải có thêm nhiều nhà máy điện mới cung cấp đủ điện năng cho phụ tải.

Qua thời gian học tập và thực tập tại nhà máy Nhiệt Điện Uông Bí em được giao đề tài tốt nghiệp:”**Thiết kế phần điện cho nhà máy Nhiệt Điện Uông Bí 1500MW và khảo sát sự mất đối xứng đường dây siêu cao áp 500 kV**”

Theo nhiệm vụ thiết kế, đề án em được chia thành 2 phần:

Phần 1:thiết kế phần điện cho nhà máy nhiệt điện

Phần 2:chế độ không đối xứng của đường dây siêu cao áp 500 kV

Để hoàn thành được đề án, em đã được sự giúp đỡ rất nhiều của các thầy cô giáo trong bộ môn Điện – Điện tử trường đại học Dân Lập Hải Phòng. Đặc biệt là thầy giáo **GS. TSKH. Thân Ngọc Hoàn**.

Mặc dù đã hết sức cố gắng nhưng bài làm của em vẫn còn nhiều thiếu sót, em rất mong được sự chỉ bảo của các thầy.

Em xin chân thành cảm ơn!

CHƯƠNG 1.

THIẾT KẾ PHẦN ĐIỆN CHO NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

1.1. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT

1.1.1. Khái quát chung về nhà máy điện:

Nhà máy nhiệt điện theo thiết kế có tổng công suất đặt là 1500 MW cung cấp công suất cho phụ tải trung áp 220 kV gồm 6 đường dây với tổng công suất cực đại là 750 MW. Ngoài ra nhà máy còn cấp điện cho phụ tải địa phương ở cấp điện áp 22 kV với công suất 40 MW. Công suất thừa của nhà máy phát vào hệ thống nhờ 2 đường dây 500 kV nối nhà máy với hệ thống qua một trạm biến áp 500 kV cách nhà máy 200 km. với công suất lớn như vậy, nhà máy có 5 tổ máy phát công suất 300 MW, kiểu TGB-300-2, do CHLB Nga sản xuất, điện áp định mức là 220 kV.

1.1.2. Tính toán phụ tải và cân bằng công suất

a. Công suất phát toàn nhà máy

Biến thiên phụ tải hàng ngày của toàn nhà máy cho theo thiết kế, ở đó ta có công suất phát của nhà máy tính theo phần trăm được cho bởi công thức:

$$P_{NM\%} = (P_{NM}/P_{NMdm}) \cdot 100$$

Từ đó ta tính được công suất tác dụng và công suất biểu kiến phát của nhà máy là:

$$P_{NM} = P_{NM\%} \cdot P_{NMdm} / 100$$

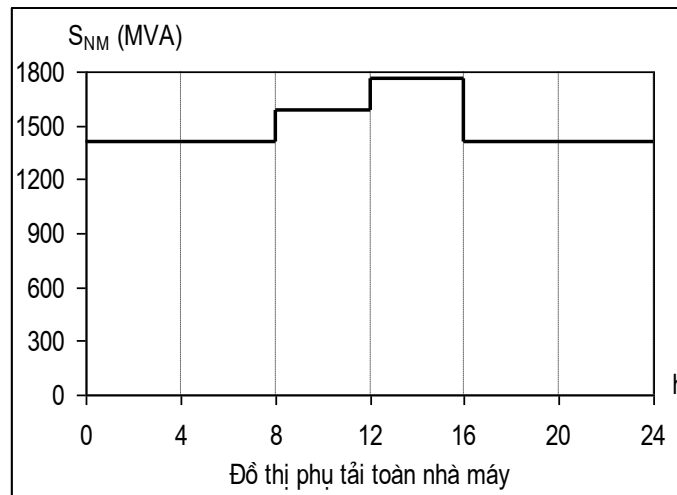
$$\text{và} \quad S_{NM} = P_{NM} / \cos\varphi_{dm}$$

kết quả tính toán cho trong bảng 1-1:

Bảng 1-1

Thời gian, h	0- 8	8-12	12-16	16- 24
$P_{NM}\%$	80	90	100	80
P_{NM}, MW	1200	1350	1500	1200
S_{NM}, MVA	1411,76	1588,24	1764,71	1411,76

Dựa vào kết quả này ta vẽ được đồ thị phụ tải toàn nhà máy như hình 1-1:



Hình 1-1 : đồ thị phụ tải toàn nhà máy

b. Phụ tải tự dùng

Nhà máy thiết kế có công suất tự dùng cực đại bằng 5% tổng công suất định mức với hệ số công suất $\cos\varphi_{tb} = 0,85$. Đó là nguồn cung cấp năng lượng cho các cơ cấu khác nhau để phục vụ tự động hóa các tổ máy phát điện. Công suất tự dùng của nhà máy gồm hai thành phần: một thành phần không phụ thuộc vào công suất phát, chiếm khoảng 40%, thành phần thứ hai phụ thuộc vào công suất phát chiếm khoảng 60%. Vì vậy ta có thể tính công suất tự dùng tại các thời điểm khác nhau theo công thức gần đúng:

$$S_{td} = 5\% S_{NMdm} \left(0,4 + 0,6 \frac{S_{NM}}{S_{NMdm}} \right)$$

Trong đó S_{NMdm} : là công suất đặt của nhà máy

S_{NM} : là công suất phát của nhà máy tại thời điểm t

S_{td} : là công suất tự dùng của nhà máy ứng với công suất phát là

S_{NM} Từ đó tính được biến thiên công suất phụ tải tự dùng trong ngày như bảng 1-2:

Bảng 1-2

Thời gian, h	0-8	8-12	12-16	16-24
S_{NM} , MVA	1411,76	1588,24	1764,71	1411,76
S_{td} , MVA	77,65	82,94	88,24	77,65

c. Phụ tải trung áp 220 kV

Nhiệm vụ chính của nhà máy là cấp điện cho phụ tải trung áp bao gồm 6 đường dây với công suất cực đại mỗi đường là 125 MW và $\cos\varphi = 0,8$

Biến thiên phụ tải trung áp hàng ngày của nhà máy theo như nhiệm vụ thiết kế, ở đó ta có công suất phụ tải trung áp tính theo phần trăm được cho bởi công thức:

$$P_{220}\% = (P_{220}/P_{220m}).100$$

Từ đó ta tính được công suất tác dụng và công suất biểu kiến của phụ tải 220 kV nhà máy là:

$$P_{220} = P_{220}\%.P_{220m}/100$$

$$\text{và} \quad S_{220} = P_{220}/\cos\varphi_{tb}$$

kết quả tính toán cho ở bảng 1-3:

Bảng 1-3

Thời gian, h	0-8	8-12	12-16	16-24
$P_{220}\%$	70	100	80	70
P_{220} , MW	525	750	600	525
S_{220} , MVA	656,25	937,5	750	656,25

d. Phụ tải địa phương cấp điện áp 22 kV:

Ngoài việc cấp điện cho phụ tải trung áp 220 kV và liên lạc với hệ thống, nhà máy còn có phụ tải địa phương ở cấp điện áp 22 kV. Phụ tải này gồm 4 đường cáp kép mỗi đường có công suất 10 MW và $\cos\varphi_{tb} = 0,92$.

Biến thiên công suất phụ tải địa phương hàng ngày của nhà máy theo thiết kế, ở đó ta có công suất phụ tải địa phương tính theo phần trăm được cho bởi công thức:

$$P_{22}\% = (P_{22}/P_{22m}).100$$

Từ đó ta tính được công suất tác dụng và công suất biểu kiến của phụ tải 22 kV nhà máy là:

$$P_{22} = P_{22}\%.P_{22m}/100$$

$$\text{Và } S_{22} = P_{22}/\cos\varphi_{tb}$$

Kết quả tính toán cho ở bảng 1-4:

Bảng 1-4

Thời gian, h	0-8	8-12	12-16	16-24
$P_{22}\%$	70	100	90	70
P_{22} , MW	28	40	36	28
S_{22} , MVA	30,43	43,48	39,13	30,43

e. Công suất phát vào hệ thống

Công suất thừa của nhà máy phát vào hệ thống qua 2 đường dây 500 kV nối nhà máy với hệ thống qua một trạm biến áp 500 kV cách nhà máy 200 km. Công suất phát vào hệ thống trong từng giờ được tính như sau:

$$S_{500} = S_{NM} - S_{td} - S_{22} - S_{220}$$

Trong đó : S_{NM} là công suất phát của nhà máy

S_{td} là công suất tự dùng của toàn nhà máy

S_{22} là công suất phụ tải cấp điện áp 22 kV

S_{220} là công suất phụ tải cấp điện áp 220 kV

Theo công thức trên ta tính được công suất phát vào hệ thống như bảng 1-5:

Bảng 1-5

Thời gian, h	0-8	8-12	12-16	16-24
S_{NM}, MVA	1411,76	1588,24	1764,71	1411,76
S_{td}, MVA	77,65	82,94	88,24	77,65
S_{22}, MVA	30,43	43,48	39,13	30,43
S_{220}, MVA	656,25	937,5	750	656,25
S_{500}, MVA	647,43	524,32	887,34	647,43

1.2. ĐỀ XUẤT SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN CHÍNH CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN.

1.2.1. Đề xuất các phương án

Chọn sơ đồ nối điện chính của nhà máy điện là một khâu quan trọng trong quá trình thiết kế nhà máy điện. Vì vậy cần phải nghiên cứu kỹ nhiệm vụ thiết kế, nắm vững các số liệu ban đầu, dựa vào bảng cân bằng công suất đã tính ở chương trước để tiến hành vạch các phương án nối dây có thể. Ngoài số lượng công suất các máy phát điện, máy biến áp ta cũng cần phải quan tâm đến vị trí của nhà máy trong hệ thống tầm quan trọng đối với hệ thống, chế độ làm việc, tính chất sự phân bố và mức độ quan trọng cung cấp điện của các hộ tiêu thụ. Các phương án vạch ra phải đảm bảo cung cấp điện liên tục cho các hộ tiêu

thụ và sơ đồ phải rõ ràng, đơn giản đến mức có thể, phải đảm bảo vận hành thuận tiện các thiết bị và hợp lí về kinh tế.

Dựa vào các yêu cầu nêu trên và các thông số của nhà máy điện ta có 1 vài nhận xét sau:

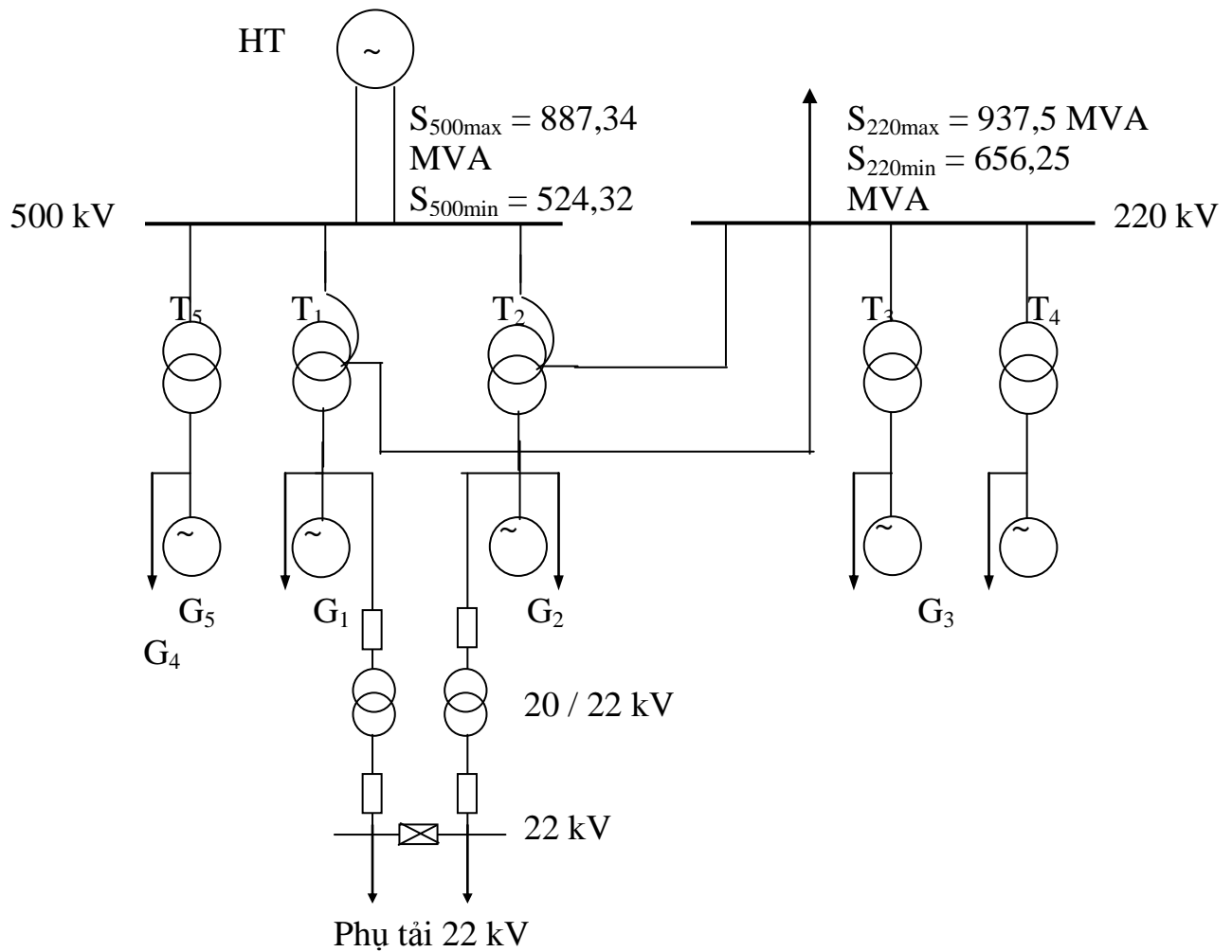
Theo thiết kế điện áp định mức của máy phát điện là 20 kV, trong khi đó phụ tải địa phương lại có điện áp là 22 kV. Do đó phụ tải địa phương phải được cung cấp điện từ máy biến áp tăng áp 20/22 kV. Vì vậy nhà máy không có thanh góp điện áp máy phát. Do phụ tải địa phương là các hộ loại 1 nên phải dùng 2 máy biến áp 20/22 kV. Bình thường mỗi máy cung cấp điện cho một nửa phụ tải địa phương, khi 1 máy biến áp bị sự cố, máy còn lại với khả năng quá tải, cung cấp điện cho toàn bộ phụ tải địa phương

Do nhà máy không có thanh góp điện áp máy phát, nên các máy phát điện được ghép bộ với các biến áp.

Nhà máy có 2 cấp điện áp 220 kV và 500 kV đều có trung tính nối đất trực tiếp, nên có thể dùng máy biến áp tự ngẫu để liên lạc giữa các cấp điện áp

Dựa vào các nhận xét trên ta đưa ra được 1 số phương án như sau:

***. Phương án 1: (hình 1-2)**



Hình 1-2 : phương án 1

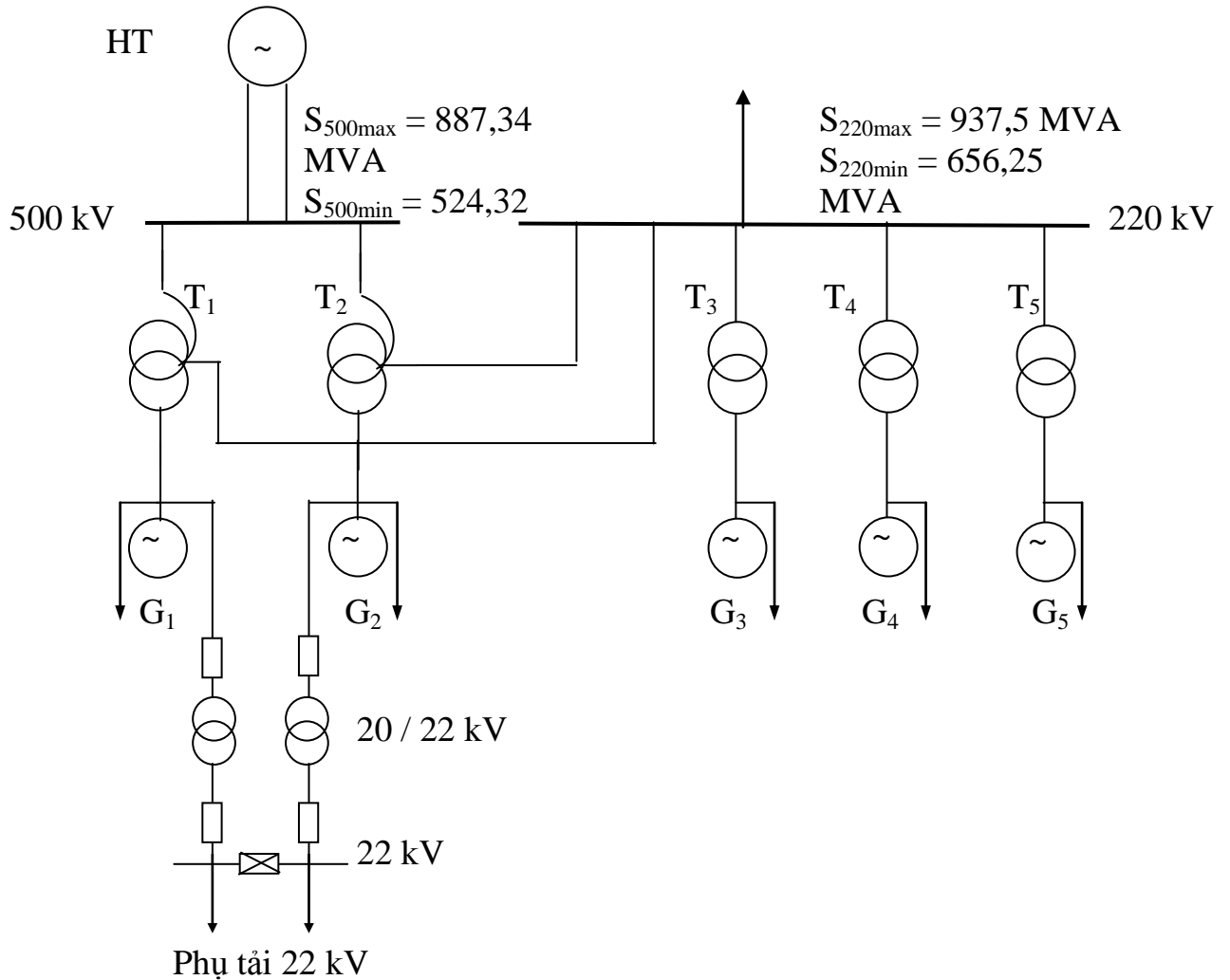
Do phụ tải trung áp 220 kV cực tiểu là 656,25 MVA, tương đương công suất của 2 bộ máy phát- máy biến áp nên ta ghép 2 bộ máy phát- máy biến áp 2 dây quấn lên thanh góp 220 kV. Mặt khác phụ tải cao áp cũng lớn lên ta ghép 1 bộ máy phát- máy biến áp 2 dây quấn lên thanh góp 500 kV.

Để cung cấp thêm cho phụ tải cao áp 500 kV và trung áp 220 kV cũng như để liên lạc giữa các cấp điện áp ta phải dùng 2 bộ máy phát- máy biến áp tự ngẫu (bộ G₁ - T₁ và G₂ - T₂).

Phụ tải địa phương được cung cấp từ 2 máy biến áp tăng áp 20/22 kV nối với đầu cực 2 máy phát điện ghép bộ với máy biến áp tự ngẫu

Ưu điểm của phương án này là bố trí nguồn và tải cân đối, tuy nhiên phải dùng đến 3 loại máy biến áp.

***. Phương án 2: (hình 1-3)**



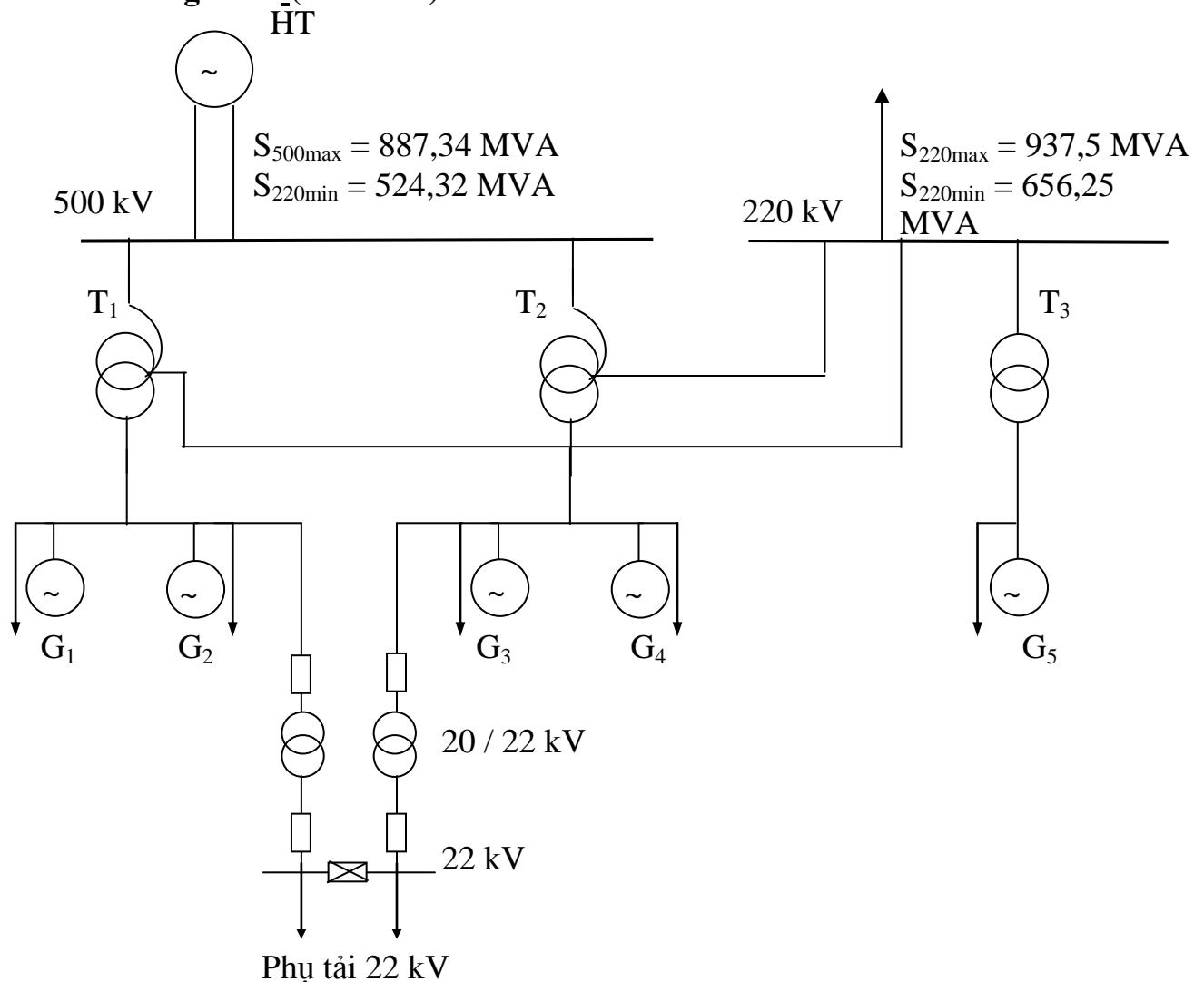
Hình 1-3 : phương án 2

Sự ghép nối các bộ máy phát, máy biến áp của phương án 2 cũng giống như phương án 1 chỉ khác là chuyển bộ $G_5 - T_5$ từ thanh góp 500 kV sang thanh góp 220 kV. Như vậy bên thanh góp 220 kV có 3 bộ máy phát, máy biến áp 2 dây quấn ($G_3 - T_3, G_4 - T_4, G_5 - T_5$).

Ưu điểm của phương án này là giảm được chủng loại máy biến áp (chỉ dùng 2 loại máy biến áp) vốn đầu tư cho bộ $G_5 - T_5$ rẻ hơn so với phương án 1. tuy nhiên do phụ tải cực tiểu phía trung áp nhỏ hơn công suất định mức của 3 bộ máy phát, máy biến áp, nên trong những giờ đó nếu hệ thống đòi hỏi 3

bộ này phát công suất định mức thì công suất thừa truyền từ thanh góp 220 kV sang thanh góp 500 kV phải qua 1 lần biến áp nữa.

***. Phương án 3: (hình 1-4)**

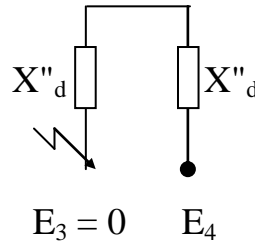


Hình 1-4 : phương án 3

Ta nhận thấy công suất dự trữ của hệ thống lớn hơn nhiều lần công suất định mức của các tổ máy nên có thể ghép chung 2 máy phát vào cùng bộ với 1 máy biến áp tự ngẫu. Tuy nhiên khi đó ta phải kiểm tra khả năng đóng máy phát bằng phương pháp tự đồng bộ của các máy phát này. Điều kiện kiểm tra là dòng điện quá độ khi 1 trong 2 máy phát hòa vào lưới bằng phương pháp tự đồng bộ phải nhỏ hơn 3,5 lần dòng định mức của máy phát:

$$I_{qd} < 3,5 I_{Gdm}$$

Sơ đồ thay thế tính toán ảnh hưởng của máy phát G_4 khi hòa tự đồng bộ máy phát G_3 như sau:



Khi đóng máy phát G_3 vào lưới mà chưa có kích từ, hiện tượng xảy ra như khi có ngắn mạch tại đầu cuộn dây stato của G_3 . Nên E_3 bằng 0. Giả sử trước khi hòa đồng bộ máy phát G_4 làm việc định mức:

$$U_{G4} = U_{G4dm} = 1$$

$$I_{G4} = I_{G4dm} = 1$$

Sức điện động quá độ trong máy phát G_4 được tính như sau:

$$E_4 = \sqrt{(U_{G4} \cos \varphi)^2 + (U_{G4} \sin \varphi + IX'_d)^2} = \sqrt{0,85^2 + (0,527 + 0,3)^2} = 1,186$$

Lúc này dòng điện cân bằng trong máy phát G_3 bằng tổng dòng điện ngắn mạch cung cấp từ hệ thống và dòng điện ngắn mạch cung cấp từ máy phát G_4 :

$$I_{cb} = I_{N-HT} + I_{N-G4} = \frac{U_{NM}}{X'_d} + \frac{E_4}{2X'_d} = \frac{1}{0,3} + \frac{1,186}{0,6} = 5,31 > I_{cbCP} = 3,5$$

Như vậy không thể nối dây như phương án 3 được vì sẽ không thể hòa đồng bộ máy phát và lưới bằng phương pháp tự đồng bộ. Ngoài ra do phía đầu cực máy phát có 6 mạch nên cần phải có thanh góp điện áp máy phát, làm cho sơ đồ rất phức tạp.

1.2.2. Chọn máy biến áp và tính toán tổn thất điện năng.

1. Chọn máy biến áp

a. Phương án 1:

chọn máy biến áp:

Nhà máy có 2 cấp điện áp trung và cao là 220 kV và 500 kV nên khi dùng máy biến áp tự ngẫu thì hệ số có lợi của máy biến áp tự ngẫu là:

$$\alpha = \frac{U_{Cdm} - U_{Tdm}}{U_{Cdm}} = \frac{525 - 242}{525} = 0,539$$

Công suất định mức của máy biến áp tự ngẫu được chọn theo công thức sau:

$$S_{T1dm} = S_{T2dm} \geq \frac{S_{Gdm}}{\alpha} = \frac{353}{0,539} = 655 \text{ MVA}$$

Vì vậy ta chọn 3 máy biến áp tự ngẫu 1 pha loại AOTDIQTH - 267; 525 / $\sqrt{3}$; 242 / $\sqrt{3}$; 20 có tổng công suất 3 pha là 801 MVA. Các thông số chính của máy biến áp tự ngẫu cho ở bảng 2-1:

Bảng 2-1

S _{dm} , MV A	U _{Cdm} , kV	U _{Tdm} , kV	U _{Hdm} , kV	U _N %			ΔP _N , kW			ΔP ₀ , kW
				C-T	C-H	T-H	C-T	C-H	T-H	
267	$\frac{525}{\sqrt{3}}$	$\frac{242}{\sqrt{3}}$	20	8,5	23	12,5	420	120	95	130

Công suất định mức của máy biến áp 2 dây quấn được chọn theo công thức:

$$S_{T3dm} = S_{dmT4} = S_{dmT5} \geq S_{Gdm} = 353 \text{ MVA}$$

Vì vậy ta chọn T₃ và T₄ là 2 máy biến áp 220 kV loại TDIQ - 400 / 242 có các thông số chính như bảng sau:

S _{dm} , MVA	U _{Cdm} , kV	U _{Hdm} , kV	U _N %	ΔP ₀ , kW	ΔP _N , kW
400	242	20	11	280	880

Máy biến áp 500 kV T₅ được chọn là loại TDIQ - 400 / 525 có các thông số chính như bảng 2-3:

Bảng 2-3

$S_{đm}$, MVA	$U_{Cđm}$, kV	$U_{Hđm}$, kV	$U_N\%$	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW
400	525	20	13	320	800

Phân bố phụ tải cho các máy biến áp:

Để thuận tiện trong vận hành, các máy biến áp 2 dây quấn được làm việc với đồ thị phụ tải bằng phẳng vì vậy công suất tải của các máy biến áp 2 dây quấn là:

$$S_b = S_{Gđm} - S_{tdmax}$$

Trong đó S_{tdmax} là công suất tự dùng cực đại của 1 tổ máy, tính bằng 1/5 công suất tự dùng cực đại của toàn nhà máy :

$$S_{tdmax} = S_{tdNM} / 5 = 88,24 / 5 = 17,65 \text{ MVA}$$

Vậy công suất làm việc của các máy biến áp T_3, T_4, T_5 là:

$$S_b = S_{Gđm} - S_{tdmax} = 353 - 17,65 = 335,35 \text{ MVA}$$

Khi phân bố công suất cho các cuộn dây máy biến áp tự ngẫu ta chú ý quy ước sau:

- Đối với cuộn hạ áp, chiều truyền công suất từ máy phát vào cuộn dây là chiều dương
- Đối với phía cao áp và trung áp chiều dương là chiều truyền công suất từ máy biến áp đi ra.

Trong chế độ làm việc bình thường công suất tải qua các phía cao áp, trung áp và hạ áp của mỗi máy biến áp tự ngẫu được tính như sau:

$$S_C = (S_{500} - S_b) / 2$$

$$S_T = (S_{220} - 2 S_b) / 2$$

$$S_H = S_C + S_T$$

Dựa vào bảng cân bằng công suất và các công thức trên ta có bảng kết quả sau:

Bảng 2-4

t, h	0 -- 8	8 -- 12	12 -- 16	16 -- 24
S_C , MVA	156,04	94,48	275,99	156,04
S_T , MVA	-7,23	133,40	39,65	-7,23
S_H , MVA	148,81	227,88	315,64	148,81

Ta thấy trong khoảng thời gian từ 0-8h và từ 16-24h, công suất truyền từ phía hạ áp và trung áp sang phía cao áp. Do đó cuộn nối tiếp mang tải lớn nhất, tính theo công thức:

$$S_{nt} = \alpha(S_{H \rightarrow C} + S_{T \rightarrow C}) = 0,539.(148,81 + 7,23) = 84,11 \text{ MVA}$$

Như vậy : $S_{nt} < S_{ntdm} = \alpha S_{T1dm} = 0,539.800 = 431,2 \text{ MVA}$

Thời gian còn lại trong ngày máy biến áp tự ngẫu làm việc theo chế độ truyền công suất từ cuộn hạ áp sang phía cao và trung. Do đó cuộn hạ áp có tải lớn nhất và bằng:

$$S_H = 315,64 \text{ MVA} < S_{Hdm} = \alpha S_{T1dm} = 431,2 \text{ MVA}$$

Trong máy biến áp tự ngẫu công suất định mức của cuộn hạ áp, cuộn nối tiếp và cuộn dây trung đều bằng nhau và bằng công suất tính toán của máy, do vậy ta chỉ cần kiểm tra quá tải với cuộn nào mang tải lớn nhất.

Vậy trong chế độ bình thường các máy biến áp không bị quá tải.

b. Phương án 2:

Chọn máy biến áp

các máy biến áp tự ngẫu của phương án 2 được chọn giống như phương án 1, vì vậy ta chọn 3 máy biến áp tự ngẫu 1 pha loại AOTDIQTTH - 267; 525 / $\sqrt{3}$; 242 / $\sqrt{3}$; 20 có tổng công suất 3 pha là 801 MVA. Các thông số chính của máy biến áp cho ở bảng 2-1.

Các máy biến áp 2 dây quấn T_3 , T_4 và T_5 cũng được chọn tương tự các máy T_3 và T_4 của phương án 1. Vì vậy ta chọn 3 máy biến áp 220 kV loại TDIQ - 400 / 242 có các thông số chính cho trong bảng 2-2.

Phân bố phụ tải cho các máy biến áp:

Công suất tải của các máy biến áp 2 dây quấn là:

$$S_b = S_{dmG} - S_{tdmax} = 353 - 17,65 = 335,35 \text{ MVA}$$

Trong chế độ làm việc bình thường công suất tải qua các phía cao áp, trung áp và hạ áp của mỗi máy biến áp tự ngẫu được tính như sau:

$$S_C = S_{500} / 2$$

$$S_T = (S_{220} - 3 S_b) / 2$$

$$S_H = S_C + S_T$$

Dựa vào bảng cân bằng công suất phụ tải và các công thức trên, ta có bảng phân bố tải cho các máy biến áp tự ngẫu như bảng 2-5:

Bảng 2-5

t, h	0 -- 8	8 -- 12	12 -- 16	16 -- 24
S_C , MVA	323,72	262,16	443,67	323,72
S_T , MVA	-174,90	-34,28	-128,03	-174,90
S_H , MVA	148,81	227,88	315,64	148,81

Ta thấy trong cả ngày công suất truyền từ phía hạ áp và trung áp sang phía cao áp. Do đó cuộn nối tiếp mang tải lớn nhất trong thời gian từ 12 đến 16h, tính theo công thức:

$$S_{nt} = \alpha(S_{H \rightarrow C} + S_{T \rightarrow C}) = 0,539.(315,64 + 128,03) = 239,14 \text{ MVA}$$

Như vậy :

$$S_{nt} < S_{ntdm} = 431,2 \text{ MVA}$$

Vậy trong chế độ bình thường các máy biến áp không bị quá tải.

2. Tính tổn thất điện năng

a. Phương án 1

Tổn thất điện năng trong nhà máy điện bao gồm tổn thất điện năng trong máy biến áp 2 dây quấn và tổn thất điện năng trong máy biến áp tự ngẫu, Tổn thất điện năng trong máy biến áp 2 dây cuộn được tính như sau:

$$\Delta A = \Delta P_0 \cdot 8760 + \Delta P_N \cdot \sum \frac{S_i^2}{S_{Tdm}^2} t_i \cdot 365$$

Trong đó :

ΔP_0 : là tổn thất công suất không tải của máy biến áp

ΔP_N : là tổn thất công suất ngắn mạch của máy biến áp

t_i : là thời gian mang tải S_i của máy biến áp trong

ngày

S_{Tdm} : là công suất định mức của máy biến áp

Từ bảng 2-2 và bảng 2-3 ta có:

$$\Delta P_{OT3} = \Delta P_{OT4} = 280 \text{ kW} ; \Delta P_{NT3} = \Delta P_{NT4} = 880 \text{ kW}$$

$$\Delta P_{OT5} = 320 \text{ KW} ; \Delta P_{NT5} = 800 \text{ kW}$$

Tổn thất điện năng trong máy biến áp 2 dây quấn 220kV (T_3 và T_4) là:

$$\begin{aligned} \Delta A_{T3} = \Delta A_{T4} &= \Delta P_{OT3} \cdot 8760 + \Delta P_{NT3} \sum \frac{S_i^2}{S_{Tdm}^2} t_i \cdot 365 = \\ &= 280 \cdot 8760 + 880 \cdot \left(\frac{335,35}{400}\right)^2 \cdot 8760 = 7\,871\,198 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Tổn thất điện năng trong máy biến áp 2 dây quấn 500 kV là:

$$\begin{aligned} \Delta A_{T5} &= \Delta P_{OT5} \cdot 8760 + \Delta P_{NT5} \sum \frac{S_i^2}{S_{Tdm}^2} t_i \cdot 365 = \\ &= 320 \cdot 8760 + 800 \cdot \left(\frac{335,35}{400}\right)^2 \cdot 8760 = 7\,729\,017 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Tổn thất điện năng trong máy biến áp tự ngẫu 3 pha tổ hợp từ 3 máy 1 pha được tính như sau:

$$\Delta A = 8760 \cdot 3 \cdot \Delta P_0 + 365 \cdot \left[\Delta P_{NC} \sum \left(\frac{S_{Ci}^2}{3S_{Tdm}^2} t_i \right) + \Delta P_{NT} \sum \left(\frac{S_{Ti}^2}{S_{Tdm}^2} t_i \right) + \Delta P_{NH} \sum \left(\frac{S_{Hi}^2}{S_{Tdm}^2} t_i \right) \right]$$

Trong đó:

S_{Tdm} : là công suất định mức của máy biến áp tự ngẫu 1 pha

S_{Ci} , S_{Ti} và S_{Hi} : là công suất tải 3 pha của các phía máy biến áp tự ngẫu

ΔP_0 , ΔP_{NC} , ΔP_{NT} , ΔP_{NH} : là tổn thất công suất không tải và tổn thất công suất ngắn mạch từng cuộn dây của máy biến áp 1 pha quy đổi về cuộn dây cao áp, được tính như sau:

$$\Delta P_{NC} = 0,5(\Delta P_{NC-T} + \frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} - \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2}) = 0,5(420 + \frac{120}{0,539^2} - \frac{95}{0,539^2}) = 253$$

kW/pha

$$\Delta P_{NT} = 0,5(\Delta P_{NC-T} + \frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} - \frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2}) = 0,5(420 + \frac{95}{0,539^2} - \frac{120}{0,539^2}) = 167$$

kW/pha

$$\Delta P_{NH} = 0,5(\frac{\Delta P_{NT-H}}{\alpha^2} + \frac{\Delta P_{NC-H}}{\alpha^2} - \Delta P_{NC-T}) = 0,5(\frac{95}{0,539^2} + \frac{120}{0,539^2} - 420) = 160$$

kW/pha

Tổn thất điện năng trong máy biến áp tự ngẫu T_1 là:

$$\begin{aligned} \Delta A_{T1} &= 3.130.8760 + 365. [253.(\frac{156,04^2}{3.267^2} 8 + \frac{94,48^2}{3.267^2} 4 + \frac{276^2}{3.267^2} 4 + \\ &\frac{156,04^2}{3.267^2} 8) + \\ &+ 167.(\frac{7,23^2}{3.267^2} 8 + \frac{133,4^2}{3.267^2} 4 + \frac{39,65^2}{3.267^2} 4 + \frac{7,23^2}{3.267^2} 8) + \\ &+ 160.(\frac{148,81^2}{3.267^2} 8 + \frac{227,88^2}{3.267^2} 4 + \frac{315,64^2}{3.267^2} 4 + \frac{148,81^2}{3.267^2} 8)] = \\ &= 3\,418\,043 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\Delta A_{T2} = \Delta A_{T1} = 3\,418\,043 \text{ kWh}$$

Như vậy tổng tổn thất điện năng trong nhà máy điện ở phương án 1 là:

$$\begin{aligned} \Delta A &= \Delta A_{T1} + \Delta A_{T2} + \Delta A_{T3} + \Delta A_{T4} + \Delta A_{T5} = \\ &= 3\,418\,043 \cdot 2 + 7\,871\,198 \cdot 2 + 7\,729\,017 = \mathbf{30\,307\,501 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Để tính được tỉ lệ tổn thất điện năng trong các máy biến áp ta cần tính được điện năng truyền tải qua các máy biến áp trong 1 năm. Từ bảng 1-5 và đồ thị phụ tải trung áp cao áp ta tính được điện năng truyền tải qua máy biến áp trong 1 năm là:

$$A_{NM} = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 (S_{Ci} \cdot t_i \cos \varphi + S_{Ti} \cdot t_i \cdot \cos \varphi)$$

Trong đó :

i : là số bậc của đồ thị phụ tải

S_{Ci} , S_{Ti} : là công suất của bậc phụ tải cao áp và trung áp thứ I trong ngày

t_i : là thời gian của bậc phụ tải thứ i

$$\begin{aligned} \text{Vậy : } A_{NM} &= 365 \cdot [(656,25.8 + 937,5.4 + 750.4 + 656,25.8) \cdot 0,8 + \\ &+ (647,43.8 + 524,32.4 + 887,34.4 + 647,43.8) \cdot 0,8] \\ &= 9\,710\,620 \text{ MWh} \end{aligned}$$

$$\Delta A\% = \frac{\Delta A}{A_{NM}} 100\% = \frac{30307,501}{9710620} 100\% = 0,312 \%$$

b. phương án 2

Tổn thất điện năng trong máy biến áp 2 dây cuộn được tính như sau:

$$\Delta A = \Delta P_0 \cdot 8760 + \Delta P_N \cdot \sum \frac{S_i^2}{S_{Tdm}^2} \cdot t_i \cdot 365$$

Đối với máy biến áp 2 dây quấn 220 kV (T_3, T_4 và T_5):

$$\begin{aligned} \Delta A_{T3} = \Delta A_{T4} = \Delta A_{T5} &= \Delta P_{0T3} \cdot 8760 + \Delta P_{NT3} \sum \frac{S_i^2}{S_{Tdm}^2} \cdot t_i \cdot 365 = \\ &= 280 \cdot 8760 + 880 \cdot \left(\frac{335,35}{400}\right)^2 \cdot 8760 = 7\,871\,198 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Tổn thất điện năng trong máy biến áp tự ngẫu 3 pha tổ hợp từ 3 máy 1 pha được tính như sau:

$$\Delta A = 8760.3.\Delta P_0 + 365.[\Delta P_{NC}\Sigma(\frac{S_{Ci}^2}{3S_{Tdm}^2}t_i) + \Delta P_{NT}\Sigma(\frac{S_{Ti}^2}{S_{Tdm}^2}t_i) + \Delta P_{NH}\Sigma(\frac{S_{Hi}^2}{S_{Tdm}^2}t_i)]$$

Vậy :

$$\begin{aligned} \Delta A_{T1} = & 8760.3.130 + 365.[253.(\frac{323,72^2}{3.267^2}8 + \frac{262,16^2}{3.267^2}4 + \frac{443,67^2}{3.267^2}4 + \\ & \frac{323,72^2}{3.267^2}8) + +167.(\frac{174,9^2}{3.267^2}8 + \frac{34,28^2}{3.267^2}4 + \frac{128,03^2}{3.267^2}4 + \frac{174,9^2}{3.267^2}8) \\ & + 160.(\frac{148,81^2}{3.267^2}8 + \frac{227,88^2}{3.267^2}4 + \frac{315,64^2}{3.267^2}4 + \frac{148,81^2}{3.267^2}8)] = 3\,420\,796 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\Delta A_{T2} = \Delta A_{T1} = 3\,420\,796 \text{ kWh}$$

Như vậy tổng tổn thất điện năng trong nhà máy điện ở phương án 2 là:

$$\begin{aligned} \Delta A &= \Delta A_{T1} + \Delta A_{T2} + \Delta A_{T3} + \Delta A_{T4} + \Delta A_{T5} \\ &= 3\,420\,796 \cdot 2 + 7\,871\,198 \cdot 3 = \mathbf{30\,455\,187} \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\Delta A\% = \frac{\Delta A}{A_{NM}} 100\% = \frac{30455,187}{9710620} 100\% = 0,314 \%$$

Qua việc lựa chọn máy biến áp, phân bố tải và kiểm tra quá tải cho các máy của các phương án cũng như tính toán tổn thất điện năng ta nhận xét thấy cả 2 phương án đều đáng bảo về mặt kĩ thuật, tổn thất điện năng tương đương nhau và ở mức chấp nhận được. Vì vậy để lựa chọn được phương án tối ưu ta phải so sánh các phương án trên về các chỉ tiêu kinh tế, việc này sẽ được thực hiện ở các chương sau.

1.2.3. Tính toán ngắn mạch

1. phương án 1:

Việc lựa chọn các điểm ngắn mạch tính toán dựa theo yêu cầu lựa chọn thiết bị điện. Thông thường ở cùng cấp điện áp cao hoặc siêu cao ta chọn các

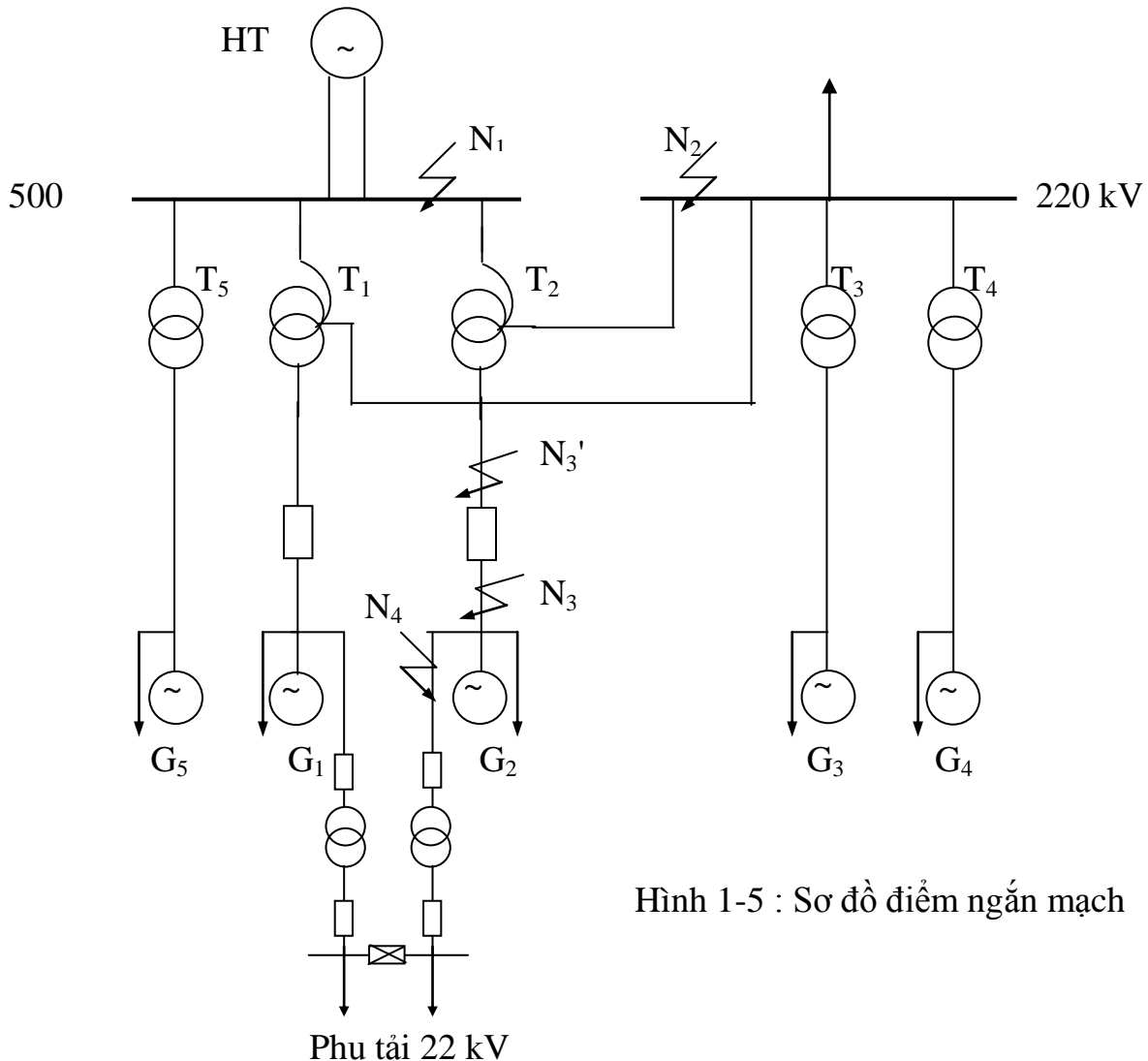
thiết bị giống nhau, vì vậy với mỗi cấp điện áp ta xét 1 điểm ngắn mạch có dòng điện ngắn mạch lớn nhất để chọn các thiết bị cho cấp điện áp đó.

Với các khí cụ điện 500 kV ta xét điểm ngắn mạch N_1 trên thanh góp 500 kV của nhà máy. Khi đó nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch là toàn bộ các máy phát trong nhà máy và hệ thống.

Với các thiết bị 220 kV ta xét điểm ngắn mạch N_2 trên thanh góp 220 kV của nhà máy. Khi đó nguồn cung cấp cho điểm ngắn mạch là hệ thống và toàn bộ các máy phát trong nhà máy.

Với mỗi mạch máy phát điện ta xét điểm ngắn mạch N_3 trong trường hợp nguồn cung cấp là các máy phát còn lại và hệ thống, và trường hợp điểm ngắn mạch N_3' với nguồn cung cấp chỉ là máy phát bị ngắn mạch

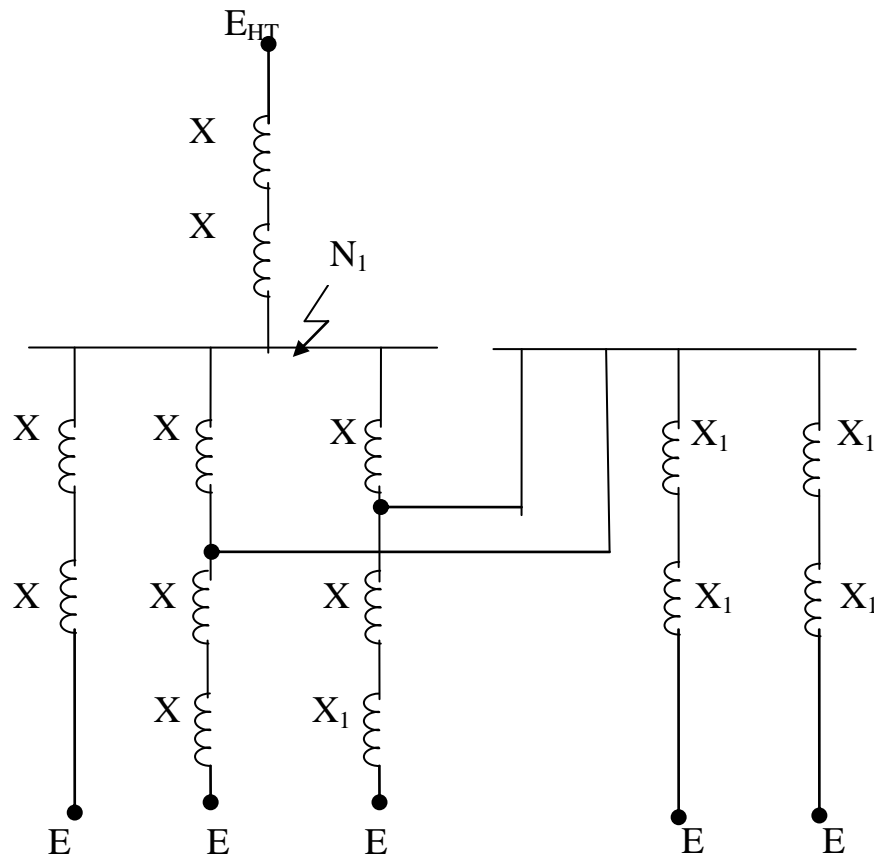
Đối với mạch tự dùng và mạch phụ tải địa phương ta xét điểm ngắn mạch N_4 , có nguồn cung cấp là toàn bộ nhà máy và hệ thống



Hình 1-5 : Sơ đồ điểm ngắn mạch

a. Điểm ngắn mạch N_1 :

sơ đồ thay thế tính ngắn mạch như hình 1-6



Hình 1-6 : Điểm ngắn mạch N_1

Các thông số trong sơ đồ có trị số như sau:

$$X_1 = X_{HT*} = 0,024$$

$$X_2 = X_{D*} = 0,079$$

$$X_3 = X_{T500*} = 0,26$$

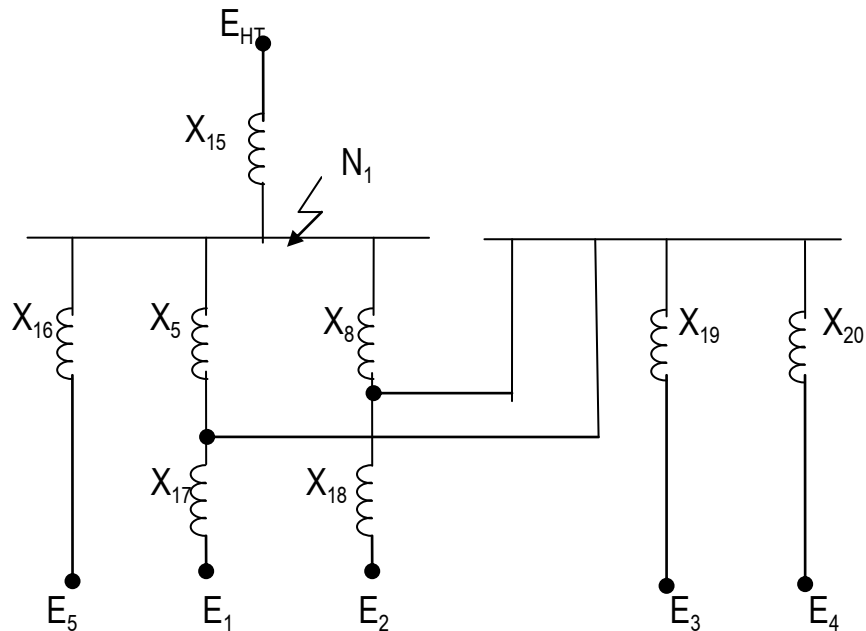
$$X_4 = X_7 = X_{10} = X_{12} = X_{14} = X''_{d*} = 0,442$$

$$X_5 = X_8 = X_{C*} = 0,095$$

$$X_6 = X_9 = X_{H*} = 0,135$$

$$X_{11} = X_{13} = X_{T220*} = 0,232$$

Với điểm ngắn mạch N_1 ta dùng phương pháp 2 biến đổi, trong đó nhóm thứ 1 gồm các máy phát trong nhà máy, nhóm thứ 2 là hệ thống. Ta sử dụng phép biến đổi song song và nối tiếp để làm đơn giản sơ đồ 1-6
 Trước hết ghép nối tiếp các điện kháng ta được sơ đồ tương đương hình 1-7:



Hình 1-7 : Ghép nối tiếp các điện kháng

Trong đó:

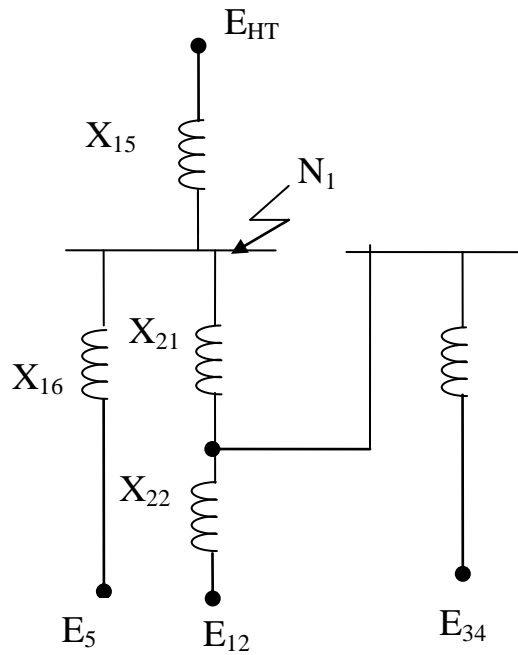
$$X_{15} = X_1 + X_2 = 0,024 + 0,079 = 0,103$$

$$X_{16} = X_3 + X_4 = 0,26 + 0,442 = 0,702$$

$$X_{17} = X_{18} = X_6 + X_7 = 0,135 + 0,442 = 0,577$$

$$X_{19} = X_{20} = X_{11} + X_{12} = 0,22 + 0,442 = 0,662$$

Ghép các nhánh song song ta được sơ đồ hình 1-8:



hình 1-8 :Ghép các nhánh song song

Trong đó :

X_{23}

$$X_{21} = \frac{X_5 X_8}{X_5 + X_8} = \frac{X_8}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$$

$$X_{22} = \frac{X_{17} X_{18}}{X_{17} + X_{18}} = \frac{X_{18}}{2} = \frac{0,577}{2} = 0,2885$$

$$X_{23} = \frac{X_{19} X_{20}}{X_{19} + X_{20}} = \frac{X_{19}}{2} = \frac{0,662}{2} = 0,331$$

Ghép song song nhánh X_{22} và X_{23} ta được sơ đồ hình 1-9:

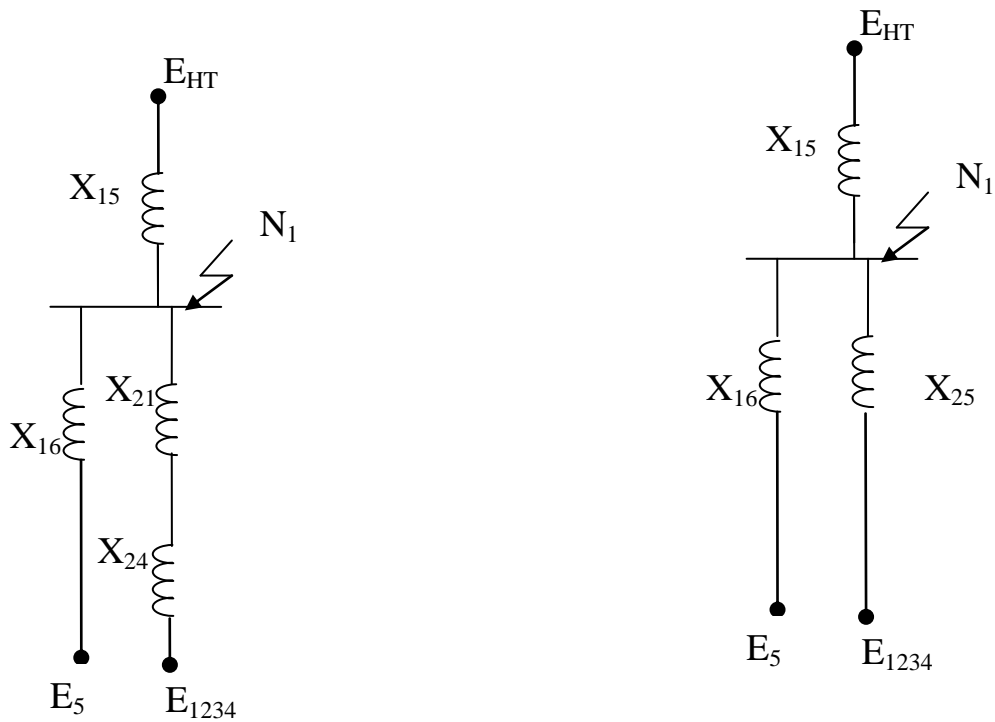
Trong đó

$$X_{24} = \frac{X_{22} X_{23}}{X_{22} + X_{23}} = \frac{0,2885 \cdot 0,331}{0,2885 + 0,331} = 0,154$$

Tiếp tục biến đổi nối tiếp X_{21} và X_{24} ta có sơ đồ hình 1-10:

Trong đó:

$$X_{25} = X_{21} + X_{24} = 0,0475 + 0,154 = 0,2015$$

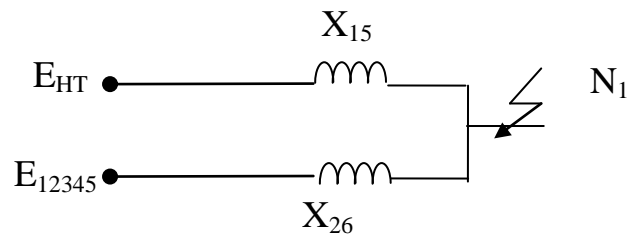


Hình 1-9 : Ghép song song X_{22} và X_{23} Hình 1-10 ghép nối tiếp X_{21} và X_{24}

Cuối cùng ghép song song nhánh X_{16} và X_{25} ta được sơ đồ hình 1-11:

Trong đó

$$X_{26} = \frac{X_{16}X_{25}}{X_{16} + X_{25}} = \frac{0,702 \cdot 0,2015}{0,702 + 0,2015} = 0,1566$$



Hình 1-11 : ghép song song nhánh X_{16} và X_{25}

Điện kháng tính toán từ hệ thống đến điểm ngắn mạch (X_{HTtt}) và từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch (X_{NMtt}) được tính như sau:

$$X_{HTtt} = X_{15} \frac{S_{HTdm}}{S_{cb}} = 0,103 \cdot \frac{20000}{800} = 2,575$$

$$X_{NMtt} = X_{26} \frac{S_{Gdm\Sigma}}{S_{cb}} = 0,1566 \cdot \frac{5 \cdot 353}{800} = 0,3454$$

Tra đường cong tính toán, ứng với máy phát tuabin hơi tiêu chuẩn ta tìm được dòng điện ngắn mạch từ phía hệ thống và từ nhà máy đến điểm ngắn mạch, trong đơn vị tương đối định mức của từng nhóm tính toán như sau:

$$I_{HT^*}(0) = 0,39 ; I_{HT^*}(\infty) = 0,45$$

$$I_{NM^*}(0) = 2,85 ; I_{NM^*}(\infty) = 2,18$$

Trong đơn vị có tên, các dòng điện này có trị số như sau:

$$I_{HT}(0) = I_{HT^*}(0) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,39 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 525} = 8,578 \text{ kA}$$

$$I_{HT}(\infty) = I_{HT^*}(\infty) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,45 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 525} = 9,897 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(0) = I_{NM^*}(0) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 2,85 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 525} = 5,532 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(\infty) = I_{NM^*}(\infty) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 2,18 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 525} = 4,231 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch tại N_1 có trị số như sau:

$$I_{N1}(0) = I_{HT}(0) + I_{NM}(0) = 8,578 + 5,532 = 14,11 \text{ kA}$$

$$I_{N1}(\infty) = I_{HT}(\infty) + I_{NM}(\infty) = 9,897 + 4,231 = 14,13 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_1 được tính như sau:

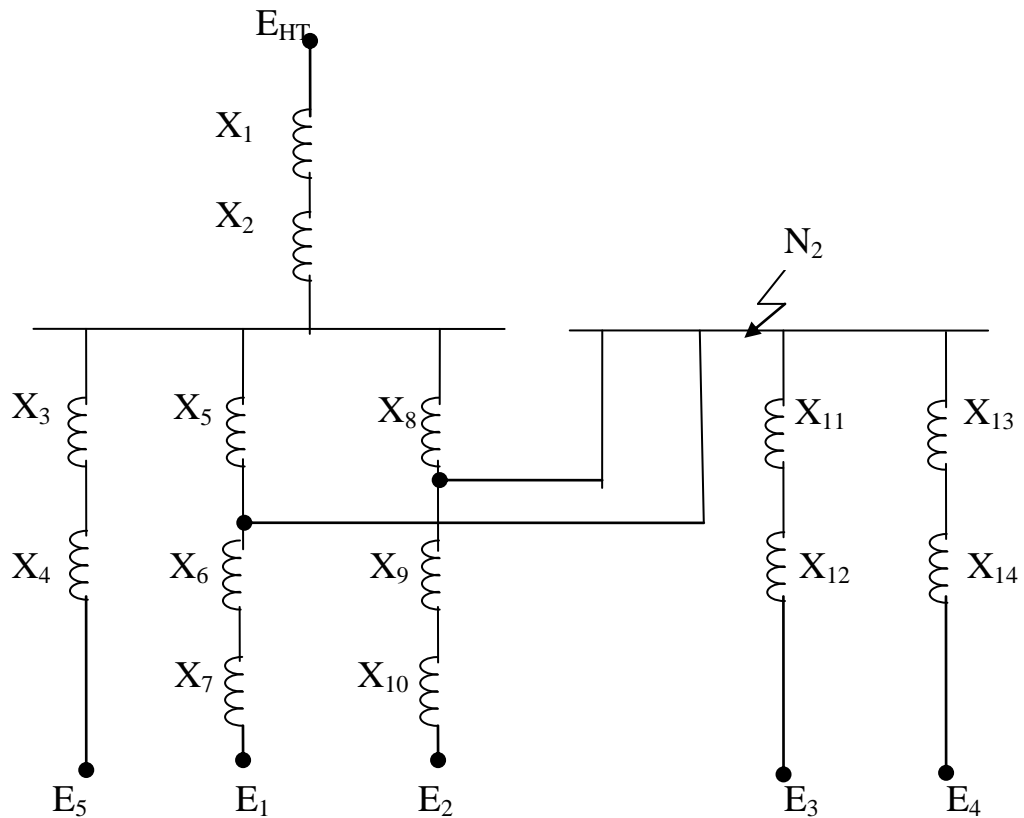
$$i_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{N1}(0) \text{ trong đó hệ số } k_{xk} = 1,8$$

Vậy

$$i_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 14,11 = 35,92 \text{ kA}$$

b. Điểm ngắn mạch N_2 :

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch như hình 1-12:



Hình 1-12 : Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch.

Các thông số trong sơ đồ có trị số như sau:

$$X_1 = X_{HT}^* = 0,024$$

$$X_2 = X_D^* = 0,079$$

$$X_3 = X_{T500}^* = 0,26$$

$$X_4 = X_7 = X_{10} = X_{12} = X_{14} = X''_{d^*} = 0,442$$

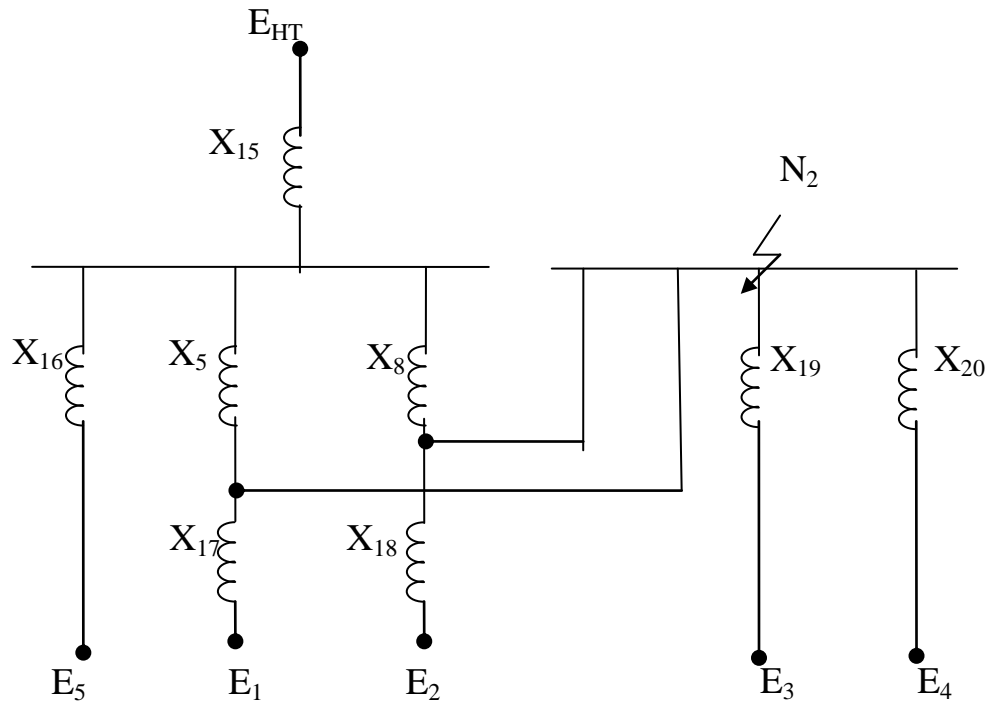
$$X_5 = X_8 = X_C^* = 0,095$$

$$X_6 = X_9 = X_H^* = 0,135$$

$$X_{11} = X_{13} = X_{T220}^* = 0,232$$

Với điểm ngắn mạch N_2 ta dùng phương pháp 2 biến đổi, trong đó nhóm thứ nhất gồm các máy phát trong nhà máy, nhóm thứ hai là hệ thống. Ta sử dụng phép biến đổi song song và nối tiếp để làm đơn giản sơ đồ hình 1-12.

Trước hết ghép nối tiếp các điện kháng ta được sơ đồ tương đương hình 1-13:



Hình 1-13 : ghép nối tiếp các điện kháng sơ đồ hình 1-12

Trong đó:

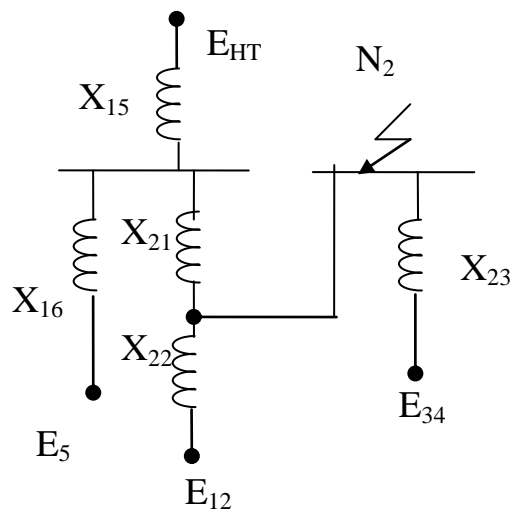
$$X_{15} = X_1 + X_2 = 0,024 + 0,079 = 0,103$$

$$X_{16} = X_3 + X_4 = 0,26 + 0,442 = 0,702$$

$$X_{17} = X_{18} = X_6 + X_7 = 0,135 + 0,442 = 0,577$$

$$X_{19} = X_{20} = X_{11} + X_{12} = 0,22 + 0,442 = 0,662$$

Ghép các nhánh song song ta được sơ đồ hình 1-14:



Hình 1-14 : ghép các nhánh song song

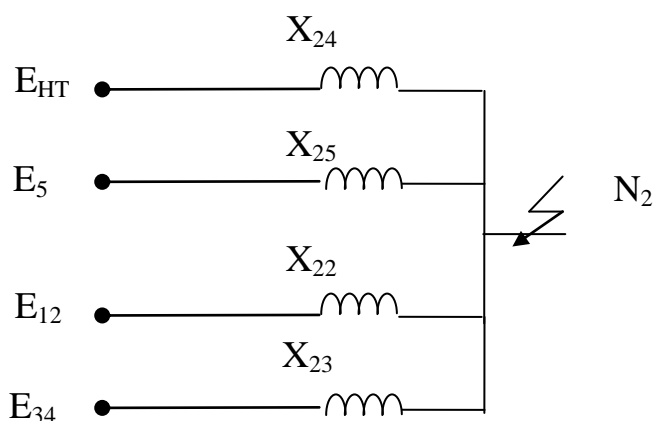
Trong đó :

$$X_{21} = \frac{X_5 X_8}{X_5 + X_8} = \frac{X_8}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$$

$$X_{22} = \frac{X_{17} X_{18}}{X_{17} + X_{18}} = \frac{X_{18}}{2} = \frac{0,577}{2} = 0,2885$$

$$X_{23} = \frac{X_{19} X_{20}}{X_{19} + X_{20}} = \frac{X_{19}}{2} = \frac{0,662}{2} = 0,331$$

Tiến hành biến đổi sao - tam giác đối với hình sao tổng trở gồm: X_{15} , X_{16} và X_{21} và bỏ đi nhánh nối giữa 2 nguồn: hệ thống và máy phát G_5 , ta được 2 nhánh tổng trở X_{24} và X_{25} như hình 1-15:



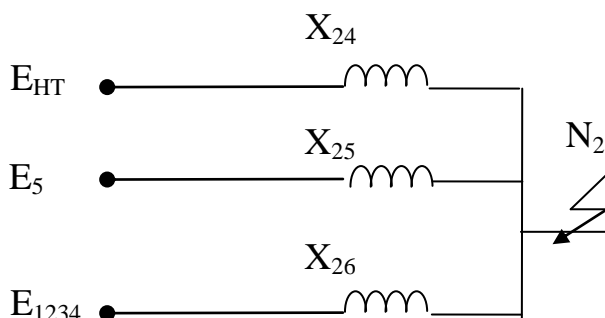
Hình 1-15

Trong đó :

$$X_{24} = X_{15} + X_{21} + \frac{X_{15} X_{21}}{X_{16}} = 0,103 + 0,0475 + \frac{0,103 \cdot 0,0475}{0,702} = 0,1575$$

$$X_{25} = X_{16} + X_{21} + \frac{X_{16} X_{21}}{X_{15}} = 0,702 + 0,0475 + \frac{0,702 \cdot 0,0475}{0,103} = 1,073$$

Ghép song song hai nhánh X_{22} và X_{23} ta được sơ đồ hình 1-16:

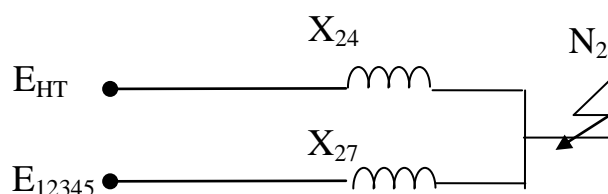


Hình 1-16 : Ghép song song hai nhánh X_{22} và X_{23}

Trong đó:

$$X_{26} = \frac{X_{22}X_{23}}{X_{22} + X_{23}} = \frac{0,2885 \cdot 0,331}{0,2885 + 0,331} = 0,154$$

Tiếp tục biến đổi ta được sơ đồ hình 1-17:



Hình 1-17

Trong đó :

$$X_{27} = \frac{X_{25}X_{26}}{X_{25} + X_{26}} = \frac{1,073 \cdot 0,154}{1,073 + 0,154} = 0,1347$$

Điện kháng tính toán từ hệ thống đến điểm ngắn mạch (X_{HTtt}) và từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch (X_{NMtt}) được tính như sau:

$$X_{HTtt} = X_{24} \frac{S_{HTdm}}{S_{cb}} = 0,154 \cdot \frac{20000}{800} = 3,85$$

$$X_{NMtt} = X_{27} \frac{S_{Gdm\Sigma}}{S_{cb}} = 0,1347 \cdot \frac{5 \cdot 353}{800} = 0,297$$

Vì $X_{HTtt} > 3$ nên dòng điện ngắn mạch từ hệ thống đến tính bằng:

$$I_{HT^*}(0) = I_{HT^*}(\infty) = 1 / X_{HTtt} = 1 / 3,85 = 0,2597$$

Tra đường cong tính toán, ứng với máy phát tuabin hơi tiêu chuẩn ta tìm được dòng điện ngắn mạch từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch, trong đơn vị tương đối định mức của từng nhóm tính toán như sau:

$$I_{NM^*}(0) = 3,37$$

$$I_{NM^*}(\infty) = 2,26$$

Trong đơn vị có tên, các dòng điện này có trị số như sau:

$$I_{HT}(0) = I_{HT}(\infty) = I_{HT*}(\infty) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,2597 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 13,04 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(0) = I_{NM*}(0) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 3,37 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 230} = 14,93 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(\infty) = I_{NM*}(\infty) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 2,26 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 230} = 10,01 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch tại N_2 có trị số như sau:

$$I_{N2}(0) = I_{HT}(0) + I_{NM}(0) = 13,04 + 14,93 = 27,97 \text{ kA}$$

$$I_{N2}(\infty) = I_{HT}(\infty) + I_{NM}(\infty) = 13,04 + 10,01 = 23,05 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_2 được tính như sau:

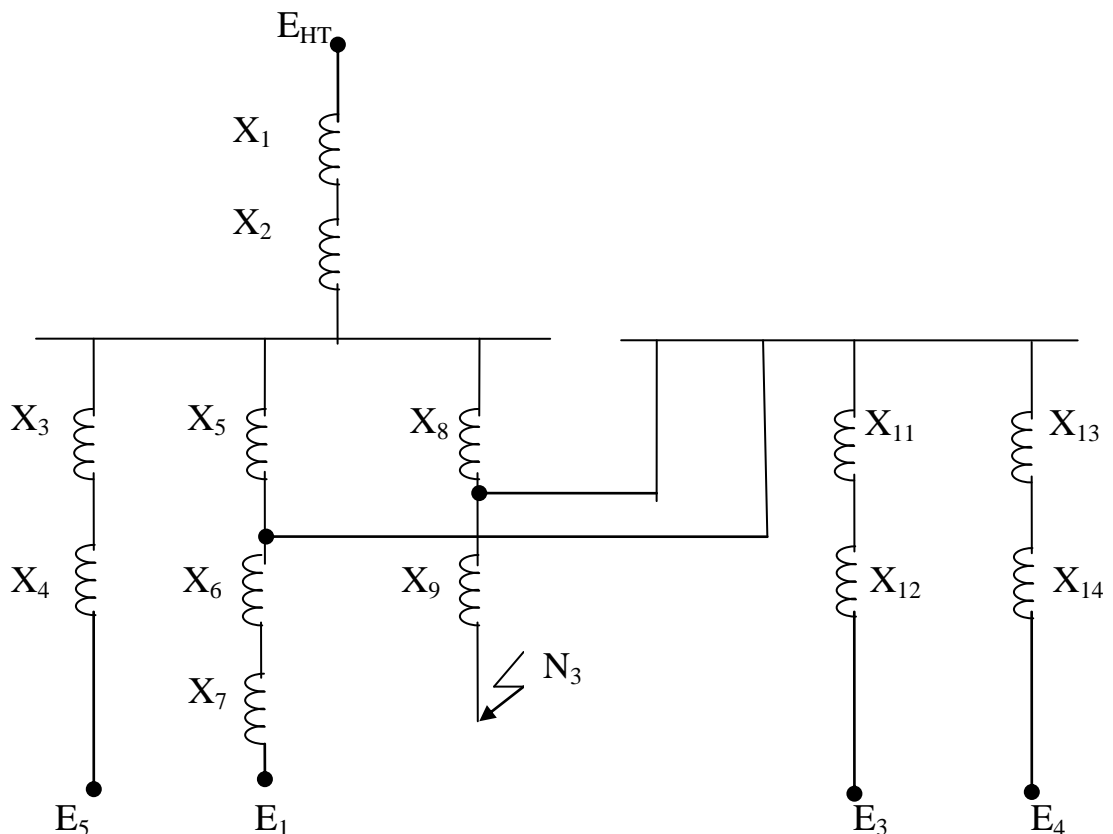
$$i_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{N2}(0) \text{ trong đó hệ số } k_{xk} = 1,8$$

Vậy:

$$i_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 27,97 = 71,2 \text{ kA}$$

c. Điểm ngắn mạch N_3 :

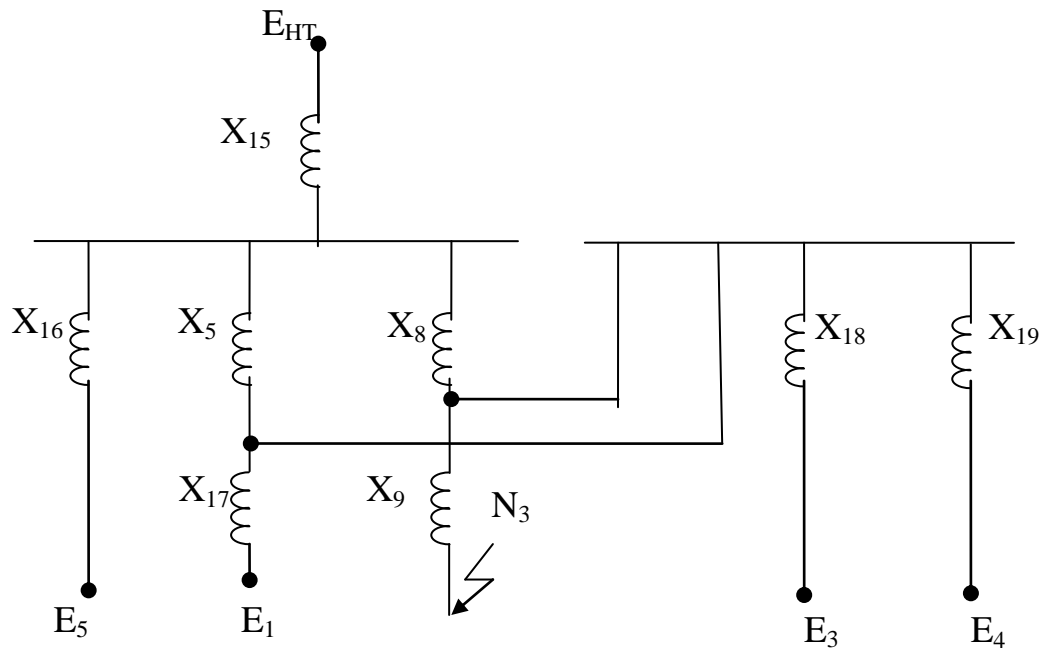
Sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_3 như hình 1-18 :



Hình 1-18 : sơ đồ thay thế ngắn mạch N_3

Thông số các phần tử trên sơ đồ hình 1-18 đã được tính toán như điểm ngắn mạch

N_1 và N_2 . Từ sơ đồ này, ghép nối tiếp các điện kháng ta được sơ đồ tương đương sau:



Hình 1-19: ghép nối tiếp các điện kháng

Trong đó:

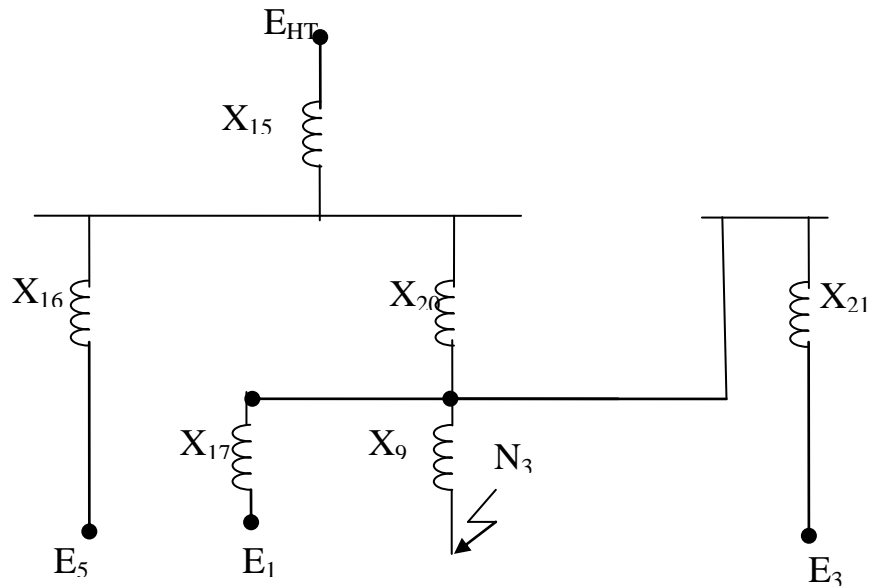
$$X_{15} = X_1 + X_2 = 0,024 + 0,079 = 0,103$$

$$X_{16} = X_3 + X_4 = 0,26 + 0,442 = 0,702$$

$$X_{17} = X_6 + X_7 = 0,135 + 0,442 = 0,577$$

$$X_{18} = X_{19} = X_{11} + X_{12} = 0,22 + 0,442 = 0,662$$

Dùng phép biến đổi song song các điện kháng ta có sơ đồ hình 1-20:



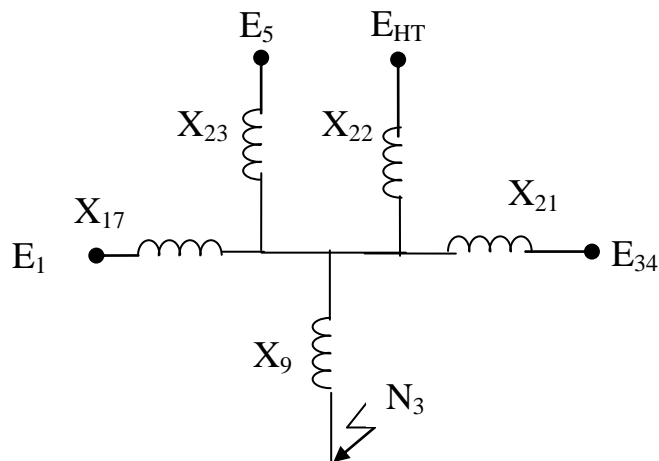
Hình 1-20: Ghép song song các điện kháng

Trong đó:

$$X_{20} = \frac{X_5 \cdot X_8}{X_5 + X_8} = \frac{X_5}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$$

$$X_{21} = \frac{X_{18} \cdot X_{19}}{X_{18} + X_{19}} = \frac{X_{18}}{2} = \frac{0,662}{2} = 0,331$$

Biến đổi sao tam giác với hình sao điện kháng gồm X_{15} , X_{16} và X_{20} và bỏ đi nhánh giữa nguồn G_5 và hệ thống ta được sơ đồ:



Hình 1-21: Biến đổi sao tam giác bỏ nhánh giữa nguồn G_5

Trong đó :

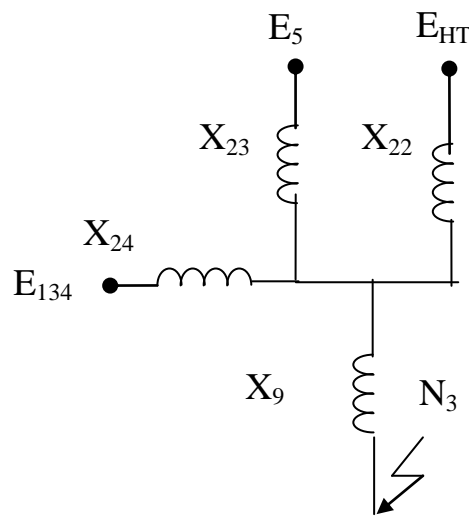
$$X_{22} = X_{15} + X_{20} + \frac{X_{15} \cdot X_{20}}{X_{16}} = 0,103 + 0,0475 + \frac{0,103 \cdot 0,0475}{0,702} = 0,1575$$

$$X_{23} = X_{16} + X_{20} + \frac{X_{16} \cdot X_{20}}{X_{15}} = 0,702 + 0,0475 + \frac{0,702 \cdot 0,0475}{0,103} = 1,073$$

Ghép song song các nhánh X_{17} và X_{21} ta có sơ đồ hình 1-22:

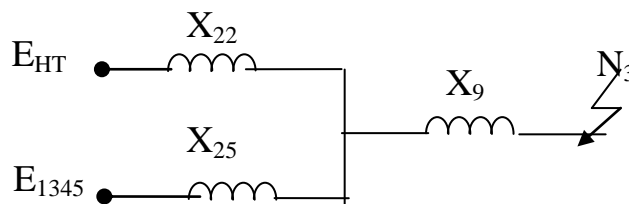
Trong đó:

$$X_{24} = \frac{X_{17} \cdot X_{21}}{X_{17} + X_{21}} = \frac{0,331 \cdot 0,577}{0,331 + 0,577} = 0,21$$



Hình 1-22: Ghép song song các nhánh X_{17} và X_{21}

Tiếp tục ghép song song ta được sơ đồ :

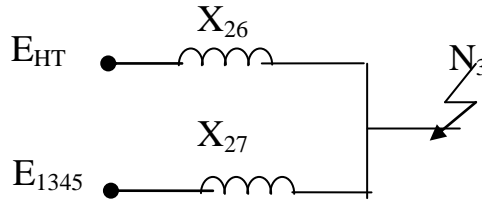


Hình 1-23: ghép song song

Trong đó:

$$X_{25} = \frac{X_{23} \cdot X_{24}}{X_{23} + X_{24}} = \frac{0,21 \cdot 1,073}{0,21 + 1,073} = 0,1756$$

Cuối cùng dùng biến đổi sao tam giác với các nhánh còn lại ta được sơ đồ tương đương cuối cùng như sau:



Hình 1-24: biến đổi sao tam giác các nhánh còn lại

Trong đó:

$$X_{26} = X_{22} + X_9 + \frac{X_{22} \cdot X_9}{X_{25}} = 0,1575 + 0,135 + \frac{0,1575 \cdot 0,135}{0,1756} = 0,4136$$

$$X_{23} = X_{25} + X_9 + \frac{X_{25} \cdot X_9}{X_{22}} = 0,1756 + 0,135 + \frac{0,1756 \cdot 0,135}{0,1575} = 0,4611$$

Điện kháng tính toán từ hệ thống đến điểm ngắn mạch (X_{HTtt}) và từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch (X_{NMtt}) được tính như sau:

$$X_{HTtt} = X_{26} \frac{S_{HTdm}}{S_{cb}} = 0,4136 \cdot \frac{20000}{800} = 10,34$$

$$X_{NMtt} = X_{27} \frac{S_{Gdm\Sigma} - S_{G2dm}}{S_{cb}} = 0,4611 \cdot \frac{5.353 - 353}{800} = 0,814$$

Vì $X_{HTtt} > 3$ nên dòng điện ngắn mạch từ hệ thống đến tính bằng:

$$I_{HT*}(0) = I_{HT*}(\infty) = 1 / X_{HTtt} = 1 / 10,34 = 0,0967$$

Tra đường cong tính toán, ứng với máy phát tuabin hơi tiêu chuẩn ta tìm được dòng điện ngắn mạch từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch, trong đơn vị tương đối định mức của từng nhóm tính toán như sau:

$$I_{NM*}(0) = 1,23$$

$$I_{NM*}(\infty) = 1,34$$

Trong đơn vị có tên, các dòng điện này có trị số như sau:

$$I_{HT}(0) = I_{HT}(\infty) = I_{HT*}(\infty) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,0967 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 55,84 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(0) = I_{NM*}(0) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma} - S_{G2dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 1,23 \cdot \frac{4.353}{\sqrt{3} \cdot 20} = 50,14 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(\infty) = I_{NM*}(\infty) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma} - S_{G2dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 1,34 \cdot \frac{4.353}{\sqrt{3} \cdot 20} = 54,62 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch tại N_3 có trị số như sau:

$$I_{N3}(0) = I_{HT}(0) + I_{NM}(0) = 55,84 + 50,14 = 105,98 \text{ kA}$$

$$I_{N3}(\infty) = I_{HT}(\infty) + I_{NM}(\infty) = 55,84 + 54,62 = 110,46 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_3 được tính như sau:

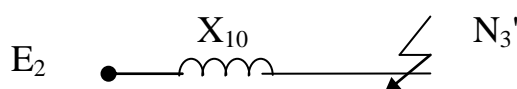
$$i_{xkN3} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{N3}(0) \text{ trong đó hệ số } k_{xk} = 1,8$$

Vậy:

$$i_{xkN3} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 105,98 = 269,78 \text{ kA}$$

d. Điểm ngắn mạch N_3' :

Dòng ngắn mạch tại N_3' chỉ do máy phát G_2 cung cấp, do đó sơ đồ thay thế khi ngắn mạch tại N_3' như sau:



Hình 1-25: điểm ngắn mạch N_3'

Trong đó: $X_{10} = X'_{d*} = 0,442$

Điện kháng tính toán được quy đổi: $X_{NMtt} = X_{10} \frac{S_{G2dm}}{S_{cb}} = 0,442 \cdot \frac{353}{800} = 0,195$ Dòng

điện ngắn mạch: $I_{NM*}(0) = 5,1$

$$I_{NM*}(\infty) = 2,52$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_3' được tính như sau:

$$i_{xkN3'} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{N3'}(0) \text{ trong đó hệ số } k_{xk} = 1,91$$

Vậy

$$i_{xkN3'} = \sqrt{2} \cdot 1,91 \cdot 51,97 = 140,38 \text{ kA}$$

e. Điểm ngắn mạch N_4 :

Sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_4 như hình :

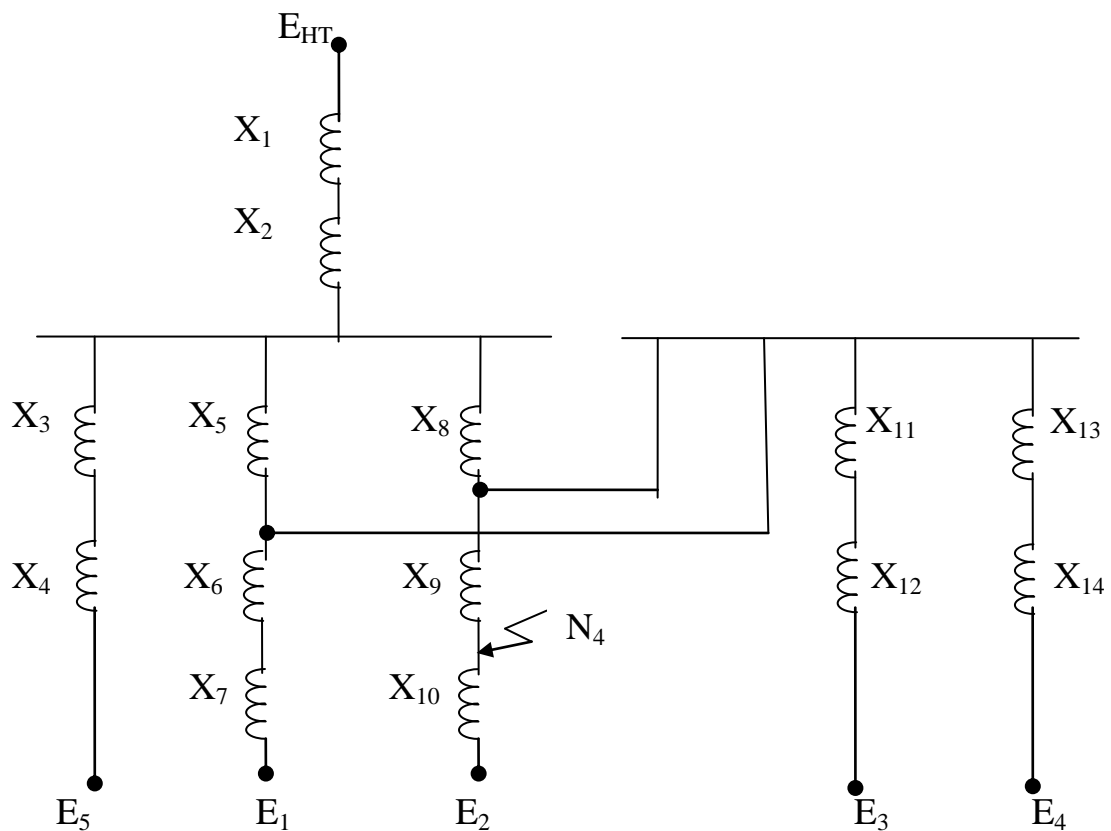
Tuy nhiên ta nhận thấy khi ngắn mạch tại N_4 dòng điện ngắn mạch đúng bằng tổng dòng điện ngắn mạch ở N_3 và N_3' nên:

$$I_{N4}(0) = I_{N3}(0) + I_{N3}'(0) = 51,97 + 105,98 = 157,95 \text{ kA}$$

$$I_{N4}(\infty) = I_{N3}(\infty) + I_{N3}'(\infty) = 25,68 + 110,46 = 136,14 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_4 được tính như sau:

$$i_{xkN4} = i_{xkN3} + i_{xkN3}' = 269,78 + 140,38 = 410,16 \text{ kA}$$



Hình 1-26: điểm ngắn mạch N_4

2. Phương án 2:

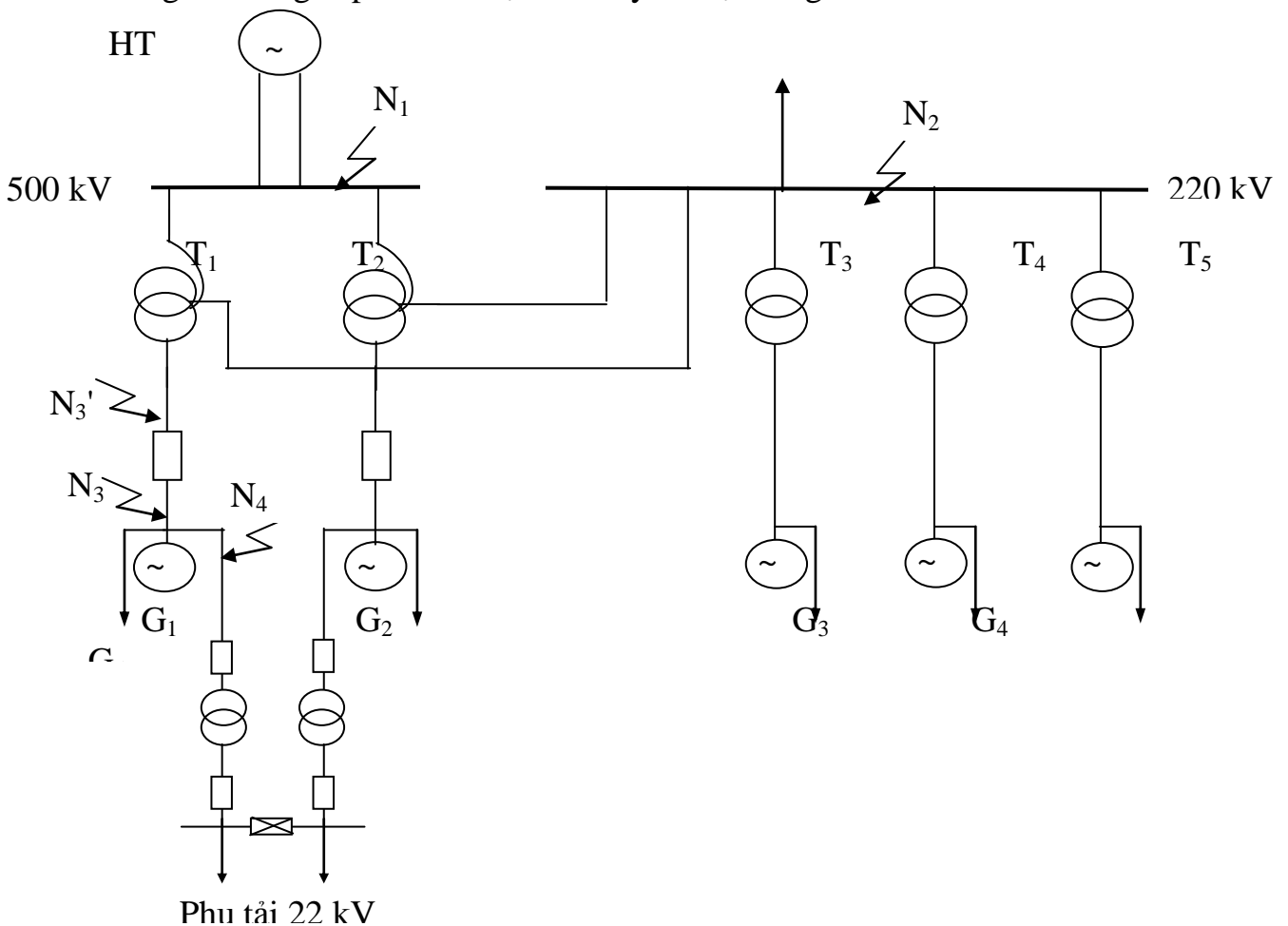
Tương tự như phương án 1, khi tính ngắn mạch để lựa chọn thiết bị cho phương án 2 ta cũng xét một số điểm ngắn mạch sau:

Với các khí cụ điện 500 kV ta xét điểm ngắn mạch N_1 trên thanh góp 500 kV của nhà máy.

Với các thiết bị 220 kV ta xét điểm ngắn mạch N_2 trên thanh góp 220 kV của nhà máy.

Với mỗi mạch máy phát điện ta xét điểm ngắn mạch N_3 , trong trường hợp nguồn cung cấp là các máy phát còn lại và hệ thống; và điểm ngắn mạch N_3' với nguồn cung cấp chỉ là máy phát bị ngắn mạch.

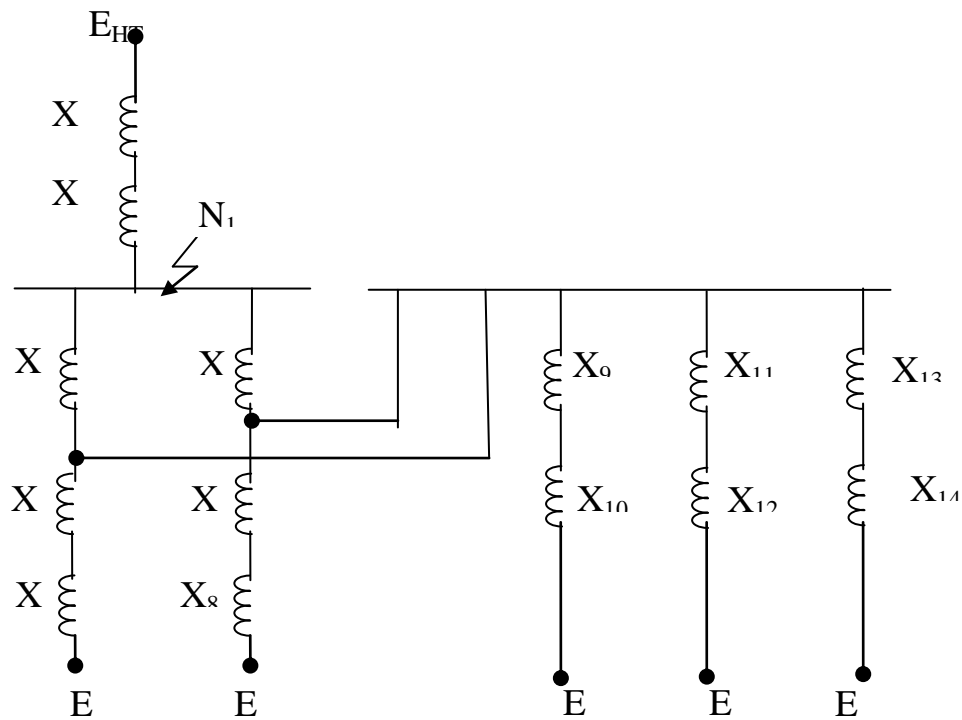
Đối với mạch tự dùng và mạch phụ tải địa phương ta xét điểm ngắn mạch N_4 , có nguồn cung cấp là toàn bộ nhà máy và hệ thống.



Hình 1-27: phương án 2

a. Điểm ngắn mạch N_1 :

Sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch như hình 1-28



Hình 1-28: Điểm ngắn mạch N_1

Trong đó các điện kháng có giá trị như sau:

$$X_1 = X_{HT*} = 0,024$$

$$X_2 = X_{D*} = 0,079$$

$$X_3 = X_6 = X_{C*} = 0,095$$

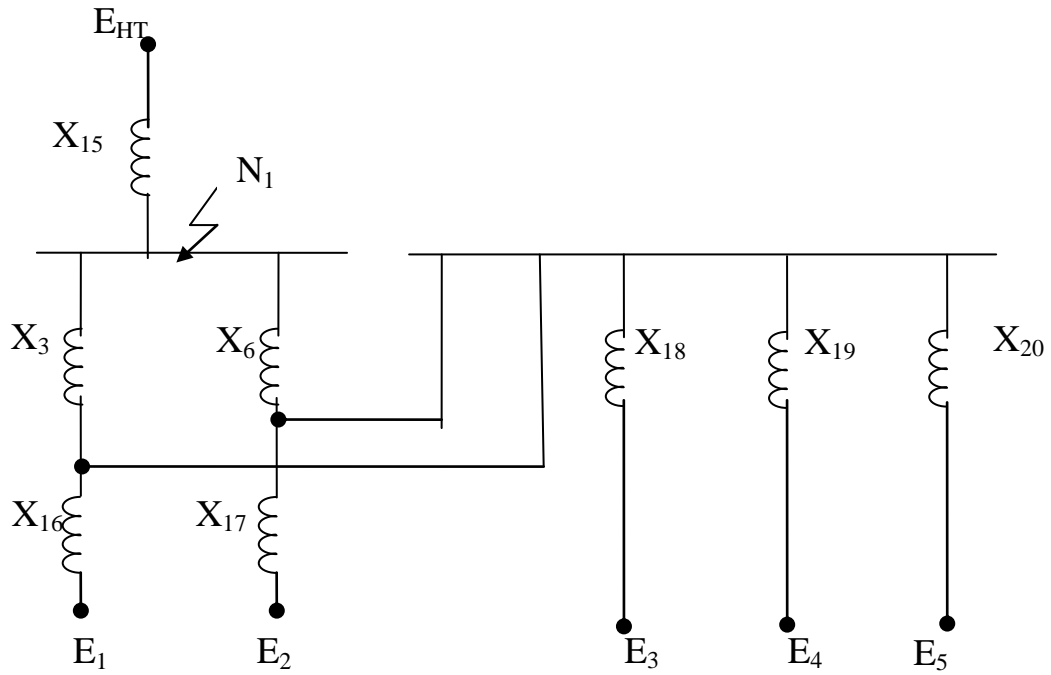
$$X_4 = X_7 = X_{H*} = 0,135$$

$$X_5 = X_8 = X_{10} = X_{12} = X_{14} = X_d''^* = 0,442$$

$$X_{11} = X_{13} = X_{T220*} = 0,22$$

Với điểm ngắn mạch N_1 ta dùng phương pháp 1 biến đổi, trong đó nhóm thứ 1 bao gồm các máy phát trong nhà máy, nhóm thứ 2 là hệ thống. Ta dùng phép biến đổi song song và nối tiếp để làm đơn giản sơ đồ hình 3-24:

Trước hết ghép nối tiếp các điện kháng ta được sơ đồ tương đương hình 1-29:



Hình 1-29: Nối tiếp các điện kháng

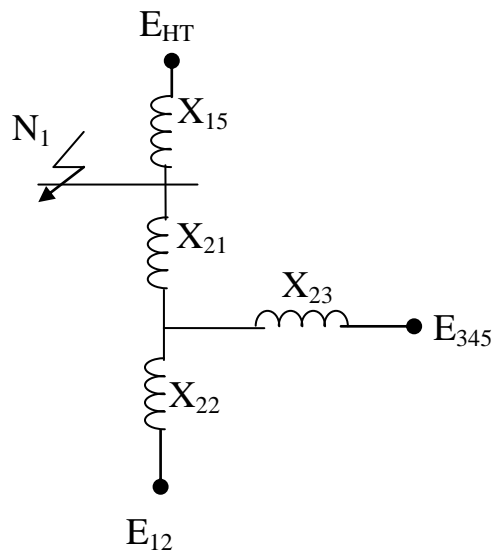
Trong đó các điện kháng được tính như sau:

$$X_{15} = X_1 + X_2 = 0,024 + 0,079 = 0,103$$

$$X_{16} = X_{17} = X_4 + X_5 = 0,135 + 0,442 = 0,577$$

$$X_{18} = X_{19} = X_{20} = X_9 + X_{10} = 0,22 + 0,442 = 0,662$$

Ghép song song các điện kháng ta được sơ đồ hình 1-30:



Hình 1-30: song song các điện kháng

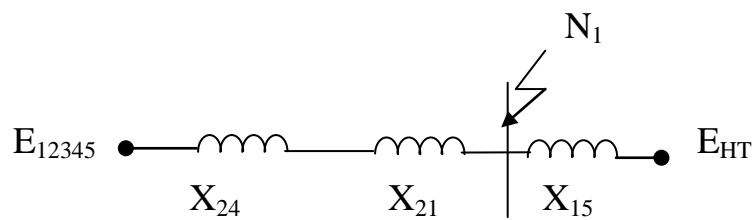
Trong đó:

$$X_{21} = \frac{X_3 X_6}{X_3 + X_6} = \frac{X_3}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$$

$$X_{22} = \frac{X_{16} X_{17}}{X_{16} + X_{17}} = \frac{X_{16}}{2} = \frac{0,577}{2} = 0,2885$$

$$X_{23} = \frac{1}{\frac{1}{X_{18}} + \frac{1}{X_{19}} + \frac{1}{X_{20}}} = \frac{X_{18}}{3} = \frac{0,661}{3} = 0,221$$

Tiếp tục ghép song song ta được sơ đồ hình 1-31:

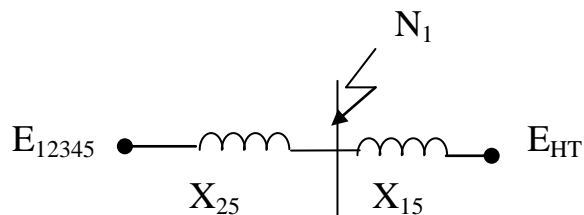


Hình 1-31

Trong đó:

$$X_{24} = \frac{X_{22} \cdot X_{23}}{X_{22} + X_{23}} = \frac{0,2885 \cdot 0,221}{0,2885 + 0,221} = 0,125$$

Nối tiếp điện kháng X_{24} và X_{21} ta được sơ đồ cuối cùng hình 1-32:



Hình 1-32: Nối tiếp điện kháng X_{24} và X_{21}

Trong đó

$$X_{25} = X_{21} + X_{24} = 0,0475 + 0,125 = 0,1725$$

Điện kháng tính toán từ hệ thống đến điểm ngắn mạch (X_{HTtt}) và từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch (X_{NMtt}) được tính như sau:

$$X_{HTtt} = X_{15} \frac{S_{HTdm}}{S_{cb}} = 0,103 \cdot \frac{20000}{800} = 2,575$$

$$X_{NMtt} = X_{25} \frac{S_{Gdm\Sigma}}{S_{cb}} = 0,1725 \cdot \frac{5.353}{800} = 0,38$$

Tra đường cong tính toán, ứng với máy phát tuabin hơi tiêu chuẩn ta tìm được dòng điện ngắn mạch từ phía hệ thống và từ nhà máy đến điểm ngắn mạch, trong đơn vị tương đối định mức của từng nhóm tính toán như sau:

$$I_{HT^*}(0) = 0,39 ; I_{HT^*}(\infty) = 0,45$$

$$I_{NM^*}(0) = 2,5 ; I_{NM^*}(\infty) = 2,05$$

Trong đơn vị có tên, các dòng điện này có trị số như sau:

$$I_{HT}(0) = I_{HT^*}(0) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,39 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 525} = 8,578 \text{ kA}$$

$$I_{HT}(\infty) = I_{HT^*}(\infty) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,45 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 525} = 9,897 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(0) = I_{NM^*}(0) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 2,5 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 525} = 4,852 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(\infty) = I_{NM^*}(\infty) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 2,05 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 525} = 3,979 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch tại N_1 có trị số như sau:

$$I_{N1}(0) = I_{HT}(0) + I_{NM}(0) = 8,578 + 4,852 = 13,43 \text{ kA}$$

$$I_{N1}(\infty) = I_{HT}(\infty) + I_{NM}(\infty) = 9,897 + 3,979 = 13,876 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_1 được tính như sau:

$$i_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{N1}(0) \text{ trong đó hệ số } k_{xk} = 1,8$$

$$\text{Vậy: } i_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 13,43 = 34,19 \text{ kA}$$

b. Điểm ngắn mạch N_2 :

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch như hình 3-29 với các điện kháng có giá trị như sau:

$$X_1 = X_{HT^*} = 0,024$$

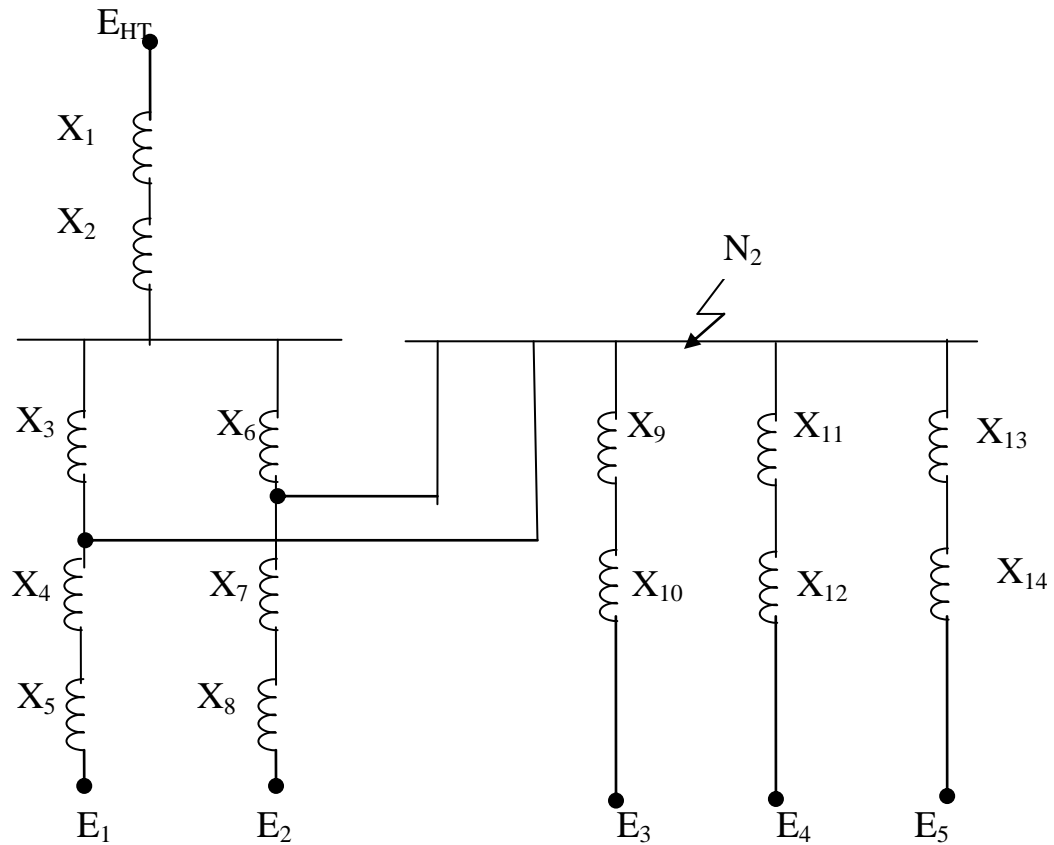
$$X_2 = X_{D^*} = 0,079$$

$$X_3 = X_6 = X_{C^*} = 0,095$$

$$X_4 = X_7 = X_{H^*} = 0,135$$

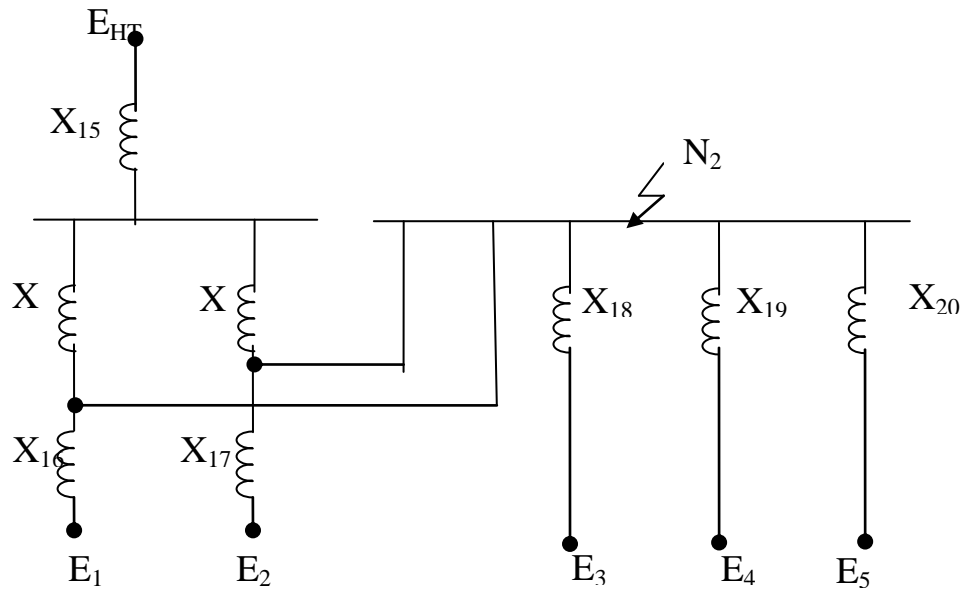
$$X_5 = X_8 = X_{10} = X_{12} = X_{14} = X_{d''}^* = 0,442$$

$$X_{11} = X_{13} = X_{T220^*} = 0,22$$



Hình 1-33: điểm ngắn mạch N_3

Trước hết ghép nối tiếp các điện kháng ta được sơ đồ tương đương hình 1-34:



Hình 1-34: ghép nối tiếp các điện kháng

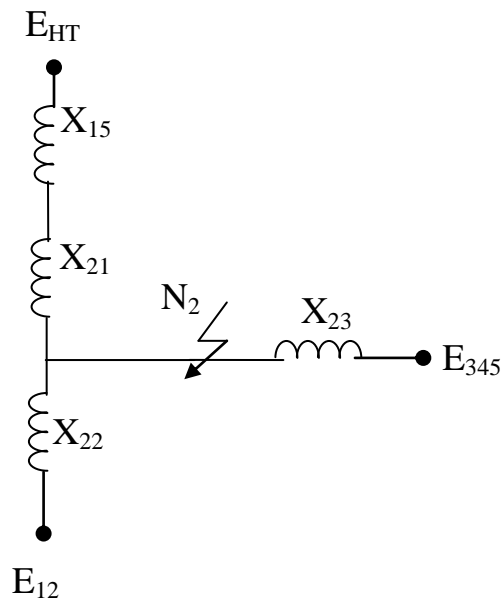
Trong đó các điện kháng được tính như sau:

$$X_{15} = X_1 + X_2 = 0,024 + 0,079 = 0,103$$

$$X_{16} = X_{17} = X_4 + X_5 = 0,135 + 0,442 = 0,577$$

$$X_{18} = X_{19} = X_{20} = X_9 + X_{10} = 0,22 + 0,442 = 0,662$$

Ghép song song các điện kháng ta được sơ đồ hình 1-35:



Hình 1-35: ghép song song các điện kháng

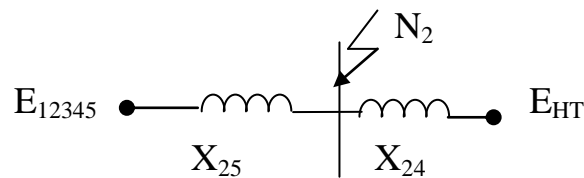
Trong đó:

$$X_{21} = \frac{X_3 X_6}{X_3 + X_6} = \frac{X_3}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$$

$$X_{22} = \frac{X_{16} X_{17}}{X_{16} + X_{17}} = \frac{X_{16}}{2} = \frac{0,577}{2} = 0,2885$$

$$X_{23} = \frac{1}{\frac{1}{X_{18}} + \frac{1}{X_{19}} + \frac{1}{X_{20}}} = \frac{X_{18}}{3} = \frac{0,661}{3} = 0,221$$

Ghép nối tiếp X_{15} và X_{21} đồng thời ghép song song X_{22} và X_{23} ta được sơ đồ tương đương như hình 1-36:



Hình 1-36

Trong đó :

$$X_{24} = X_{15} + X_{21} = 0,103 + 0,0475 = 0,1505$$

$$X_{25} = \frac{X_{23} X_{22}}{X_{23} + X_{22}} = \frac{0,2885 \cdot 0,221}{0,2885 + 0,221} = 0,125$$

Điện kháng tính toán từ hệ thống đến điểm ngắn mạch (X_{HTtt}) và từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch (X_{NMtt}) được tính như sau:

$$X_{HTtt} = X_{24} \frac{S_{HTdm}}{S_{cb}} = 0,1505 \cdot \frac{20000}{800} = 3,7625$$

$$X_{NMtt} = X_{25} \frac{S_{Gdm\Sigma}}{S_{cb}} = 0,125 \cdot \frac{5.353}{800} = 0,276$$

Vì $X_{HTtt} > 3$ nên dòng điện ngắn mạch trong đơn vị tương đối định mức của hệ thống được tính như sau:

$$I_{HT*}(0) = I_{HT*}(\infty) = 1 / X_{HTtt} = 1 / 3,7625 = 0,2658$$

Tra đường cong tính toán, ứng với máy phát tuabin hơi tiêu chuẩn ta tìm được dòng điện ngắn mạch từ nhà máy đến điểm ngắn mạch, trong đơn vị tương đối định mức của từng nhóm tính toán như sau:

$$I_{NM^*}(0) = 3,65 ; I_{NM^*}(\infty) = 2,32$$

Trong đơn vị có tên, các dòng điện này có trị số như sau:

$$I_{HT}(0) = I_{HT}(\infty) = I_{HT^*}(0) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,2658 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 13,34 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(0) = I_{NM^*}(0) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 3,65 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 230} = 16,17 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(\infty) = I_{NM^*}(\infty) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 2,32 \cdot \frac{5.353}{\sqrt{3} \cdot 230} = 10,28 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch tại N_1 có trị số như sau:

$$I_{N2}(0) = I_{HT}(0) + I_{NM}(0) = 13,34 + 16,17 = 29,51 \text{ kA}$$

$$I_{N2}(\infty) = I_{HT}(\infty) + I_{NM}(\infty) = 13,34 + 10,28 = 23,62 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_2 được tính như sau:

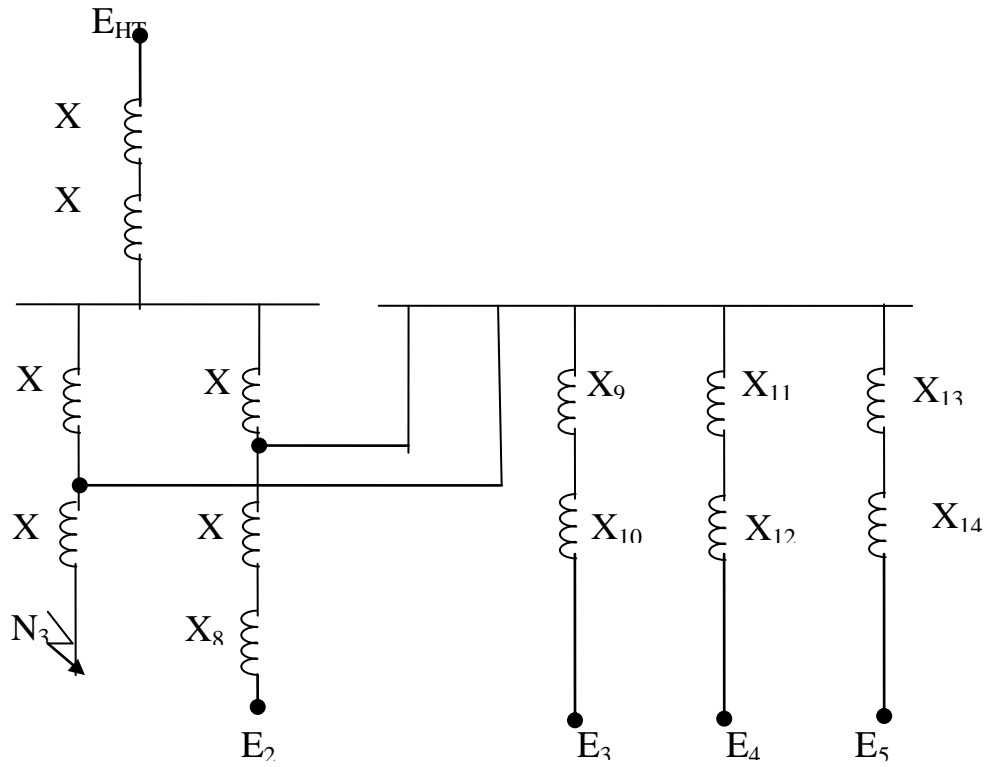
$$i_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{N2}(0) \text{ trong đó hệ số } k_{xk} = 1,8$$

Vậy:

$$i_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 29,51 = 75,12 \text{ kA}$$

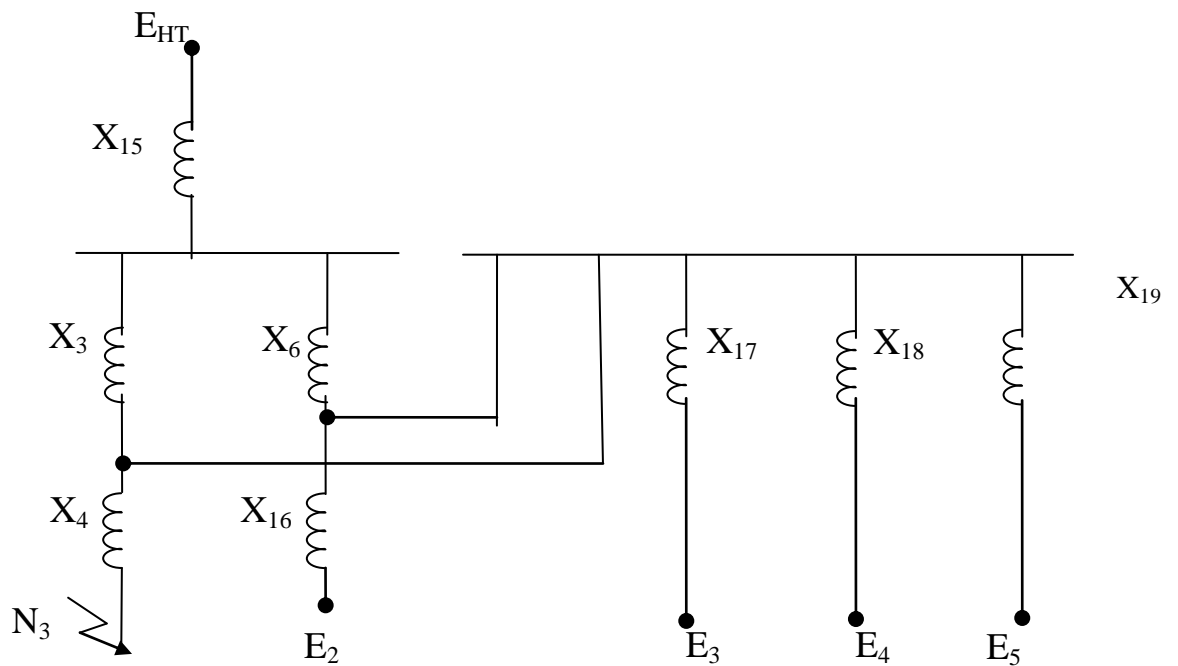
c. Điểm ngắn mạch N_3 :

Sơ đồ thay thế như hình 1-37:



Hình 1-37: Điểm ngắn mạch N_3

Ghép nối tiếp các điện kháng ta được sơ đồ hình 1-38:



Hình 1-38: ghép nối tiếp các điện kháng

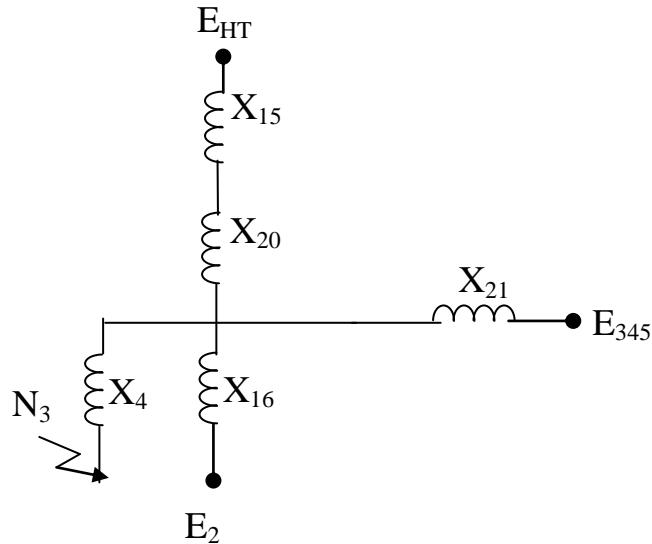
Trong đó các điện kháng được tính như sau:

$$X_{15} = X_1 + X_2 = 0,024 + 0,079 = 0,103$$

$$X_{16} = X_7 + X_8 = 0,135 + 0,442 = 0,577$$

$$X_{17} = X_{18} = X_{19} = X_9 + X_{10} = 0,22 + 0,442 = 0,662$$

Ghép song song các điện kháng ta được sơ đồ hình 1-39:

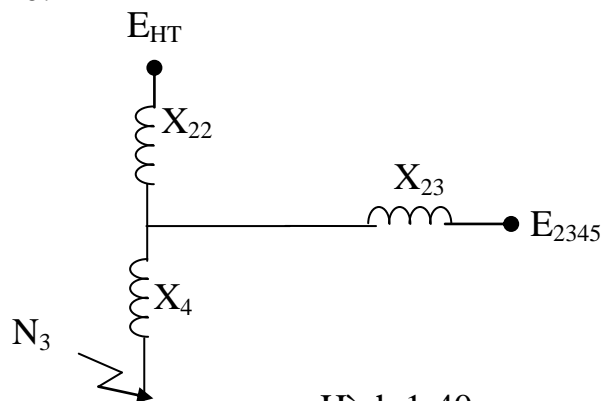


Hình 1-39: ghép song song các điện kháng

Trong đó: $X_{20} = \frac{X_3 X_6}{X_3 + X_6} = \frac{X_3}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$

$$X_{21} = \frac{1}{\frac{1}{X_{17}} + \frac{1}{X_{18}} + \frac{1}{X_{19}}} = \frac{X_{17}}{3} = \frac{0,661}{3} = 0,221$$

Tiếp tục biến đổi ta được hình 1-40:



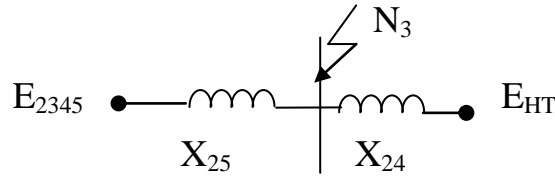
Hình 1-40

Trong đó:

$$X_{22} = X_{15} + X_{20} = 0,103 + 0,0475 = 0,1505$$

$$X_{23} = \frac{X_{16}X_{21}}{X_{16} + X_{21}} = \frac{0,577 \cdot 0,221}{0,577 + 0,221} = 0,1598$$

Biến đổi sao tam giác với sơ đồ hình 1-40 ta được hình 1-41:



Hình 1-41: Biến đổi sao tam giác

Trong đó:

$$X_{24} = X_4 + X_{22} + \frac{X_4 X_{22}}{X_{23}} = 0,1505 + 0,103 + \frac{0,1505 \cdot 0,103}{0,1598} = 0,4126$$

$$X_{25} = X_4 + X_{23} + \frac{X_4 X_{23}}{X_{22}} = 0,1598 + 0,103 + \frac{0,1598 \cdot 0,103}{0,1505} = 0,4381$$

Điện kháng tính toán từ hệ thống đến điểm ngắn mạch (X_{HTtt}) và từ phía nhà máy đến điểm ngắn mạch (X_{NMtt}) được tính như sau:

$$X_{HTtt} = X_{24} \frac{S_{HTdm}}{S_{cb}} = 0,4126 \cdot \frac{20000}{800} = 10,315$$

$$X_{NMtt} = X_{25} \frac{S_{Gdm\Sigma}}{S_{cb}} = 0,4381 \cdot \frac{5.353}{800} = 0,773$$

Vì $X_{HTtt} > 3$ nên dòng điện ngắn mạch trong đơn vị tương đối định mức của hệ thống được tính như sau:

$$I_{HT*}(0) = I_{HT*}(\infty) = 1 / X_{HTtt} = 1 / 10,315 = 0,0969$$

Tra đương công tính toán, ứng với máy phát tuabin hơi tiêu chuẩn ta tìm được dòng điện ngắn mạch từ nhà máy đến điểm ngắn mạch, trong đơn vị tương đối định mức của từng nhóm tính toán như sau:

$$I_{NM*}(0) = 1,28 ; I_{NM*}(\infty) = 1,38$$

Trong đơn vị có tên, các dòng điện này có trị số như sau:

$$I_{HT}(0) = I_{HT}(\infty) = I_{HT*}(0) \cdot \frac{S_{HTdm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 0,0969 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 55,97 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(0) = I_{NM*}(0) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma} - S_{G1dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 1,28 \cdot \frac{4.353}{\sqrt{3} \cdot 20} = 52,17 \text{ kA}$$

$$I_{NM}(\infty) = I_{NM*}(\infty) \cdot \frac{S_{Gdm\Sigma} - S_{G1dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{tb}} = 1,38 \cdot \frac{4.353}{\sqrt{3} \cdot 20} = 56,25 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch tại N_3 có trị số như sau:

$$I_{N_3}(0) = I_{HT}(0) + I_{NM}(0) = 55,97 + 52,17 = 108,14 \text{ kA}$$

$$I_{N_3}(\infty) = I_{HT}(\infty) + I_{NM}(\infty) = 55,97 + 56,25 = 112,22 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_3 được tính như sau:

$$i_{xkN_3} = \sqrt{2} \cdot k_{xk} \cdot I_{N_3}(0) \text{ trong đó hệ số } k_{xk} = 1,8$$

Vậy

$$i_{xkN_3} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 108,14 = 275,28 \text{ kA}$$

d. Điểm ngắn mạch N_3' :

Dòng ngắn mạch tại N_3' chỉ do máy phát G_1 cung cấp do đó sơ đồ thay thế ngắn mạch tại N_3' giống như phương án 1, dòng điện ngắn mạch có trị số sau:

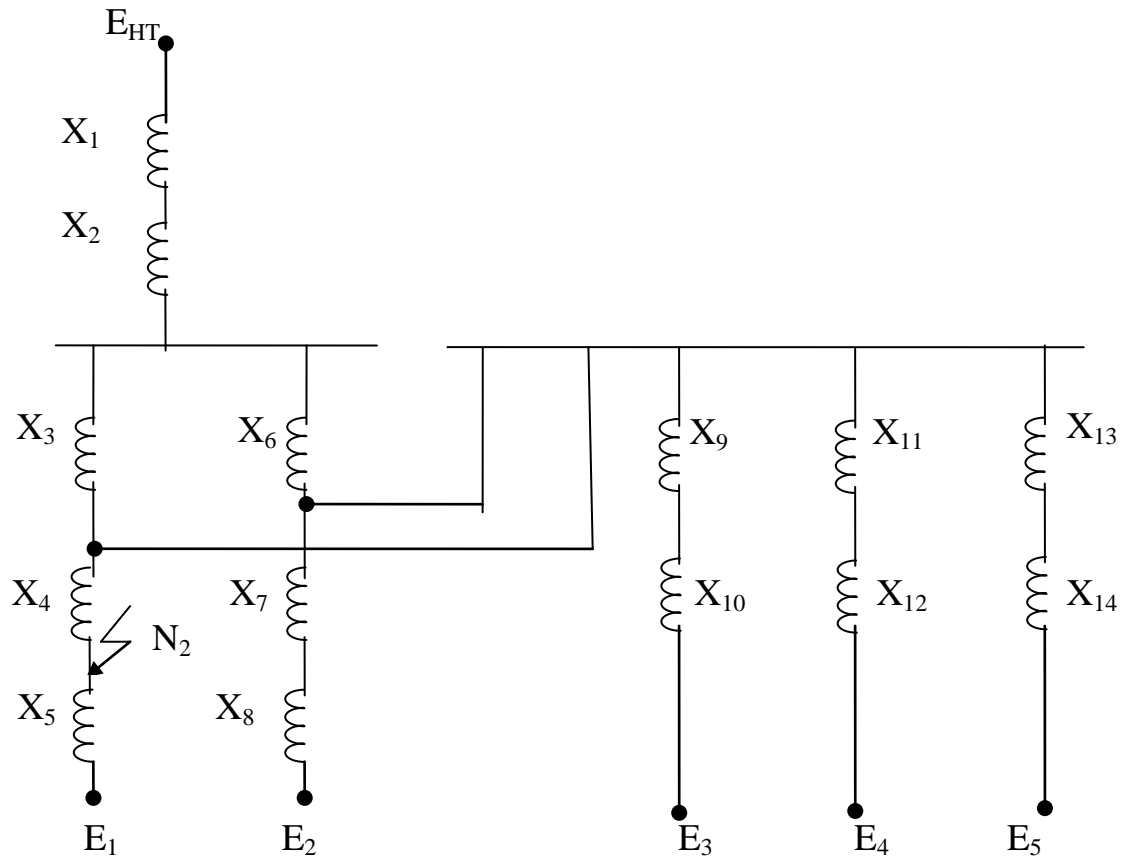
$$I_{N_3'}(0) = 51,97 \text{ kA} \quad \text{và} \quad I_{N_3'}(\infty) = 25,68 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_3' là:

$$i_{xkN_3'} = 140,38 \text{ kA}$$

e. Điểm ngắn mạch N_4 :

Sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch tại N_4 như hình 1-42:



Hình 1-42: Điểm ngắn mạch N_4

Tuy nhiên ta nhận thấy khi ngắn mạch tại N_4 dòng điện ngắn mạch đúng bằng tổng dòng điện ngắn mạch ở N_3 và N_3' , do đó:

$$I_{N_4}(0) = I_{N_3}(0) + I_{N_3'}(0) = 51,97 + 108,14 = 160,11 \text{ kA}$$

$$I_{N_4}(\infty) = I_{N_3}(\infty) + I_{N_3'}(\infty) = 25,68 + 112,22 = 137,9 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích tại N_4 được tính như sau:

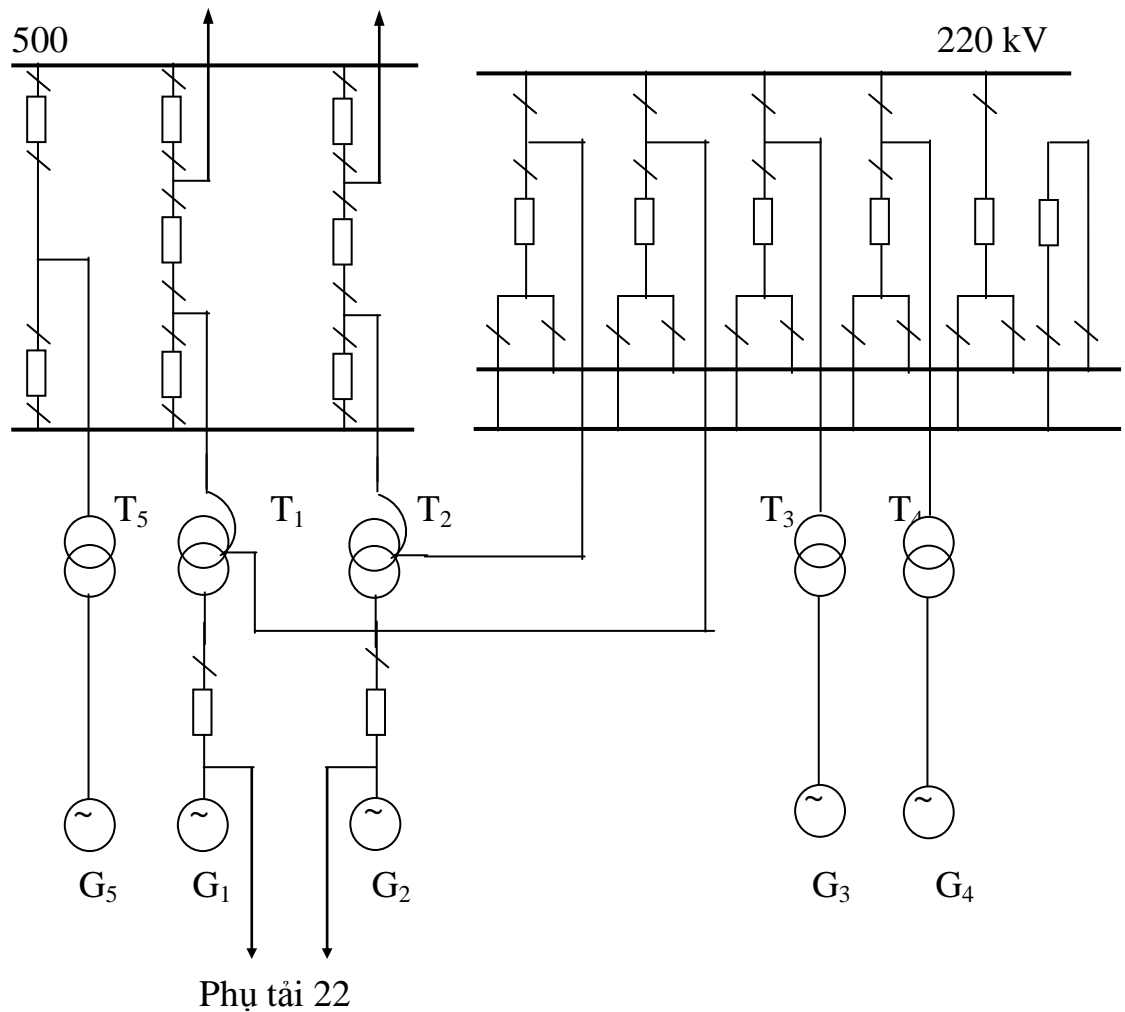
$$i_{xkN_4} = i_{xkN_3} + i_{xkN_3'} = 275,28 + 140,38 = 415,66 \text{ kA}$$

1.2.4. Tính toán các chỉ tiêu kinh tế và so sánh các phương án

1. Phương án 1:

Để có thể tính được các chỉ tiêu kinh tế của phương án, trước hết ta phải chọn sơ đồ các thiết bị phân phối. Vì nhà máy có công suất lớn, vai trò đối với hệ thống là quan trọng nên hệ thống thanh góp 500 kV cần có độ tin cậy cao. Tuy nhiên, do giá thành các thiết bị phân phối ở cấp điện áp 500 kV là rất cao nên để vừa đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, ta chọn sơ đồ thiết bị phân phối 500 kV kiểu một rưỡi.

Đối với thanh góp 220 kV, có số mạch lớn (6 mạch phụ tải và 4 mạch máy biến áp) cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ loại 1 quan trọng nên ta dùng hệ thống 2 thanh góp có thanh góp vòng. sơ đồ mạch thiết bị phân phối trình bày trên hình 1-43:



Hình 1-43: sơ đồ mạch thiết bị phân phối phương án 1

Chi phí tính toán hàng năm của phương án 1 được tính như sau:

$$C_I = a_{dm} \cdot V_I + P_I$$

a. Vốn đầu tư V_I :

Vốn đầu tư V_I bao gồm giá tiền các máy biến áp giá tiền các máy cắt, cụ thể như sau:

$$V_I = V_T + V_{MC}$$

Với: V_T : là vốn đầu tư cho máy biến áp : $V_T = v_T \cdot k_T$
 v_T : là tiền mua máy biến áp
 k_T : là hệ số kể đến chi phí vận chuyển và lắp đặt.

(Với $T_1, T_2, T_3, T_4, k_T = 1,3$ còn với $T_5, k_T = 1,35$)

V_{MC} là giá tiền mua máy cắt

Dựa vào số lượng và chủng loại các máy biến áp và máy cắt đã chọn ở các cấp điện áp, ta có kết quả tính vốn đầu tư cho phương án 1 như bảng 4-3 dưới đây:

Bảng 4-3

Thiết bị	đơn giá , USD/máy	Số lượng , Máy	Hệ số	Tổng , USD
<u>Máy biến áp</u>				
AOTDQTH - 267	280 000	6	1,30	2 184 000
TDQ - 400/ 525	400 000	1	1,35	540 000
TDQ - 400/ 242	325 000	2	1,30	845 000
<u>Máy cắt</u>				
3AT5	150 000	8	1	1 200 000
3AQ1	90 000	6	1	540 000
3AF2	30 000	2	1	60 000

Như vậy tổng vốn đầu tư cho phương án 1 là:

$$\begin{aligned}
 V_I &= V_T + V_{MC} = \\
 &= (2\,184\,000 + 540\,000 + 845\,000) + (1\,200\,000 + 540\,000 + 60\,000) = \\
 &= 5\,369\,000 \text{ USD}
 \end{aligned}$$

Với tỉ giá USD / VND là 1 USD = 20 800 VND ta có:

$$V_I = 5\,369\,000 \cdot 20\,800 = 111,6752 \cdot 10^9 \text{ VND} = 111,6752 \text{ tỉ VND}$$

b. Chi phí vận hành hằng năm:

Chi phí vận hành hằng năm P_1 bao gồm: chi phí cho vận hành sửa chữa lớn P_k Chi phí trả lương công nhân P_p , phí tổn do tổn thất điện năng P_t . Trong đó thành phần dùng để trả lương công nhân nhỏ hơn rất nhiều so với các thành phần khác vì vậy

Có thể bỏ qua mà không ảnh hưởng đến kết quả so sánh:

$$P_1 = P_k + P_t = \frac{a.V_I}{100} + \Delta A.\beta$$

Trong đó : a : là hệ số khấu hao vốn đầu tư ($a=8,4\%$)

V_I : là tổng vốn đầu tư của phương án 1

ΔA : là tổn thất điện năng của phương án 1

β : là giá thành 1kWh điện năng tổn thất ($\beta = 600 \text{ VND / kWh}$)

Suy ra:

$$P_1 = \frac{8,4}{100} .111,6752.10^9 + 30\ 307\ 501.600 = 27,56521.10^9 \text{ VND} = 27,56521 \text{ tỉ}$$

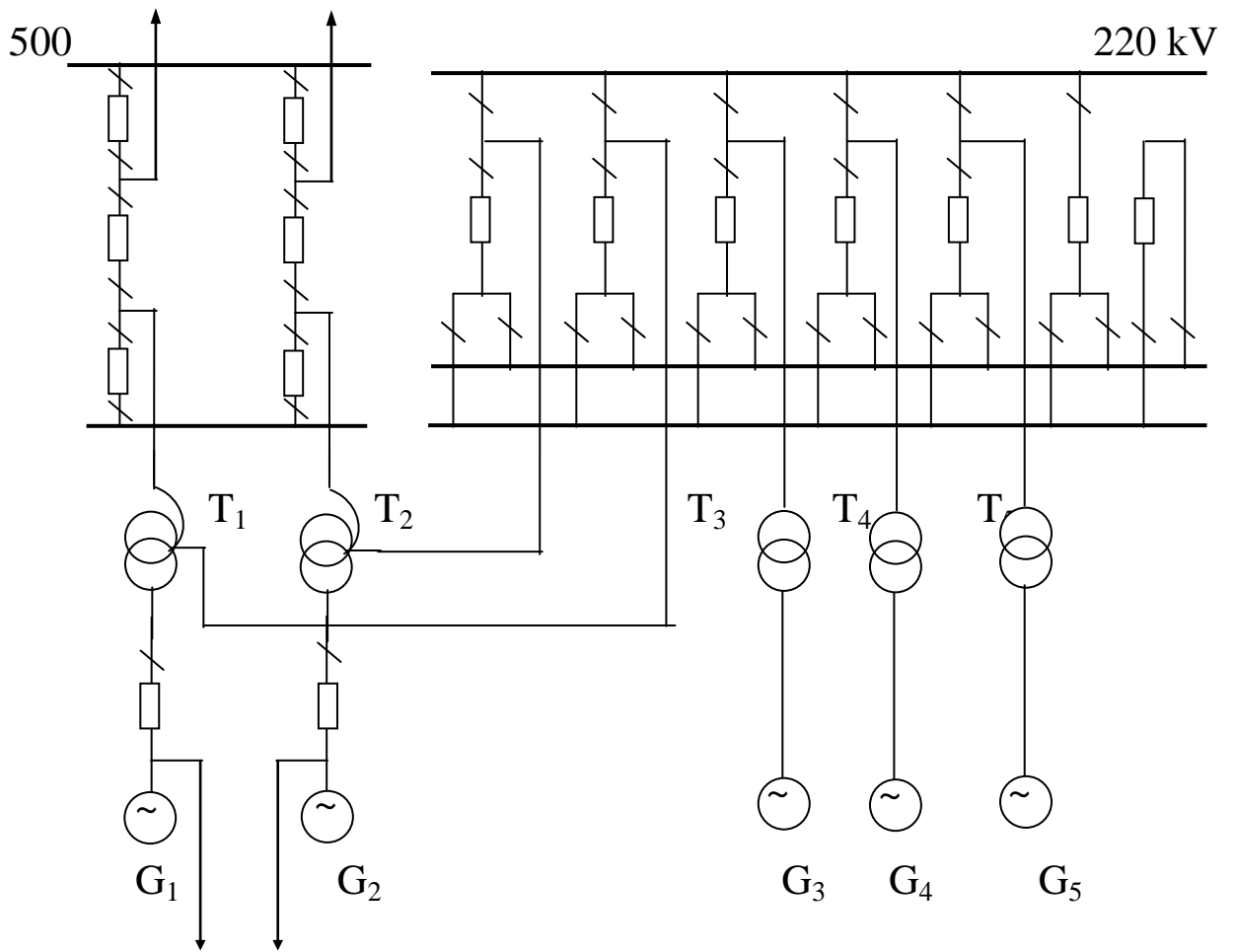
VND

Như vậy, chi phí tính toán hàng năm của phương án 1 là:

$$C_I = a_{dm}.V_I + P_1 = 0,12.111,6752 + 27,56521 = \mathbf{40,9662 \text{ tỉ VND}}$$

2. Phương án 2:

Phân tích tương tự phương án 1 ta cũng chọn sơ đồ thiết bị phân phối 500 kV kiểu một rưỡi và dùng hệ thống 2 thanh góp có thanh góp vòng với thiết bị phân phối 220 kV. Sơ đồ mạch thiết bị phân phối trình bày trên hình 4-2:



Phụ tải 22

Hình 1-44: Sơ đồ mạch thiết bị phân phối phương án 2

Chi phí tính toán hàng năm của phương án 2 được tính như sau:

$$C_{II} = a_{dm} \cdot V_{II} + P_{II}$$

a. Vốn đầu tư V_{II}

Vốn đầu tư V_{II} bao gồm giá tiền các máy biến áp giá tiền các máy cắt.

Dựa vào số lượng và chủng loại các máy biến áp và máy cắt đã chọn ở các cấp điện áp, ta có kết quả tính vốn đầu tư cho phương án 2 như bảng 4- 4 dưới đây:

Bảng 4-4

Thiết bị	đơn giá , USD/máy	Số lượng , Máy	Hệ số	Tổng , USD
<u>Máy biến áp</u>				
AOTDIQTH - 267	280 000	6	1,30	2 184 000
TDI - 400/ 242	325 000	3	1,30	1 267 500
<u>Máy cắt</u>				
3AT5	150 000	6	1	900 000
3AQ1	90 000	7	1	630 000
3AF2	30 000	2	1	60 000

Như vậy tổng vốn đầu tư cho phương án 2 là :

$$\begin{aligned}
 V_{II} &= V_T + V_{MC} = \\
 &= (2\,184\,000 + 1\,267\,500) + (900\,000 + 630\,000 + 60\,000) = \\
 &= 5\,041\,500 \text{ USD}
 \end{aligned}$$

Với tỉ giá USD / VND là 1 USD = 20 800 VND ta có:

$$V_{II} = 5\,041\,500 \cdot 20\,800 = 104,8528 \cdot 10^9 \text{ VND} = 104,8528 \text{ tỉ VND}$$

b. Chi phí vận hành hằng năm

Chi phí vận hành hằng năm P_{II} bao gồm: chi phí cho vận hành sửa chữa lớn P_k , chi phí trả lương công nhân P_p , phí tổn do tổn thất điện năng P_t . Trong đó thành phần dùng để trả lương công nhân nhỏ hơn rất nhiều so với các thành phần khác vì vậy có thể bỏ qua mà không ảnh hưởng đến kết quả so sánh:

$$P_{II} = P_k + P_t = \frac{a \cdot V_I}{100} + \Delta A \cdot \beta$$

Trong đó a là hệ số khấu hao vốn đầu tư (a=8,4%)

V_{II} : là tổng vốn đầu tư của phương án 2

ΔA : là tổn thất điện năng của phương án 2

β : là giá thành 1kWh điện năng tổn thất ($\beta = 600 \text{ VND} / \text{kWh}$)

Suy ra:

$$P_{II} = \frac{8,4}{100} \cdot 104,8528 \cdot 10^9 + 30\,455\,187.600 = 27,0807 \cdot 10^9 \text{ VND} = 27,0807 \text{ tỉ VND}$$

VND

Như vậy, chi phí tính toán hàng năm của phương án 2 là:

$$C_{II} = a_{dm} \cdot V_{II} + P_{II} = 0,12 \cdot 104,8528 + 27,0807 = \mathbf{39,663 \text{ tỉ VND}}$$

3. So sánh 2 phương án

Chênh lệch về chi phí tính toán giữa 2 phương án là:

$$\Delta C\% = \frac{C_I - C_{II}}{C_I} 100 = \frac{40,9662 - 39,663}{40,9662} 100 = 3,1\% < 5\%$$

Như vậy 2 phương án là tương đương nhau về kinh tế, vì vậy để chọn được phương án tối ưu ta so sánh các phương án về kĩ thuật. Theo các nhận xét ở chương trước phương án 2 có chủng loại máy biến áp ít hơn đơn giản hơn trong vận hành, sửa chữa. Do đó ta chọn phương án 2 là phương án nối điện chính cho nhà máy điện.

1.3. CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ DÂY DẪN

1.3.1. Cấp điện áp 500 kV

a. Chọn thanh góp 500 kV

Thanh góp 500 kV được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài, theo đó dòng điện cho phép của thanh góp đã hiệu chỉnh theo nhiệt độ phải lớn hơn dòng điện cường bức của thanh góp. Ta chọn thanh góp 500 kV là thanh dẫn hình ống tròn bằng đồng có nhiệt độ môi trường của nhà sản xuất là 350C

Với điện áp siêu cao 500 kV để đảm bảo không xuất hiện vầng quang thanh góp thường được chọn hình ống. Căn cứ điều kiện trên ta chọn thanh góp hình ống tròn bằng đồng, 3pha đặt trên mặt phẳng ngang cách nhau 9m mỗi thanh góp đặt trên các sứ đỡ cách nhau 7,5m đường kính ngoài $D=32\text{mm}$ bề dày 5mm. Tiết diện $F=424 \text{ mm}^2$. Dòng điện cho phép $I_{CP}=1,02 \text{ kA}$

Kiểm tra ổn định nhiệt:

Do thanh góp đã chọn có dòng làm việc cho phép là 1020A (>1000A) nên không cần phải kiểm tra ổn định nhiệt

b. Chọn dây dẫn từ máy biến áp tự ngẫu lên thanh góp 500 kV:

Dây dẫn từ máy biến áp tự ngẫu lên thanh góp 500 kV được dùng là dây dẫn mềm, chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài.

Dòng điện cường bức của dây dẫn trong mạch này chính bằng dòng điện cường bức mạch cao áp máy biến áp tự ngẫu:

$$I_{cb} = I_{cb-TN} = 0,976 \text{ kA}$$

Khi đó điều kiện chọn dây dẫn là:

$$I_{CP} \geq = 1,196 \text{ kA}$$

Với điện áp 500 Kv, để đảm bảo không xuất hiện vầng quang dây dẫn thường được phân pha. Vì dây dẫn nối từ máy biến áp lên thanh góp nên không gian chật hẹp ta chỉ chọn phân pha làm 2 dây. Như vậy ta chọn 2 dây AC-240 cho 1 pha, mỗi dây có dòng điện cho phép là 605A nên dòng điện cho phép của mỗi pha là:

$$I_{CP} = 2.605 = 1210 \text{ A} > 1196 \text{ A}$$

c. Chọn máy cắt, dao cách ly

1. Máy cắt

Máy cắt 500 kV đã được chọn là loại 3AT5 có các thông số như trong bảng 4-2

2. Dao cách ly

Dao cách ly được chọn theo điều kiện điện áp và dòng định mức :

$$U_{DCLdm} > U_{MĐdm} = 500 \text{ kV}$$

$$I_{DCLdm} > I_{cb} = 976 \text{ A}$$

Kiểm tra ổn định động và ổn định nhiệt :

$$I_{ddm} > i_{xk} = 34,19 \text{ kA}$$

$$I_{nhdm}^2 \cdot t_{nhdm} > B_N$$

Ta chọn dao cách ly 500 kV là loại POH3-500/2000 do liên xô sản xuất có các thông số sau:

Bảng 5-1

U_{DCLdm} , kV	I_{DCLdm} , A	I_{ddm} , kA	I_{nh} 10s , kA
500	2000	55	21,6

Vì $I_{DCLdm} > 1000$ A nên không phải kiểm tra ổn định nhiệt.

d. Chọn máy biến điện áp, biến dòng điện và chống sét.

1. Biến điện áp

Biến điện áp 500 kV được đặt ở các thanh góp, đầu các đường dây 500 kV lên hệ thống, để lấy các tín hiệu điện áp phục vụ bảo vệ rowle, đo lường và tự động hóa trong nhà máy. Ta chọn 3 biến điện áp kiểu HKΦ - 500 1 pha đầu dây theo sơ đồ

$Y_0 / Y_0 / \Delta$, mỗi máy có các thông số như bảng sau:

Bảng 5-2

U_{scdm} , kV	U_{Tcdm} , V	Cấp chính xác	S_{2dm} , VA
$\frac{500}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{\sqrt{3}}$	1	500

2. Biến dòng điện.

Các máy biến dòng 500 kV được đặt ở các phía của các thanh góp, các đầu đường dây và đầu ra phía 500 kV của máy biến áp tự ngẫu, để lấy các tín hiệu dòng điện phục vụ bảo vệ Role, đo lường và tự động hóa trong nhà máy. Ta chọn biến dòng điện có các thông số sau:

Bảng 5-3

U_{dm} , kV	I_{scdm} , A	I_{TCdm} , A	K_d	K_{nh} (1s)	Cấp chính xác	Z_{2dm} , Ω
500	1000	1	50	21,6	0,5	5

Kiểm tra ổn định động:

$$I_{dđm} = \sqrt{2} \cdot I_{scđm} \cdot K_d = \sqrt{2} \cdot 1.50 = 70,71 \text{ kA} > i_{xk} = 34,19 \text{ kA}$$

Không cần kiểm tra ổn định nhiệt vì biến dòng đã chọn có $I_{scđm} = 1000 \text{ A}$

3. Chống sét .

Để chống sét cho các thiết bị trong nhà máy từ phía 500 kV, ta dùng các chống sét van loại PBC-500 bằng Oxit kim loại, vỏ sứ do liên xô chế tạo, đặt ở đầu các đường dây, các thanh góp và phía cao áp các máy biến áp tự ngẫu. Chống sét van PBC-500 có các thông số như sau:

Điện áp định mức : 500 kV

Điện áp làm việc lớn nhất : 612 kV

1.3.2. Cấp điện áp 220 kV

1. Chọn thanh góp 220 kV

Thanh góp 220 kV được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài, theo đó dòng điện cho phép của thanh góp đã hiệu chỉnh theo nhiệt độ phải lớn hơn dòng điện cường bức của thanh góp :

$$I_{CP} \cdot k_{hc} \geq I_{cb} \text{ hay } I_{CP} \geq \frac{I_{cb}}{k_{hc}}$$

Trong đó:

I_{CP} : là dòng điện cho phép làm việc lâu dài của thanh góp.

I_{cb} : là dòng điện cường bức của thanh góp.

k_{hc} : là hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ của môi trường làm việc.

$$k_{hc} = \sqrt{\frac{\theta_{CP} - \theta_0'}{\theta_{CP} - \theta_0}}$$

Trong đó θ_{CP} : là nhiệt độ cho phép của vật liệu làm thanh góp

θ_0 : là nhiệt độ môi trường làm việc tiêu chuẩn theo nhà sản xuất

θ_0' : là nhiệt độ môi trường làm việc thực tế

Ta chọn thanh góp 220 kV là thanh dẫn hình ống tròn bằng đồng có nhiệt độ môi trường của nhà sản xuất 35⁰C. Vì vậy hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ được tính như sau:

$$k_{hc} = \sqrt{\frac{\theta_{CP} - \theta_0'}{\theta_{CP} - \theta_0}} = \sqrt{\frac{70 - 40}{70 - 35}} = 0,913$$

Dòng điện cường bức của thanh góp 220 kV được tính gần đúng bằng dòng điện định mức của máy biến áp có công suất lớn nhất nối với thanh góp, trong phương án 2 đó là máy biến áp T₁ hoặc T₂:

$$I_{cb} = \frac{S_{T1dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{Tdm}} = \frac{801}{\sqrt{3} \cdot 242} = 1,91 \text{ kA}$$

Khi đó điều kiện chọn thanh góp 220 kV là:

$$I_{CP} \geq \frac{1,91}{0,913} = 2,09 \text{ kA}$$

Với điện áp cao 220 kV, để đảm bảo không xuất hiện vầng quang thanh góp thường được chọn hình ống. Căn cứ điều kiện trên ta chọn thanh góp hình ống tròn bằng đồng. 3 pha đặt trên mặt phẳng ngang cách nhau 5m, mỗi thanh góp đặt trên các sứ đỡ cách nhau 6m có các kích thước sau:

Đường kính ngoài D = 63 mm

Bề dày δ = 8 mm

Tiết diện F = 1380 mm²

Dòng điện cho phép I_{CP} = 2,23 kA

2. Chọn dây dẫn từ máy biến áp tự ngẫu lên thanh góp 220 kV

Dây dẫn từ máy biến áp tự ngẫu lên thanh góp 500 kV được dùng là dây dẫn mềm.

Chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài:

$$I_{CP} \cdot k_{hc} \geq I_{cb}$$

Dòng điện cường bức của dây dẫn trong mạch này đã được tính trong chương trước, chính là dòng điện cường bức mạch trung áp máy biến áp tự ngẫu:

$$I_{cb} = I_{cb-TN} = 0,835 \text{ kA}$$

Ta chọn dây nhôm kẽm có nhiệt độ môi trường tiêu chuẩn là 25°C . Do đó hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ là : $k_{hc} = 0,816$

Khi đó điều kiện chọn dây dẫn là:

$$I_{CP} \geq \frac{0,835}{0,816} = 1,023 \text{ KA}$$

Ta chọn dây AC-600 có dòng điện cho phép là 1,05 kA và đường kính dây là 33,1mm. Vậy dây dẫn đã chọn thỏa mãn điều kiện phát nóng. Vì ta chọn dây dẫn mềm có dòng điện làm việc lâu dài lớn hơn 1000 A nên không cần kiểm tra ổn định động cũng như ổn định nhiệt

3. Chọn dây dẫn từ máy biến áp 2 dây quấn lên thanh góp 220 kV

Dây dẫn từ máy biến áp 2 dây quấn lên thanh góp 220 kV được dùng là dây dẫn mềm, chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài:

$$I_{CP} \cdot k_{hc} \geq I_{cb}$$

Dòng điện cường bức của dây dẫn trong mạch này đã được tính trong chương trước, chính là dòng điện cường bức mạch máy biến áp 2 dây quấn:

$$I_{cb} = I_{cb-T3} = 0,884 \text{ KA}$$

Ta chọn dây nhôm lõi kép có nhiệt độ môi trường tiêu chuẩn là 25°C . do đó hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ là $k_{hc} = 0,816$

Khi đó điều kiện chọn dây dẫn là:

$$I_{CP} \geq \frac{0,884}{0,816} = 1,083 \text{ kA}$$

Ta chọn dây AC-700 có dòng điện cho phép là 1,22 kA

4. Chọn máy cắt , dao cách ly

a. Máy cắt

Máy cắt 220 kV đã được chọn là loại 3AQ1 có các thông số như trong bảng 4-2.

b. Dao cách ly

Dao cách ly được chọn theo kiện điện áp và dòng điện định mức

$$U_{DCLdm} > U_{MĐdm} = 220 \text{ kV}$$

$$I_{DCLdm} > I_{cb} = 835 \text{ A}$$

Kiểm tra ổn định động và ổn định nhiệt:

$$I_{đdm} > i_{xk} = 75,12 \text{ kA}$$

$$I_{nhdm}^2 \cdot t_{nhdm} > B_N$$

Ta chọn dao cách ly 220 kV có các thông số như bảng 5-4:

Bảng 5-4

U_{DCLdm} , kV	I_{DCLdm} , A	$I_{đdm}$, kA	I_{nh} 10s , kA
220	1000	80	15

Vì $I_{DCLdm} > 1000 \text{ A}$ nên không phải kiểm tra ổn định nhiệt.

5. Chọn máy biến điện áp , biến dòng điện và chống sét.

a. Biến điện áp

Biến điện áp 220 kV được đặt ở các thanh góp đầu các đường dây phụ tải 220 kV, để lấy các tín hiệu điện áp phục vụ bảo vệ Role đo lường và tự động hóa trong nhà máy ta chọn 3 biến điện áp kiểu HKΦ - 220 1 pha đầu dây theo sơ đồ $Y_0 / Y_0 / \Delta$, mỗi máy có các thông số như bảng 5-5

Bảng 5-5

U_{scdm} , kV	U_{Tcdm} , V	Cấp chính xác	S_{2dm} , VA
<u>220</u>	<u>100</u>	1	500
$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$		

b. Biến dòng điện.

Các máy biến dòng 220 kV được đặt ở các phía của các thanh góp, các đầu đường dây và đầu ra phía 220 kV của máy biến áp tự ngẫu, biến áp 2 dây quấn để lấy các tín hiệu dòng điện phục vụ bảo vệ Role, đo lường và tự động hóa trong nhà máy. Ta chọn biến dòng điện thông số như trong bảng sau:

Bảng 5-6

U_{m} , kV	I_{scdm} , A	I_{TCdm} , A	$K_{\text{đ}}$	K_{nh} (1s)	Cấp chính xác	$Z_{2\text{dm}}$, Ω
220	1200	1	60	60	0,5	0,2

Không cần kiểm tra ổn định nhiệt vì biến dòng đã chọn có $I_{\text{scdm}} = 1000 \text{ A}$

c. Chống sét .

Để chống sét cho các thiết bị trong nhà máy từ phía 220 kV, ta dùng các chống sét van loại không có khe hở ngoài PBC-500 làm bằng oxit kim loại vô xú, đặt ở đầu các đường dây, các thanh góp và phía cao áp các máy biến áp. Chống sét van PBC-500 có các thông số như sau:

Điện áp định mức : 220 kV

Điện áp làm việc lớn nhất : 384 kV

1.3.3. Mạch máy phát điện

1. Chọn thanh dẫn từ máy phát đến máy biến áp

Để nối từ máy phát điện đến máy biến áp ta dùng thanh dẫn cứng, được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài:

$$I_{\text{CP}} \cdot k_{\text{hc}} \geq I_{\text{cb}}$$

Dòng điện cường bức của dây dẫn trong mạch máy phát điện đã được tính trong chương trước:

$$I_{\text{cb}} = I_{\text{cb20}} = 10,7 \text{ kA}$$

Ta chọn thanh dẫn bằng đồng có nhiệt độ môi trường tiêu chuẩn là 25°C , do đó hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ là $k_{hc} = 0,816$

Khi đó điều kiện chọn dây dẫn là:

$$I_{CP} \geq \frac{10,7}{0,816} = 13,11 \text{ kA}$$

Ta chọn thanh dẫn bằng đồng hình ống có các kích thước như sau:

Bảng 5-7

D , mm	d , mm	t , mm	δ , mm	F , mm ²	w_{x-x} , cm ³	I_{CP} , kA
420	390	15	40	17900	1633	16

2. Chọn sứ đỡ thanh dẫn

Sứ đỡ thanh dẫn được chọn theo điều kiện điện áp định mức và độ bền cơ khí xảy ra ngắn mạch

$$U_{Sđm} \geq U_{MĐđm} = 20 \text{ kV}$$

$$F_{tt}' = F_{tt} \cdot \frac{H'}{H} \leq F_{CP} = 0,6 \cdot F_{PH}$$

Trong đó :

$U_{Sđm}$: là điện áp định mức của sứ

F_{tt} : là lực phá hoại tác động lên thanh dẫn (F_{tt} chính là F_1)

F_{tt}' : là lực phá hoại tác động lên đầu sứ

F_{PH} : là lực phá hoại nhỏ nhất của sứ

H' : là cánh tay đòn của F_{tt}'

H : là cánh tay đòn của F_{tt}

$$H = H' + \frac{D}{2}$$

Ta chọn sứ loại OΦP - 20 - 4250KB.Y3 có các thông số như sau:

Điện áp định mức $U_{Sđm} = 20 \text{ kV}$

Lực phá hoại cho phép $F_{PH} = 4250 \text{ kG}$

Chiều cao sứ $H' = 305 \text{ mm}$

Khi đó:

$$H = H' + \frac{D}{2} = 305 + 210 = 515 \text{ mm}$$

$$F_{tt'} = F_{tt} \cdot \frac{H}{H'} = 1333,7 \cdot \frac{515}{305} = 2252 \text{ kG} < F_{CP} = 0,6 \cdot 4250 = 2550 \text{ kG}$$

Vậy sứ đỡ đã chọn thỏa mãn điều kiện độ bền cơ.

3. Chọn máy cắt, dao cách ly

a. Máy cắt:

Máy cắt 20 Kv đã được chọn trong chương trước, là loại 3AF2 do SIEMENS sản xuất có các thông số chính cho trong bảng 4-2

b. Dao cách ly:

Dao cách ly được chọn theo kiện điện áp và dòng điện định mức:

$$U_{DCLdm} > U_{MĐdm} = 20 \text{ kV}$$

$$I_{DCLdm} > I_{cb} = 10,7 \text{ A}$$

Kiểm tra ổn định động và ổn định nhiệt:

$$I_{đdm} > i_{xk} = 275,28 \text{ kA}$$

$$I_{nhdm}^2 \cdot t_{nhdm} > B_N$$

Ta chọn dao cách ly 20 kV là loại PBK-20/12000 do liên xô sản xuất có các thông số sau:

Bảng 5-8

U_{DCLdm} , kV	I_{DCLdm} , A	$I_{đdm}$, kA	I_{nh} 10s, kA
20	12000	320	80

Vì $I_{DCLdm} > 1000 \text{ A}$ nên không phải kiểm tra ổn định nhiệt.

4. Chọn biến điện áp

Biến điện áp đặt ở đầu cực máy phát lấy tín hiệu phục vụ đo lường bảo vệ, đặc biệt do có công tơ đo đếm điện năng nên cấp chính xác của các biến điện áp phải là 0,5. các điều kiện chọn máy biến điện áp như sau:

$$\text{Điện áp định mức: } U_{TUdm} \geq U_{MDdm} = 20 \text{ kV}$$

$$\text{Công suất định mức } S_{2dm} \geq S_2$$

Trong đó S_2 là tổng phụ tải nối vào TU. Để tính được phụ tải của TU, ta dựa vào số lượng và công suất các thiết bị nối với các pha của TU như bảng 5-9:

Bảng 5-9

Tên đồng hồ	Kiểu	Công suất 1 cuộn, VA	$\cos\varphi$	Số lượng	Tổng công suất tiêu thụ, VA		
					Pha a-b	Pha b-c	Pha c-a
Công tơ tác dụng	CA3Y	1,75	0,38	1	1,75	1,75	
Công tơ phản kháng	CP3Y	1,75	0,38	1	1,75	1,75	
Oát mét	Д772	10	1	1	10	10	
Oát mét phản kháng	Д772/1	5	1	1	5		5
Oát mét tự ghi	Ч377	10	0,8	1		10	10
Vôn kế	Э762	9	1	4	9	9	9
Tần số kế	Д762	8	1	1			8
Vôn mét tự ghi	H376	8	1	1	8		
Tần số kế tự ghi	H378	2,5	1	1			2,5
Tổng					35,5	32,5	34,5

Như vậy tổng công suất các dụng cụ nối vào phía thứ cấp của biến điện áp là:

$$S_2 = 35,5 + 32,5 + 34,5 = 102,5 \text{ VA}$$

Ta chọn biến điện áp kiểu 3HOM-20 do liên xô sản xuất, nối dây theo sơ đồ $Y_0/Y_0/\Delta$ mỗi máy có các thông số chính như bảng 5-10:

Bảng 5-10

U_{scdm} , kV	Cuộn chính U_{Tcdm} , V	Cuộn phụ U_{Tcdm} , V	Cấp chính xác	S_{2dm} , VA	S_{max} , VA
$\frac{20}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{\sqrt{3}}$	0,5	80	640

Tổng công suất 3 pha của TU là 240 VA. Ta tiến hành chọn dây dẫn nối các dụng cụ đo với TU như sau:

Dòng điện phụ tải các pha a-b , b-c và c-a là:

$$I_{ab} = \frac{S_{ab}}{U_{ab}} = \frac{35,5}{100} = 0,355 \text{ A}$$

$$I_{bc} = \frac{S_{bc}}{U_{bc}} = \frac{32,5}{100} = 0,325 \text{ A}$$

$$I_{ca} = \frac{S_{ca}}{U_{ca}} = \frac{34,5}{100} = 0,345 \text{ A}$$

Để đơn giản nhưng vẫn đảm bảo chính xác ta coi dòng điện phụ tải các pha a-b, b-c, c-a bằng nhau: $I_{ab} = I_{bc} = I_{ca} = 0,36 \text{ A}$

Vì biến dòng nối sao nên trị số dòng điện trên dây dẫn các pha a, b, c là:

$$I_a = I_b = I_c = \sqrt{3} \cdot I_{ab} = \sqrt{3} \cdot 0,36 = 0,63 \text{ A}$$

Dây dẫn được chọn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép :

$$\Delta U = I_a \cdot r_{dd} = I_a \cdot \rho \frac{l_{dd}}{F} \leq \Delta U_{CP} = 0,5\%$$

Vì vậy tiết diện dây dẫn chọn phải thỏa mãn điều kiện :

$$F \geq \frac{I_a \cdot \rho \cdot l_{dd}}{\Delta U_{CP}} = \frac{0,62 \cdot 0,0175 \cdot 30}{0,5} = 0,66 \text{ mm}^2$$

Ta chọn dây đồng có tiết diện $1,5 \text{ mm}^2$ để nối các dụng cụ đo lường với máy biến dòng vì đây là tiết diện nhỏ nhất theo điều kiện đảm bảo độ bền cơ

1.3.4. Mạch phụ tải địa phương

Ta thiết kế phụ tải địa phương gồm 4 hộ, mỗi hộ được cung cấp từ 1 đường cáp kép với công suất 10 MW. Vì phụ tải địa phương ở cấp điện áp 22 kV trong khi điện áp máy phát là 20 kV nên ta phải chọn 2 máy biến áp tăng áp 20/22 kV (T_6 và T_7) để cấp điện từ đầu cực máy phát G_1 và G_2 . Mỗi máy sẽ mang 1 nửa phụ tải địa phương và khi 1 trong 2 máy bị sự cố thì máy còn lại bằng khả năng quá tải phải cung cấp cho toàn bộ phụ tải địa phương.

a. Chọn máy biến áp cho phụ tải địa phương

Điều kiện chọn máy biến áp:

$$S_{T6dm} = S_{T7dm} \geq \frac{S_{22max}}{2} = \frac{43,48}{2} = 21,74 \text{ MVA}$$

Điều kiện quá tải sự cố:

$$S_{T6dm} = S_{T7dm} \geq \frac{S_{22max}}{1,4} = \frac{43,48}{1,4} = 31,1 \text{ MVA}$$

Dựa vào các điều kiện trên ta chọn máy biến áp có điều chỉnh điện áp dưới tải do SIEMENS chế tạo, với các thông số chính như sau:

Bảng 5-13

S_{dm} , MVA	U_{Cdm} , kV	U_{Hdm} , kV	$U_N\%$	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW
32	23	20	10	42	240

b. Chọn cáp cho phụ tải địa phương

Tiết diện cáp của phụ tải địa phương được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế. Dựa vào đồ thị phụ tải địa phương và bảng cân bằng công suất ta tính được thời gian sử dụng công suất cực đại của phụ tải 22 kV như sau:

$$T_{max} = 365 \cdot \frac{\sum S_i \cdot t_i}{S_{22max}} = 365 \cdot \frac{30,43.8 + 43,48.4 + 39,13.4 + 30,43.8}{43,48} = 6861 \text{ h}$$

Với thời gian sử dụng công suất cực đại là 6861h, ta chọn cáp đồng bọc giấy điện thì mật độ dòng điện kinh tế là $J_{kt} = 2 \text{ A / mm}^2$.

Dòng điện làm việc cực đại của cáp là:

$$I_{\max} = \frac{S_{22\max}}{4.2.\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{43,48}{8\sqrt{3}.22} = 0,143 \text{ (kA)} = 143 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của cáp được tính như sau:

$$F_{kt} = \frac{I_{\max}}{J_{kt}} = \frac{143}{2} = 71,5 \text{ mm}^2$$

Chọn cáp XLPE 3 lõi tiết diện 70 mm^2 do ALCATEL chế tạo có dòng điện cho phép là 212 A.

c. Chọn máy cắt và dao cách ly cho phụ tải địa phương

1. Phía 20 KV của máy biến áp địa phương

Dòng điện cường bức qua máy cắt 20 kV là:

$$I_{cb20} = \frac{S_{22\max}}{\sqrt{3}.U_{Gdm}} = \frac{43,48}{\sqrt{3}.20} = 1,26 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch qua máy cắt này chính là dòng ngắn mạch tại N_4 đã tính ở chương trước có trị số là :

$$I_{N_4(0)} = 160,11 \text{ kA}$$

$$i_{N_4xk} = 415,66 \text{ kA}$$

Máy cắt chọn phải thỏa mãn các điều kiện sau:

$$\text{Điện áp định mức : } U_{MCdm} \geq 20 \text{ kV}$$

$$\text{Dòng điện định mức : } I_{MCdm} \geq 1,26 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện cắt định mức : } I_{Cdm} \geq 160,11 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện ổn định động định mức : } i_{ddm} \geq 415,66 \text{ kA}$$

Dựa vào các điều kiện trên ta chọn máy cắt loại 3AF2 có thông số như sau:

Bảng 5-14

Loại máy cắt	U_{dm} , kV	I_{dm} , kA	I_{Cdm} , kA	I_{ddm} , kA
3AF2	22	12	200	525

Tương tự ta chọn dao cách ly loại PBK-20 có các thông số như sau:

Bảng 5-15

Loại dao cách ly	U_{dm} , kV	I_{dm} , kA	I_{ddm} , kA
PBK - 20	20	12	450

2. Máy cắt đầu nguồn phía 22 kV:

Dòng điện cường bức qua máy cắt đầu nguồn 22 kV là :

$$I_{cb22} = \frac{S_{22max}}{\sqrt{3} \cdot U_{Tdm}} = \frac{43,48}{\sqrt{3} \cdot 22} = 1,14 \text{ kA}$$

Dòng điện cắt định mức của máy cắt 22 kV được chọn theo dòng ngắn mạch tại thanh góp 22 kV của phụ tải địa phương. Trên sơ đồ hình 5-6 ta nhận thấy dòng điện ngắn mạch tại N_5 cũng chính là dòng điện ngắn mạch tại N_6 đã tính ở trên .

$$I_{N5}(0) = I_{N5}(\infty) = I_{N6}(\infty) = 7,65 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích được tính như sau:

$$i_{xkN5} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot I_{N5}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 7,65 = 19,47 \text{ kA}$$

Máy cắt chọn phải thỏa mãn các điều kiện sau:

$$\text{Điện áp định mức : } U_{MCdm} \geq 22 \text{ kV}$$

$$\text{Dòng điện định mức : } I_{MCdm} \geq I_{cb22} = 1,14 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện cắt định mức : } I_{Cdm} \geq I_{N5}(0) = 7,65 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện ổn định động định mức : } i_{ddm} \geq i_{xkN5} = 19,47 \text{ kA}$$

Dựa vào các điều kiện trên ta chọn tủ máy cắt hợp bộ loại 8DA10 của SIEMENS sản xuất có các thông số chính như bảng sau:

Bảng 5-16

Loại máy cắt	U_{dm} , kV	I_{dm} , kA	I_{Cdm} , kA	I_{dm} , kA
8DA10	24	2,5	31,5	80

3. Máy cắt nhánh 22 kV

Các điều kiện chọn máy cắt nhánh 22 kV cho các hộ phụ tải địa phương giống như điều kiện chọn của máy cắt 22 kV đầu nguồn, chỉ khác là dòng điện cường bức của máy cắt nhánh nhỏ hơn nhiều lần :

$$I_{cbnh,nh} = \frac{S_{22max}}{4\sqrt{3}.U_{dm}} = \frac{43,48}{4\sqrt{3}.22} = 0,286 \text{ kA}$$

CHƯƠNG 2.

CHỌN SƠ ĐỒ VÀ THIẾT BỊ TỰ DÙNG

2.1. SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN TỰ DÙNG.

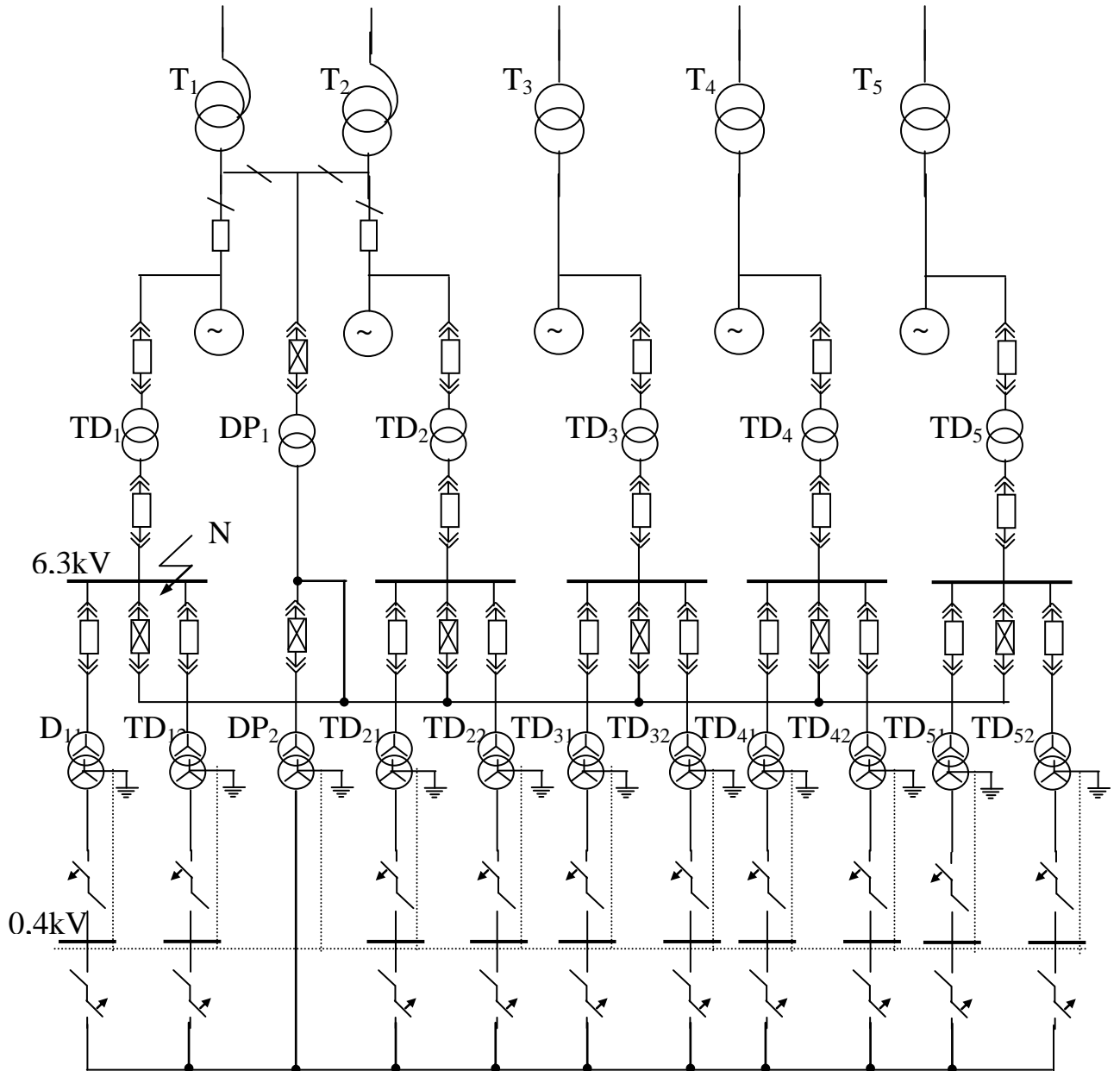
Tự dùng của nhà máy nhiệt điện chiếm tỉ lệ lớn trong toàn bộ công suất, và do đó đóng vai trò quan trọng, quyết định tính đảm bảo cung cấp điện của nhà máy. Theo nhiệm vụ thiết kế, nhà máy có công suất lớn 1500 MW và tỉ lệ tự dùng là 5% nên sơ đồ tự dùng phải đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện.

Vì công suất nhà máy lớn nên các động cơ tự dùng cũng cần có công suất lớn và do vậy phải được cấp điện áp từ nguồn tự dùng 6 kV. Các động cơ nhỏ và chiếu sáng công nghiệp được cung cấp từ nguồn tự dùng 0,4 kV. Như vậy hệ thống tự dùng sẽ gồm 2 cấp điện áp 6 kV và 0,4 kV.

Cấp điện áp 6 kV sẽ lấy điện từ đầu cực máy phát qua máy biến áp giảm áp tới các phân đoạn để cấp điện cho các động cơ lớn như: máy nghiền than, quạt gió, bơm tuần hoàn...Số phân đoạn 6 kV phụ thuộc vào số lò. Giả sử mỗi tổ máy có 1 lò như vậy sẽ có 5 lò máy tương ứng với 5 phân đoạn 6 kV. Mỗi phân đoạn được cấp điện từ 1 máy biến áp giảm áp 20/6 kV để dự phòng cho các phân đoạn khi 1 máy biến áp tự dùng 6 kV bị sự cố hay sửa chữa. Ta đặt 1 máy biến áp dự phòng được cấp điện từ cuộn dây 20 kV của các máy biến áp tự ngẫu T_1 và T_2

Các phân đoạn tự dùng 0,4 kV cấp điện cho các động cơ nhỏ và chiếu sáng được cung cấp từ các máy biến áp tự dùng 6/0,4 kV. Do quy mô nhà máy lớn nên số phân đoạn 0,4 kV cũng nhiều. Vì vậy ta bố trí 2 phân đoạn 0,4 kV ứng với mỗi phân đoạn 6 kV. Và để dự phòng ta cũng đặt 1 máy biến áp dự phòng lấy điện từ nguồn điện dự phòng 6 kV.

Ta đưa ra sơ đồ nối điện tự dùng như hình 2-1



Hình 2-1: sơ đồ nối điện tự dùng

2.2. CHỌN MÁY BIẾN ÁP TỰ DÙNG.

2.2.1. Máy biến áp tự dùng cấp 1

Công suất của các máy biến áp tự dùng cấp 1 được chọn theo công suất tự dùng

Cực đại của từng phân đoạn 6 kV. Vì có 5 lò máy - 5 phân đoạn nên công suất cực đại mỗi phân đoạn bằng 1/5 công suất tự dùng cực đại của nhà máy.

Do đó:

$$S_{TD1} = S_{TD2} = S_{TD3} = S_{TD4} = S_{TD5} \geq \frac{S_{tdmax}}{5} = \frac{88,24}{5} = 17,65 \text{ MVA}$$

Ta chọn máy biến áp loại TM-20000 do LB liên xô sản xuất có thông số sau:

Bảng 6-1

S_{dm} , MVA	U_{Cdm} , kV	U_{Hdm} , kV	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	$U_N\%$	$I_0\%$
20	20	6,3	24,9	145	9,5	0,7

Trong nhà máy điện đang thiết kế, các máy phát điện được nối bộ với máy biến áp chính, do đó máy biến áp dự phòng không chỉ sử dụng thay thế má biến áp công tác khi sửa chúng mà còn có nhiệm vụ cung cấp cho hệ thống tự dùng trong quá trình dừng và khởi động lò. Công suất máy biến áp dự phòng được chọn như sau:

$$S_{DPI} \geq 1,5 \cdot S_{TD1dm} = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ MVA}$$

Ta chọn máy biến áp loại TM-32000 do liên xô sản xuất có thông số như sau:

Bảng 6-2

S_{dm} , MVA	U_{Cdm} , kV	U_{Hdm} , kV	ΔP_0 , kW	ΔP_N , kW	$U_N\%$	$I_0\%$
32	20	6,3	30	145	11,5	0,45

2.2.2. Máy biến áp tự dùng cấp 2:

Phụ tải tự dùng 0,4 kV có công suất không lớn so với tổng công suất tự dùng chiếm khoảng 10%. Với 10 phân đoạn thanh góp 0,4 kV công suất mỗi máy biến áp tự

Dùng 0,4 kV chỉ cần chọn bằng 1/10 công suất phụ tải 0,4 kV tức là:

$$S_{TD} \geq \frac{1}{10} \cdot 0,1.88,24 = 0,8824 \text{ MVA}$$

Ta chọn máy biến áp phân phối do ABB sản xuất có các thông số sau:

Bảng 6-3

$S_{đm}$, KVA	$U_{Cđm}$, kV	$U_{Hđm}$, kV	ΔP_0 , W	ΔP_N , W	$U_N\%$
1000	6,3	0,4	1750	13000	5

Máy biến áp dự phòng DP_2 chỉ làm nhiệm vụ thay thế máy biến áp công tác khi sự cố hoặc sửa chữa do vậy ta chọn cùng loại với máy biến áp công tác

2.3. CHỌN THIẾT BỊ PHÂN PHỐI CHÍNH CHO MẠCH TỰ DÙNG.

a. Máy cắt 20 kV đầu nguồn:

Dòng điện cường bức qua máy cắt 20 kV là:

$$I_{cb20} = \frac{S_{tdmax}}{5\sqrt{3} \cdot U_{Gđm}} = \frac{88,24}{5\sqrt{3} \cdot 20} = 0,51 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch qua máy cắt này chính là dòng ngắn mạch tại N_4 đã tính ở chương trước có trị số là:

$$I_{N4(0)} = 160,11 \text{ kA}$$

$$i_{N4xk} = 415,66 \text{ kA}$$

Máy cắt chọn phải thỏa mãn các điều kiện sau:

$$\text{Điện áp định mức : } U_{MCđm} \geq 20 \text{ kV}$$

$$\text{Dòng điện định mức : } I_{MCđm} \geq 0,51 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện cắt định mức : } I_{Cđm} \geq 160,11 \text{ kA}$$

$$\text{Dòng điện ổn định động định mức : } i_{ddm} \geq 415,66 \text{ kA}$$

$$\text{Điều kiện ổn định nhiệt : } I_{nhđm}^2 \cdot t_{nhđm} \geq B_N$$

Dựa vào các điều kiện trên ta chọn máy cắt loại 3AF2 có các thông số như bảng

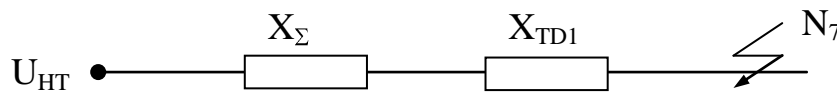
5-14 và chọn dao cách ly loại PBK-20 có thông số như bảng 5-15

b. Máy cắt tổng của các phân đoạn 6 kV

Dòng điện cường bức qua máy cắt tổng 6 kV là:

$$I_{cb6} = \frac{S_{tdmax}}{5\sqrt{3}.U_{TDdm}} = \frac{88,24}{5\sqrt{3}.6,3} = 1,62 \text{ kA}$$

Dòng điện cắt định mức của máy cắt 6 kV được chọn theo dòng ngắn mạch tại thanh góp 6 kV của phụ tải địa phương(điểm N₇) khi đó ta coi nhà máy và hệ thống có công suất vô cùng lớn nên sơ đồ thay thế tính ngắn mạch sẽ như sau:



Hình 2-2

Trong đó :

X_{Σ} là điện kháng tương đương của hệ thống tính đến điểm ngắn mạch

N₄ :

$$X_{\Sigma} = \frac{I_{cb}}{I''_{N4}} = \frac{800}{\sqrt{3}.6,3.160,11} = 0,8$$

$$X_{TD1} = U_N \% \frac{S_{cb}}{S_{TD1dm}} = 0,095 \cdot \frac{800}{20} = 3,8$$

$$X_{tt} = (X_{\Sigma} + X_{TD1}) \cdot \frac{S_{HTdm} + S_{Gdm}}{S_{cb}} = (0,8 + 3,8) \cdot \frac{20000 + 5.353}{800} = 125$$

> 3

Khi đó:

$$I_{\infty} = I_{N7}(0) = I_{N7}(\infty) = \frac{I_{cb}}{X_{tt}} = \frac{20000 + 5.353}{\sqrt{3}.6,3.125} = 15,96 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích được tính như sau:

$$i_{xkN7} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot I_{N7}(0) = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 15,96 = 40,6 \text{ kA}$$

Máy cắt chọn phải thỏa mãn các điều kiện sau:

Điện áp định mức : $U_{MCdm} \geq 6 \text{ kV}$

Dòng Điện định mức : $I_{MCdm} \geq I_{cb22} = 1,62 \text{ kA}$

Dòng Điện cắt định mức : $I_{Cdm} \geq I_{N5(0)} = 15,96 \text{ kA}$

Dòng Điện ổn định động định mức : $i_{ddm} \geq i_{xkN5} = 40,6 \text{ kA}$

Dựa vào các điều kiện trên ta chọn tủ máy cắt hợp bộ loại 3AF 105-4 của ABB sản xuất có các thông số chính như sau:

Bảng 6-4

Loại máy cắt	U_{dm} , kV	I_{dm} , kA	I_{Cdm} , kA	I_{ddm} , kA
3AF 105-4	7,2	2	31,5	80

CHƯƠNG 3.

CHẾ ĐỘ KHÔNG TOÀN PHA CỦA ĐƯỜNG DÂY SIÊU CAO ÁP 500 kV

3.1. KHÁI NIỆM VỀ CHẾ ĐỘ VẬN HÀNH KHÔNG ĐỐI XỨNG.

Hệ thống điện xoay chiều 3 pha được thiết kế để vận hành trong chế độ đối xứng, là chế độ mà dòng điện và điện áp trong các pha bằng nhau về Modul, góc lệch pha liên tiếp bằng 120^0 . Trên thực tế, do nhiều nguyên nhân dòng điện và điện áp trong các pha thường có trị số biên độ khác nhau và các góc lệch pha khác 120^0 . Nếu sự khác nhau này không lớn thì không gây ảnh hưởng gì đặc biệt cho hệ thống. Tuy nhiên khi sự khác nhau đó đáng kể thì hệ thống sẽ làm việc ở 1 chế độ mới: chế độ không đối xứng.

Có rất nhiều nguyên nhân gây ra chế độ không đối xứng trong hệ thống:

- Do phụ tải: các phụ tải 3 pha thường không đối xứng, các phụ tải 1 pha không bằng nhau ở các pha khác nhau gây ra không đối xứng....
- Do bản thân các phần tử 3 pha của hệ thống được chế tạo hoàn toàn đối xứng như các đường dây tải điện đặt đồng phẳng, đặt trên đỉnh tam giác không đều mà không đảo pha...
- Do áp dụng 1 số chế độ làm việc đặc biệt như chế độ không toàn pha, chế độ 2 pha đất ...
- Do sự cố ngắn mạch không đối xứng ví dụ ngắn mạch 1 pha, ngắn mạch 2 pha, ngắn mạch kèm theo đứt dây... sự khác nhau giữa chế độ không đối xứng gây ra bởi ngắn mạch với các nguyên nhân khác là: không đối xứng gây ra bởi ngắn mạch chỉ tồn tại trong vài giây và được gọi là không đối xứng ngắn hạn

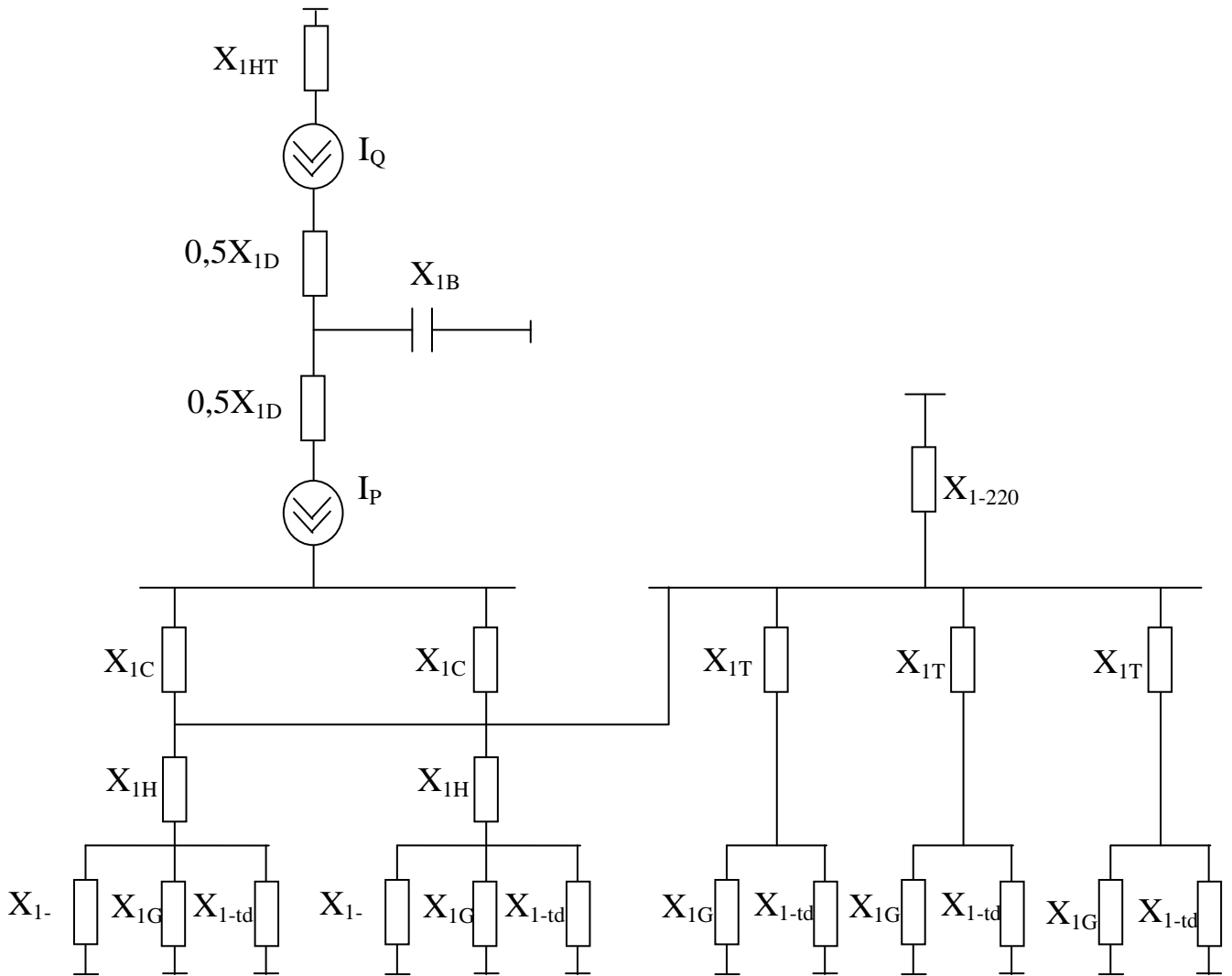
3.2. CHẾ ĐỘ KHÔNG TOÀN PHA KHI CẮT 1 PHA ĐƯỜNG DÂY 500 KV

1. Chế độ riêng khi cắt 1 pha

Để thành lập được sơ đồ thay thế phức hợp tính toán chế độ đứt 1 pha của đường dây 500 kV, ta tiến hành xây dựng các sơ đồ thay thế thứ tự thuận thứ tự nghịch

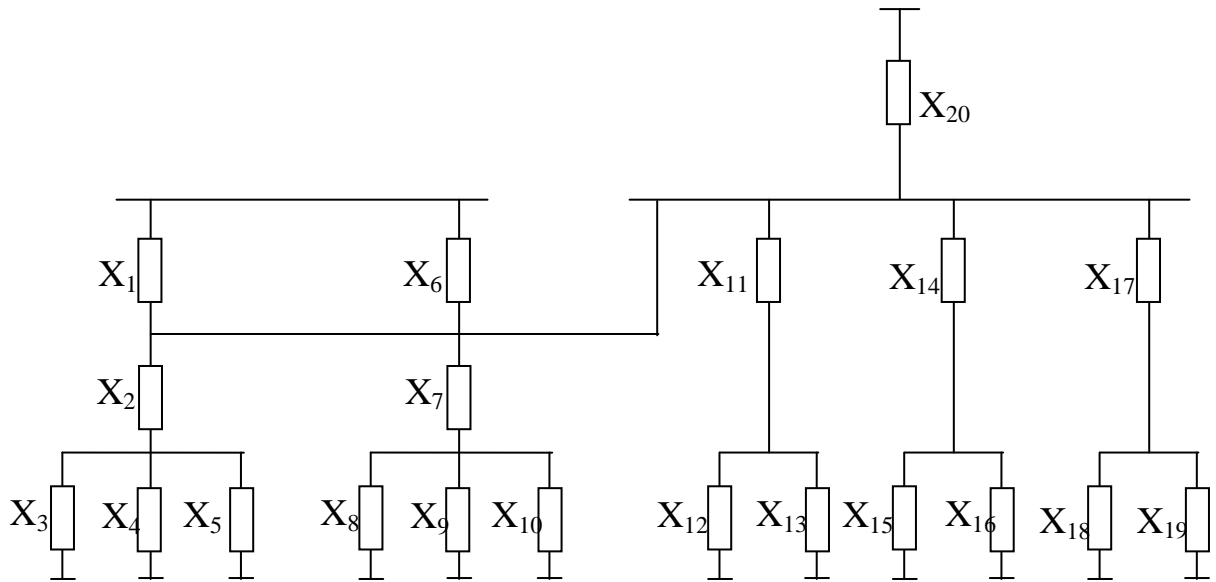
1. Sơ đồ thứ tự thuận :

Sơ đồ thay thế thứ tự thuận trong chế độ riêng khi cắt 1 pha của đường dây 500 kV như hình 3-1. Vì tính toán chế độ riêng nên các sức điện động bằng không



Hình 3-1

Để thuận tiện ta biến đổi tương đương riêng phần sơ đồ nhà máy tính đến thanh góp 500 kV như sau:



Hình 3-2: biến đổi tương đương riêng phần sơ đồ nhà máy đến thanh góp 500 kV

Trong đó:

$$X_1 = X_6 = X_{1C} = 0,095$$

$$X_2 = X_7 = X_{1H} = 0,135$$

$$X_3 = X_8 = X_{1-22} = 46,66$$

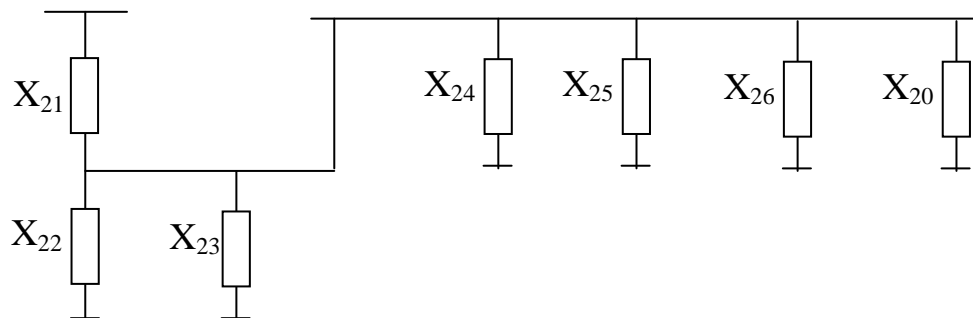
$$X_4 = X_9 = X_{12} = X_{15} = X_{18} = X_{1G} = 4,975$$

$$X_5 = X_{10} = X_{13} = X_{16} = X_{19} = X_{1-td} = 54,4$$

$$X_{11} = X_{14} = X_{17} = X_{2T} = 0,22$$

$$X_{20} = X_{1-220} = 1,024$$

Ghép nối tiếp và song song các nhánh ta được sơ đồ:



Hình 3-3: Ghép nối tiếp và song song các nhánh

Trong đó :

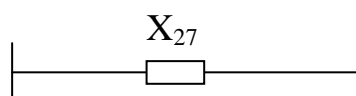
$$X_{21} = \frac{X_1}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$$

$$X_{22} = X_{23} = X_2 + \frac{1}{\frac{1}{X_3} + \frac{1}{X_4} + \frac{1}{X_5}} = 0,135 + \frac{1}{\frac{1}{46,66} + \frac{1}{4,975} + \frac{1}{54,4}} =$$

4,288

$$X_{24} = X_{25} = X_{26} = X_{11} + \frac{X_{12} \cdot X_{13}}{X_{12} + X_{13}} = 0,22 + \frac{4,975 \cdot 54,4}{4,975 + 54,4} = 4,778$$

Tiếp tục biến đổi ta được sơ đồ tối giản của nhà máy như hình 3-4 :



Hình 3-4

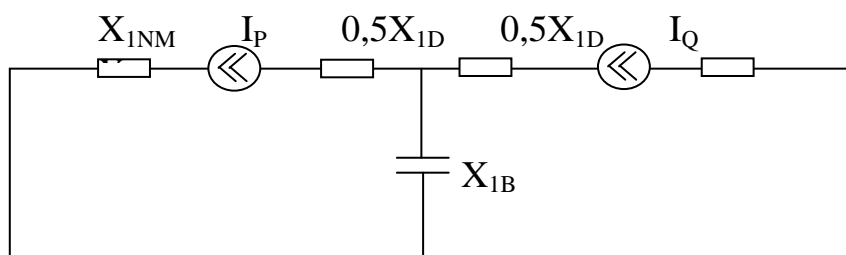
Trong đó

$$X_{27} = X_{21} + \frac{1}{\frac{1}{X_{20}} + \frac{1}{X_{22}} + \frac{1}{X_{23}} + \frac{1}{X_{24}} + \frac{1}{X_{25}} + \frac{1}{X_{26}}} =$$

$$= 0,0475 + \frac{1}{\frac{1}{1,024} + \frac{2}{4,288} + \frac{3}{4,778}} = 0,5303$$

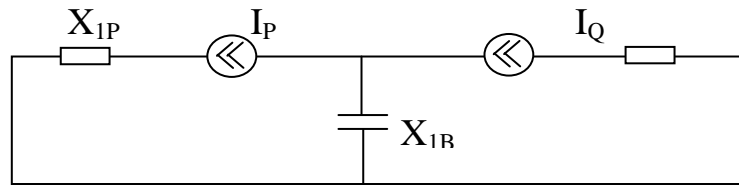
$$X_{INM} = X_{27} = 0,5303$$

Ghép nối phần nhà máy với đường dây 500 kV ta được sơ đồ thay thế thứ tự thuận của chế độ riêng đứt dây như hình 3-5



hình 3-5

Dùng phương pháp dịch chuyển điểm đứt sơ đồ thứ tự thuận trở thành

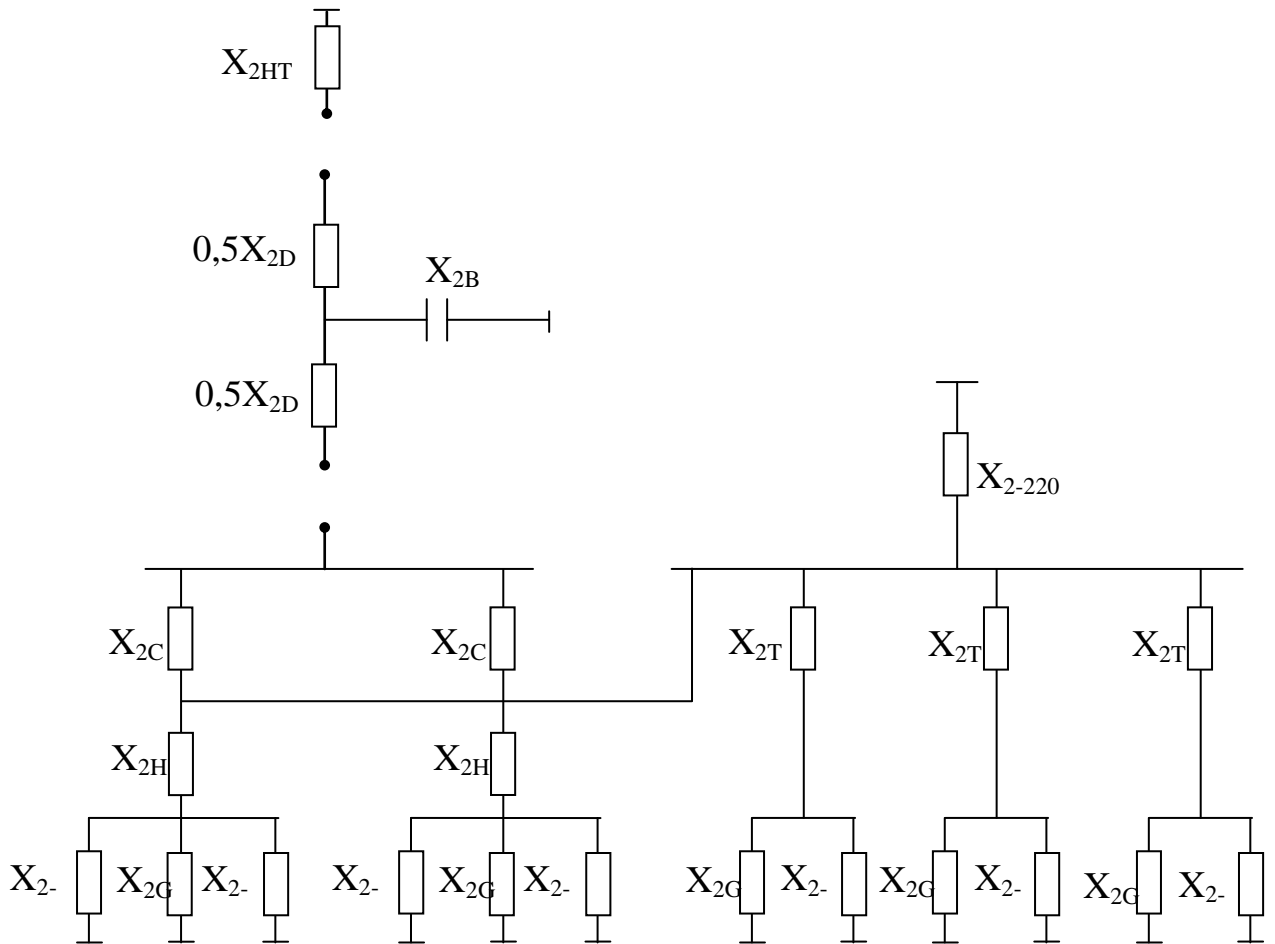


hình 3-6

Trong đó :

$$\left. \begin{aligned} X_{1P} &= X_{1NM} + 0,5 X_{1D} = 0,5303 + 0,079 = 0,6093 \\ X_{1Q} &= X_{1HT} + 0,5 X_{1D} = 0,024 + 0,079 = 0,103 \\ X_{1B} &= - 3,58 \end{aligned} \right\} \quad (9-3)$$

2. Sơ đồ thứ tự nghịch :



Hình 3-7: Sơ đồ thứ tự nghịch

Tương tự như đối với sơ đồ thứ tự thuận, ta biến đổi riêng phần sơ đồ nhà máy tính đến thanh góp 500 kV

Sơ đồ tính toán và các bước biến đổi tương tự như đối với sơ đồ thứ tự thuận:

Đối với hình 3-2, ta có :

$$X_1 = X_6 = X_{2C} = 0,095$$

$$X_2 = X_7 = X_{2H} = 0,135$$

$$X_3 = X_8 = X_{2-22} = 19,06$$

$$X_4 = X_9 = X_{12} = X_{15} = X_{18} = X_{2G} = 0,539$$

$$X_5 = X_{10} = X_{13} = X_{16} = X_{19} = X_{2-td} = 20,4$$

$$X_{11} = X_{14} = X_{17} = X_{2T} = 0,22$$

$$X_{20} = X_{2-220} = 0,384$$

Đối với hình 3-3, ta có :

$$X_{21} = \frac{X_1}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475$$

$$X_{22} = X_{23} = X_2 + \frac{1}{\frac{1}{X_3} + \frac{1}{X_4} + \frac{1}{X_5}} = 0,135 + \frac{1}{\frac{1}{19,06} + \frac{1}{0,539} + \frac{1}{20,4}} =$$

0,646

$$X_{24} = X_{25} = X_{26} = X_{11} + \frac{X_{12} \cdot X_{13}}{X_{12} + X_{13}} = 0,22 + \frac{0,539 \cdot 20,4}{0,539 + 20,4} = 0,7451$$

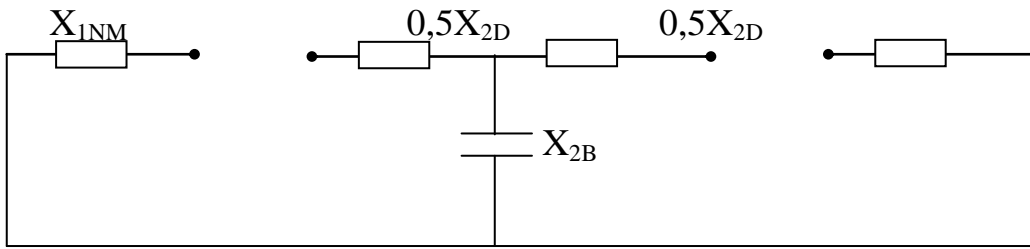
Đối với hình 3-4, ta có :

$$X_{27} = X_{21} + \frac{1}{\frac{1}{X_{20}} + \frac{1}{X_{22}} + \frac{1}{X_{23}} + \frac{1}{X_{24}} + \frac{1}{X_{25}} + \frac{1}{X_{26}}} =$$

$$= 0,0475 + \frac{1}{\frac{1}{0,384} + \frac{2}{0,646} + \frac{3}{0,7451}} = 0,1503$$

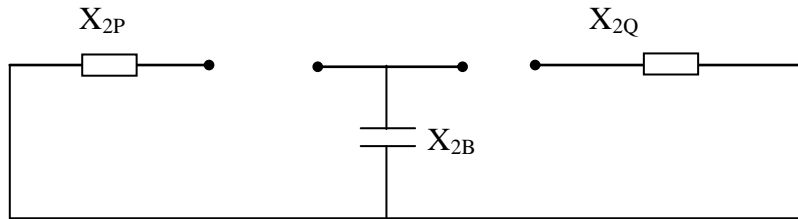
$$X_{INM} = X_{27} = 0,1503$$

Ghép nối phần nhà máy với đường dây 500 kV ta được sơ đồ thay thế thứ tự nghịch của chế độ riêng đứt dây như hình 3-8:



Hình 3-8: sơ đồ thay thế thứ tự nghịch

Dùng phương pháp dịch chuyển điểm đứt sơ đồ thứ tự nghịch trở thành :



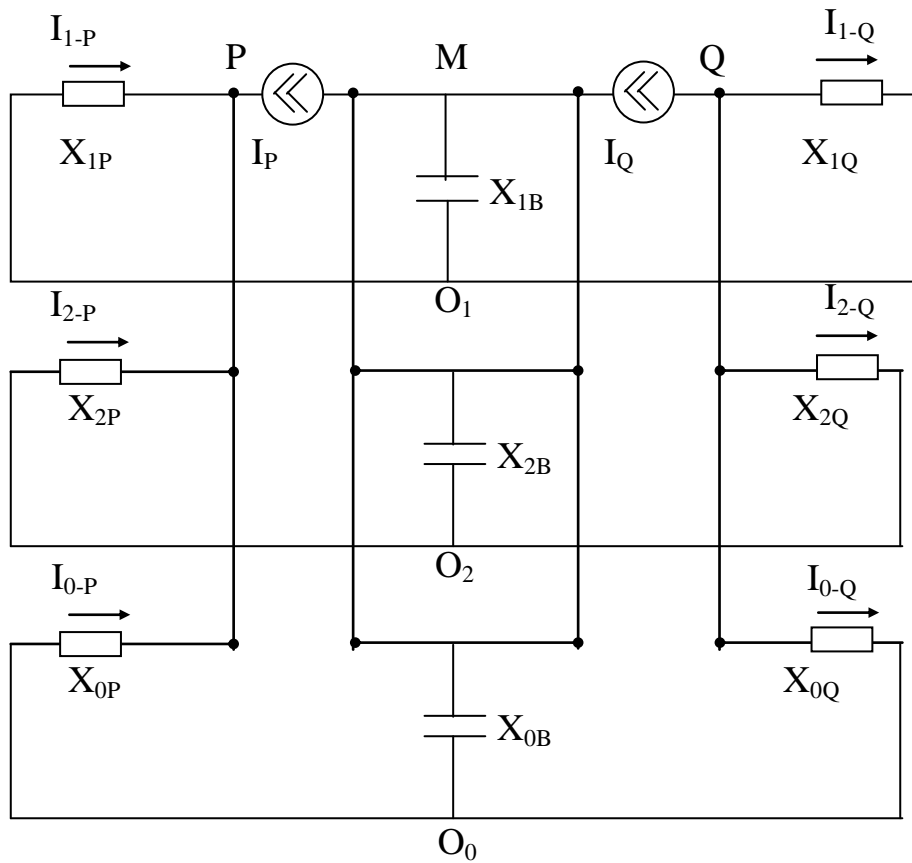
hình 3-9

Trong đó :

$$\left. \begin{aligned} X_{2P} &= X_{2NM} + 0,5 X_{2D} = 0,1503 + 0,079 = 0,2293 \\ X_{2Q} &= X_{2HT} + 0,5 X_{2D} = 0,024 + 0,079 = 0,103 \\ X_{2B} &= - 3,58 \end{aligned} \right\} \quad (9-4)$$

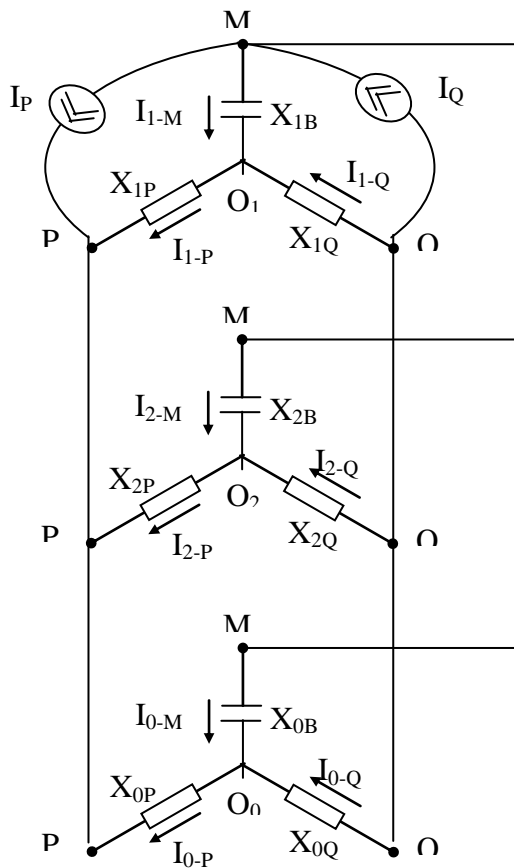
3. Sơ đồ thay thế phức hợp chế độ riêng đứt dây.

Dựa vào sơ đồ thứ tự thuận, thứ tự nghịch ta có sơ đồ thay thế phức hợp tính chế độ riêng đứt dây 1 pha như hình 3-10:

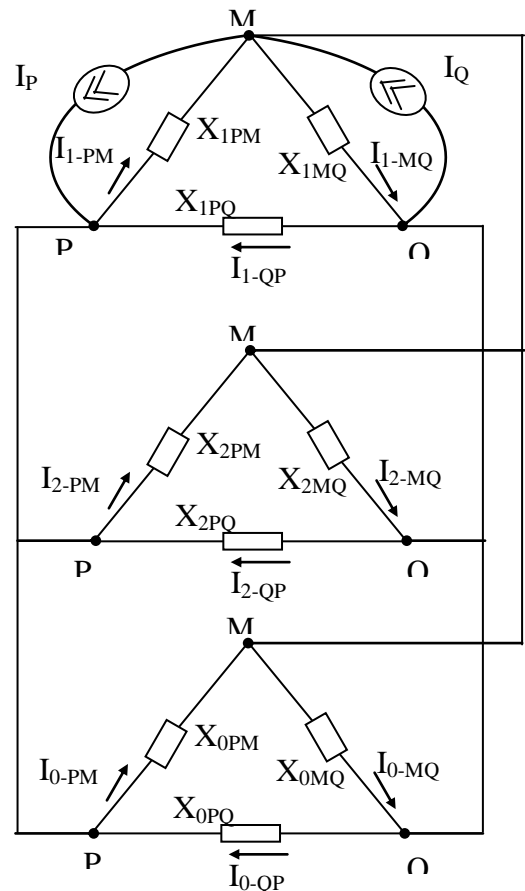


hình 3-10: sơ đồ thay thế phức hợp

Ta có thể vẽ lại sơ đồ phức hợp thay thế dưới dạng các hình sao tổng trở như hình 3-11a. Sau đó dùng phép biến đổi sao tam giác ta được hình 3-11b



Hình 3-11a



hình 3-11b

Trong đó :

$$X_{1PM} = X_{1P} + X_{1B} + \frac{X_{1P} \cdot X_{1B}}{X_{1Q}} = 0,6093 - 3,58 - \frac{0,6093 \cdot 3,58}{0,103} = - 24,148$$

$$X_{1MQ} = X_{1B} + X_{1Q} + \frac{X_{1B} \cdot X_{1Q}}{X_{1P}} = - 3,58 + 0,103 - \frac{0,103 \cdot 3,58}{0,6093} = - 4,0822$$

$$X_{1PQ} = X_{1P} + X_{1Q} + \frac{X_{1P} \cdot X_{1Q}}{X_{1B}} = 0,6093 + 0,103 - \frac{0,6093 \cdot 0,103}{3,58} =$$

0,6948

$$X_{2PM} = X_{2P} + X_{2B} + \frac{X_{2P} \cdot X_{2B}}{X_{2Q}} = 0,2293 - 3,58 - \frac{0,2293 \cdot 3,58}{0,103} = - 11,321$$

$$X_{2MQ} = X_{2B} + X_{2Q} + \frac{X_{2B} \cdot X_{2Q}}{X_{2P}} = -3,58 + 0,103 - \frac{0,103 \cdot 3,58}{0,2293} = -5,0851$$

$$X_{2PQ} = X_{2P} + X_{2Q} + \frac{X_{2P} \cdot X_{2Q}}{X_{2B}} = 0,2293 + 0,103 - \frac{0,2293 \cdot 0,103}{3,58} = 0,3257$$

$$X_{0PM} = X_{0P} + X_{0B} + \frac{X_{0P} \cdot X_{0B}}{X_{0Q}} = 0,4527 - 3,58 - \frac{0,4527 \cdot 3,58}{0,3748} = -7,541$$

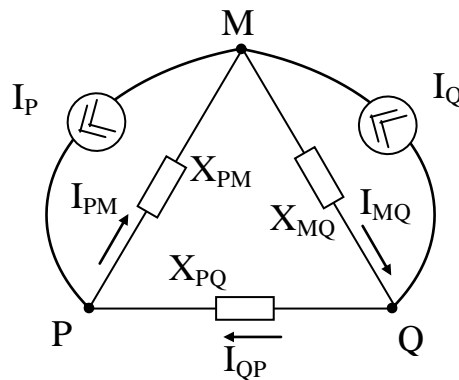
$$X_{0MQ} = X_{0B} + X_{0Q} + \frac{X_{0B} \cdot X_{0Q}}{X_{0P}} = -3,58 + 0,3748 - \frac{0,3748 \cdot 3,58}{0,4527} = -$$

6,1692

$$X_{0PQ} = X_{0P} + X_{0Q} + \frac{X_{0P} \cdot X_{0Q}}{X_{0B}} = 0,4527 + 0,3748 - \frac{0,4527 \cdot 0,3748}{3,58} =$$

0,7801

Ta nhận thấy các cạnh tương ứng của các tam giác tổng trở trong hình 3-11b song song với nhau, do đó có thể rút gọn thành



hình 3-12

Trong đó :

$$X_{PM} = \frac{1}{\frac{1}{X_{1PM}} + \frac{1}{X_{2PM}} + \frac{1}{X_{0PM}}} = \frac{-1}{\frac{1}{24,148} + \frac{1}{11,321} + \frac{1}{7,451}} = -3,7886$$

$$X_{MQ} = \frac{1}{\frac{1}{X_{1MQ}} + \frac{1}{X_{2MQ}} + \frac{1}{X_{0MQ}}} = \frac{-1}{\frac{1}{4,0822} + \frac{1}{5,0851} + \frac{1}{6,1692}} = -1,6564$$

$$X_{PQ} = \frac{1}{\frac{1}{X_{1PQ}} + \frac{1}{X_{2PQ}} + \frac{1}{X_{0PQ}}} = \frac{1}{\frac{1}{0,6948} + \frac{1}{0,3257} + \frac{1}{0,7801}} = 0,1727$$

Từ sơ đồ hình 3-12 ta viết các phương trình kiết-hộp 1 và 2 cho mạch như sau:

$$\text{Đối với nút M : } I_{PM} - I_{MQ} = I_P - I_Q \quad (9-6)$$

$$\text{Đối với nút P : } I_{PM} - I_{QP} = I_P \quad (9-7)$$

Đối với mạch vòng P-M-Q:

$$I_{PM} \cdot X_{PM} + I_{MQ} \cdot X_{MQ} = - I_{QP} \cdot X_{PQ} \quad (9-8)$$

Từ phương trình (9-6) ta rút ra :

$$I_{MQ} = I_{PM} + I_Q - I_P \quad (9-9)$$

Từ phương trình (9-7) ta rút ra :

$$I_{QP} = I_{PM} - I_P \quad (9-10)$$

Thay các biểu thức (9-9) và (9-10) vào phương trình (9-8) ta được :

$$I_{PM} \cdot X_{PM} + (I_{PM} + I_Q - I_P) X_{MQ} = - (I_{PM} - I_P) X_{PQ}$$

Từ đó rút ra:

$$I_{PM} (X_{PM} + X_{MQ} + X_{PQ}) = I_P (X_{PQ} + X_{MQ}) - I_Q \cdot X_{MQ}$$

Cuối cùng ta có :

$$I_{PM} = I_P \cdot \frac{X_{PQ} + X_{MQ}}{X_{PQ} + X_{MQ} + X_{PM}} - I_Q \frac{X_{MQ}}{X_{PQ} + X_{PM} + X_{MQ}}$$

Thay số với các điện kháng vừa tính được ở trên và I_P , I_Q từ (9-1) , (9-2), ta có :

$$I_{PM} = 0,2814 \cdot I_P - 0,3123 \cdot I_Q = - 0,0291 + j 0,0384 \quad (9-11)$$

Thay vào (9-9) và (9-10) ta được:

$$I_{MQ} = - 0,7186 \cdot I_P + 0,6877 \cdot I_Q = - 0,0291 - j 0,0268 \quad (9-12)$$

$$I_{QP} = - 0,7186 \cdot I_P - 0,3123 \cdot I_Q = - 0,9719 + j 0,6227 \quad (9-13)$$

Tính dòng điện trong các nhánh tam giác của sơ đồ hình 3-11b :

Nhánh PM :

$$\begin{aligned} \text{Đặt } X_{PM\Sigma} &= X_{1PM} \cdot X_{2PM} + X_{2PM} \cdot X_{0PM} + X_{0PM} \cdot X_{1PM} = \\ &= (24,148 \cdot 11,321 + 11,321 \cdot 7,451 + 7,451 \cdot 24,148) = \\ &537,644 \end{aligned}$$

Ta có :

$$I_{1-PM} = I_{PM} \cdot \frac{X_{2PM} \cdot X_{0PM}}{X_{PM\Sigma}} = (-0,0291 + j 0,0384) \cdot \frac{11,321 \cdot 7,451}{537,644} = -0,0046 + j 0,006$$

$$I_{2-PM} = I_{PM} \cdot \frac{X_{1PM} \cdot X_{0PM}}{X_{PM\Sigma}} = (-0,0291 + j 0,0384) \cdot \frac{24,148 \cdot 7,451}{537,644} = -0,0097 + j 0,0129$$

$$I_{0-PM} = I_{PM} \cdot \frac{X_{1PM} \cdot X_{2PM}}{X_{PM\Sigma}} = (-0,0291 + j 0,0384) \cdot \frac{24,148 \cdot 11,321}{537,644} = -0,0148 + j 0,0195$$

Nhánh MQ :

$$\begin{aligned} \text{Đặt } X_{MQ\Sigma} &= X_{1MQ} \cdot X_{2MQ} + X_{2MQ} \cdot X_{0MQ} + X_{0MQ} \cdot X_{1MQ} = \\ &= (4,0822 \cdot 5,0851 + 5,0851 \cdot 6,1692 + 6,1692 \cdot 4,0822) = 77,313 \end{aligned}$$

Ta có:

$$I_{1-MQ} = I_{MQ} \cdot \frac{X_{2MQ} \cdot X_{0MQ}}{X_{MQ\Sigma}} = (-0,0291 - j 0,0268) \cdot \frac{5,0851 \cdot 6,1692}{77,313} = -0,0118 - j 0,0109$$

$$I_{2-MQ} = I_{MQ} \cdot \frac{X_{1MQ} \cdot X_{0MQ}}{X_{MQ\Sigma}} = (-0,0291 - j 0,0268) \cdot \frac{4,0822 \cdot 6,1692}{77,313} = -0,0095 - j 0,0087$$

$$I_{0-MQ} = I_{MQ} \cdot \frac{X_{1MQ} \cdot X_{2MQ}}{X_{MQ\Sigma}} = (-0,0291 - j 0,0268) \cdot \frac{4,0822 \cdot 5,0851}{77,313} = -0,0078 - j 0,0072$$

Nhánh PQ :

$$\begin{aligned} \text{Đặt } X_{PQ\Sigma} &= X_{1PQ} \cdot X_{2PQ} + X_{2PQ} \cdot X_{0PQ} + X_{0PQ} \cdot X_{1PQ} = \\ &= (0,6948 \cdot 0,3257 + 0,3257 \cdot 0,780 + 0,7801 \cdot 0,6948) = \\ &1,0224 \end{aligned}$$

Ta có

$$\begin{aligned} I_{1-QP} &= I_{QP} \cdot \frac{X_{2PQ} \cdot X_{0PQ}}{X_{PQ\Sigma}} = (-0,9719 + j 0,6227) \cdot \frac{0,3257 \cdot 0,7801}{1,0224} = -0,2415 + j \\ &0,1548 \\ &= e^{-j 0,570} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{2-QP} &= I_{QP} \cdot \frac{X_{1PQ} \cdot X_{0PQ}}{X_{PQ\Sigma}} = (-0,9719 + j 0,6227) \cdot \frac{0,6948 \cdot 0,7801}{1,0224} = -0,5153 + j \\ &0,3301 \\ &= e^{-j 0,56973} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{0-QP} &= I_{QP} \cdot \frac{X_{1PQ} \cdot X_{2PQ}}{X_{PQ\Sigma}} = (-0,9719 + j 0,6227) \cdot \frac{0,6948 \cdot 0,3257}{1,0224} = -0,2151 + j \\ &0,1378 \\ &= e^{-j 0,56976} \end{aligned}$$

Dòng điện trong các nhánh hình sao của sơ đồ hình 3-11a được tính như sau:

$$\begin{aligned} I_{1-P} &= - (I_{1-PM} - I_{1-QP}) = - (-0,0046 + j 0,006 + 0,2415 - j 0,1548) = \\ &= -0,2369 + j 0,1487 = e^{-j 0,5605} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{2-P} &= - (I_{2-PM} - I_{2-QP}) = - (-0,0097 + j 0,0129 + 0,5153 - j 0,3301) = \\ &= -0,5055 + j 0,3173 = e^{-j 0,5605} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{0-P} &= - (I_{0-PM} - I_{0-QP}) = - (-0,0148 + j 0,0195 + 0,2151 - j 0,1378) = \\ &= -0,2003 + j 0,1183 = e^{-j 0,5334} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{1-Q} &= - (I_{1-MQ} - I_{1-QP}) = - (-0,0118 - j 0,0109 + 0,2415 - j 0,1548) = \\ &= -0,2297 + j 0,1656 = e^{-j 0,6246} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{2-Q} &= - (I_{2-MQ} - I_{2-QP}) = - (-0,0095 - j 0,0087 + 0,5153 - j 0,3301) = \\ &= -0,5058 + j 0,3389 = e^{-j 0,5903} \end{aligned}$$

$$I_{0-Q} = - (I_{0-MQ} - I_{0-QP}) = - (- 0,0078 - j 0,0072 + 0,2151 - j 0,1378) = \\ = - 0,2073 + j 0,1450 = e^{-j 0,6103}$$

$$I_{1-M} = - (I_{1-PM} - I_{1-MQ}) = - (- 0,0046 + j 0,006 + 0,0118 + j 0,0109) = \\ = - 0,0073 - j 0,0169 = e^{-j 1,16305}$$

$$I_{2-M} = - (I_{2-PM} - I_{2-MQ}) = - (- 0,0097 + j 0,0129 + 0,0095 + j 0,0087) = \\ = 0,0003 - j 0,0216 = e^{j 1,5569}$$

$$I_{0-M} = - (I_{0-PM} - I_{0-MQ}) = - (- 0,0148 + j 0,0195 + 0,0078 + j 0,0072) = \\ = 0,007 - j 0,0267 = e^{j 1,3143}$$

Trong chế độ đứt 1 pha, dòng các điện thành phần đối xứng được xếp chồng từ chế độ riêng và chế độ bình thường. Trong chế độ bình thường chỉ có dòng điện thứ tự thuận do đó, dòng điện toàn phần được tính toán như sau:

Đầu đường dây :

$$I_{1-\text{đầu}} = I_{1-P} + I_P = - 0,2369 + j 0,1487 + 0,9428 - j 0,5843 = \\ = 0,7059 - j 0,4356 = e^{j 0,5528}$$

$$I_{2-\text{đầu}} = I_{2-P} = - 0,5055 + j 0,3173 = e^{-j 0,5605}$$

$$I_{0-\text{đầu}} = I_{0-P} = - 0,2003 + j 0,1183 = e^{-j 0,5334}$$

Cuối đường dây :

$$I_{1-\text{cuối}} = I_{1-Q} + I_Q = - 0,2297 + j 0,1656 + 0,9428 - j 0,6495 = \\ = 0,7131 - j 0,4839 = e^{j 0,5962}$$

$$I_{2-\text{cuối}} = I_{2-Q} = - 0,5058 + j 0,3389 = e^{-j 0,5903}$$

$$I_{0-\text{cuối}} = I_{0-Q} = - 0,2073 + j 0,1450 = e^{-j 0,6103}$$

4. Đánh giá kết quả :

Từ kết quả trên ta thấy, khi xảy ra đứt 1 pha dòng điện thứ tự thuận trong các pha giảm đi và xuất hiện dòng điện thứ tự nghịch có trị số đáng kể làm cho dòng điện tổng hợp trong các pha còn lại tăng lên.

Dòng điện lớn nhất trên các pha của đường dây ở chế độ đứt 1 pha trong đơn vị có tên bằng :

$$I_{B\max} = 1,3299 \cdot \frac{800}{\sqrt{3 \cdot 525}} = 1,17 \text{ kA}$$

$$I_{C\max} = 1,3349 \cdot \frac{800}{\sqrt{3 \cdot 525}} = 1,174 \text{ kA}$$

So với chế độ bình thường $I_{bt} = 0,976 \text{ kA}$, các dòng điện này tăng 1 lượng là:

$$I_B\% = \frac{I_{B\max} - I_{bt}}{I_{bt}} = \frac{1,17 - 0,976}{0,976} \cdot 100 = 19,9\%$$

$$I_C\% = \frac{I_{C\max} - I_{bt}}{I_{bt}} = \frac{1,174 - 0,976}{0,976} \cdot 100 = 20,3\%$$

Tuy nhiên so với dòng điện làm việc cho phép của đường dây là 1,976 kA thì dây dẫn các pha vẫn không bị quá tải.

3.3. CHẾ ĐỘ KHÔNG TOÀN PHA KHI CẮT 2 PHA ĐƯỜNG DÂY

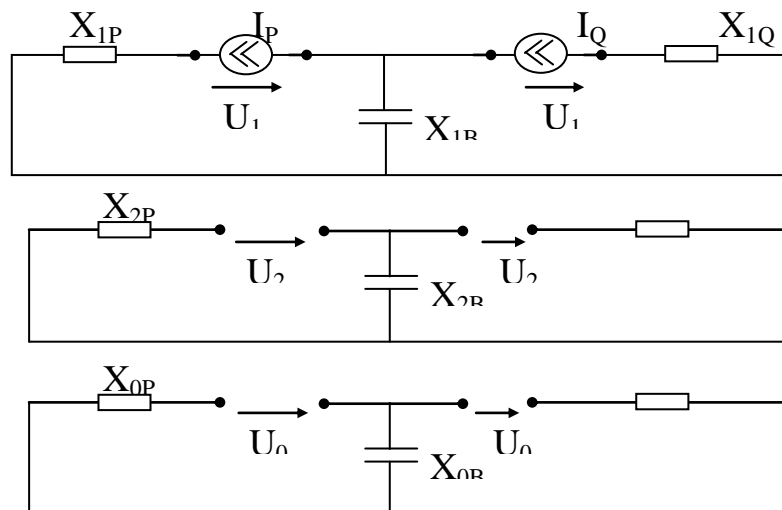
500kv

1. Chế độ riêng khi cắt 2 pha

a. Sơ đồ thứ tự thuận mở rộng

Để tìm dòng và áp trên đường dây trong chế độ riêng đứt 2 pha, ta dùng phương pháp sơ đồ thứ tự thuận mở rộng. Sơ đồ thay thế thứ tự thuận, thứ tự nghịch và thứ tự không của hệ thống đã được tính toán ở phần trên như hình

3-13:



Hình 3-13: Sơ đồ thứ tự thuận mở rộng

Trong đó:

$$X_{1P} = 0,6093 ; X_{1Q} = 0,103 \quad ; X_{1B} = - 3,58$$

$$X_{2P} = 0,2293 ; X_{2Q} = 0,103 \quad ; X_{2B} = - 3,58$$

$$X_{0P} = 0,4527 ; X_{0Q} = 0,3748 \quad ; X_{0B} = - 3,58$$

Ta có phương trình điều kiện bờ tại chỗ đứt như sau:

$$U_{1P} = - (U_{2P} + U_{0P}) \quad (9-14)$$

$$U_{1Q} = - (U_{2Q} + U_{0Q}) \quad (9-15)$$

Phương trình cân bằng điện áp viết ở đầu đường dây như sau:

$$- U_{2P} = I_{2P} \cdot X_{2P} + (I_{2Q} - I_{2P}) \cdot X_{2B}$$

$$- U_{0P} = I_{0P} \cdot X_{0P} + (I_{0Q} - I_{0P}) \cdot X_{0B}$$

Thay các phương trình này vào (9-13) ta có:

$$U_{1P} = I_{1P} (X_{2P} + X_{0P}) + (I_{1P} - I_{1Q}) (X_{2B} + X_{0B}) \quad (9-16)$$

Tương tự ta thay các phương trình cân bằng điện áp vào (9-15) ta được:

$$U_{1Q} = I_{1Q} (X_{2Q} + X_{0Q}) - (I_{1P} - I_{1Q}) (X_{2B} + X_{0B}) \quad (9-17)$$

$$\text{Đặt } X_{2P} + X_{0P} = X'_{1P}$$

$$X_{2Q} + X_{0Q} = X'_{1Q}$$

$$X_{2B} + X_{0B} = X'_{1B}$$

Khi đó (9-16) và (9-17) trở thành :

$$U_{1P} = I_{1P} \cdot X'_{1P} + (I_{1P} - I_{1Q}) X'_{1B}$$

$$U_{1Q} = I_{1Q} \cdot X'_{1Q} - (I_{1P} - I_{1Q}) X'_{1B}$$

Trong đó :

$$X_{1P} = 0,6093 ; X_{1Q} = 0,103 ; X_{1B} = - 3,58$$

$$X'_{1P} = X_{2P} + X_{0P} = 0,2293 + 0,4527 = 0,6820$$

$$X'_{1Q} = X_{2Q} + X_{0Q} = 0,103 + 0,3748 = 0,4778$$

$$X'_{1B} = X_{2B} + X_{0B} = - 3,58 - 3,58 = - 7,16$$

Ta viết phương trình kiết-khớp cho mạch như sau:

$$\left. \begin{aligned}
 I_{1P} - I'_{1P} &= -I_P \\
 I_{1Q} + I'_{1Q} &= -I_Q \\
 I_{1P} \cdot X_{1P} + I'_{1P} \cdot X'_{1P} + (I'_{1P} + I'_{1Q})X'_{1B} + (I_{1P} - I_{1Q})X_{1B} &= 0 \\
 I_{1Q} \cdot X_{1Q} - I'_{1Q} \cdot X'_{1Q} + (-I'_{1P} - I'_{1Q})X'_{1B} + (I_{1Q} - I_{1P})X_{1B} &= 0
 \end{aligned} \right\} (9-18)$$

Biến đổi 2 phương trình dưới ta đưa hệ 9-18 về dạng sau:

$$\left. \begin{aligned}
 I_{1P} - I'_{1P} &= -I_P \\
 I_{1Q} + I'_{1Q} &= -I_Q \\
 I_{1P} \cdot (X_{1P} + X_{1B}) - I_{1Q} \cdot X_{1B} + I'_{1P} \cdot (X'_{1P} + X'_{1B}) + I'_{1Q} \cdot X'_{1B} &= 0 \\
 -I_{1P} \cdot X_{1B} + I_{1Q} \cdot (X_{1Q} + X_{1B}) - I'_{1P} \cdot X'_{1B} - I'_{1Q} \cdot (X'_{1B} + X'_{1Q}) &= 0
 \end{aligned} \right\} (9-19)$$

Thay số vào (9-19) ta được:

$$\left. \begin{aligned}
 I_{1P} - I'_{1P} &= -0,9428 + j 0,5843 \\
 I_{1Q} + I'_{1Q} &= -0,9428 + j 0,6495 \quad (9-21) \\
 -2,9707I_{1P} + 3,58I_{1Q} - 6,478I'_{1P} - 7,16I'_{1Q} &= 0 \\
 3,58I_{1P} - 3,477I_{1Q} + 7,16I'_{1P} + 6,6822I'_{1Q} &= 0
 \end{aligned} \right\} (9-20)$$

Hay viết dưới dạng ma trận 9-20 trở thành:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ -2,9707 & 3,58 & -6,478 & -7,16 \\ 3,58 & -3,477 & 7,16 & 6,6822 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1P} \\ I_{1Q} \\ I'_{1P} \\ I'_{1Q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,9428 + j 0,5843 \\ -0,9428 + j 0,6495 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (9-21)$$

Dùng phép loại trừ Gauss ta loại trừ dần các ẩn trong hệ 9-21 với các bước biến đổi như sau:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 3,58 & -9,4487 & -7,16 \\ 0 & 3,477 & 10,74 & 6,6822 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1P} \\ I_{1Q} \\ I'_{1P} \\ I'_{1Q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -0,9428 + j 0,6495 \\ -2,8008 + j 1,7358 \\ 3,3752 - j 2,0918 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -9,4487 & -10,74 \\ 0 & 0 & 10,74 & 10,1592 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1P} \\ I_{1Q} \\ I'_{1P} \\ I'_{1Q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0,5744 - j.0,5905 \\ 0,0971 + j.0,1676 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2,0486 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1P} \\ I_{1Q} \\ I'_{1P} \\ I'_{1Q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0,7501 - j.0,5037 \end{bmatrix}$$

Cuối cùng ta có :

$$I'_{1Q} = \frac{0,7501 - j.0,5037}{-2,0486} = -0,3661 + j.0,2459 = e^{-j.0,5914}$$

$$I'_{1P} = \frac{(0,5744 - j.0,5905) + 10,74I'_{1Q}}{-10,74} =$$

$$= \frac{(0,5744 - j.0,5905) + 10,74(-0,3661 + j.0,2459)}{-10,74} = 0,3554 - j.0,2170 = e^{j.0,5481}$$

0.5481

$$I_{1P} = I'_{1P} - I_P = (0,3554 - j.0,2170) - (0,9428 - j.0,5843) = -0,5874 + j.0,3673 = e^{-j.0,5588}$$

$$I_{1Q} = -I'_{1Q} - I_Q = (0,3661 - j.0,2459) - (0,9428 - j.0,6495) = -0,5757 + j.0,4040 = e^{-j.0,6119}$$

Như vậy các dòng điện thứ tự thuận nghịch và không ở đầu và cuối đường dây trong chế độ đứt 2 dây đều bằng nhau và bằng I_{1P} , I_{1Q}

Trong chế độ đứt 2 pha dòng các điện thành phần đối xứng được xếp chồng từ chế độ riêng và chế độ bình thường. Trong chế độ bình thường chỉ có dòng điện thứ tự thuận do đó dòng điện toàn phần được tính như sau:

Đầu đường dây:

$$I_{1-\text{đầu}} = I_{1P} + I_P = -0,5874 + j.0,3673 + 0,9428 - j.0,5843 =$$

$$= 0,3554 - j 0,2170 = e^{j 0,5481}$$

$$I_{2\text{-đầu}} = I_{0\text{-đầu}} = I_{1\text{-đầu}} = 0,3554 - j 0,2170 = e^{j 0,5481}$$

Cuối đường dây:

$$I_{1\text{-cuối}} = I_{1Q} + I_Q = -0,5757 + j 0,4040 + 0,9428 - j 0,6495 =$$

$$= 0,3661 - j 0,2459 = e^{j 0,5914}$$

$$I_{2\text{-cuối}} = I_{0\text{-cuối}} = I_{1\text{-cuối}} = 0,3661 - j 0,2459 = e^{j 0,5914}$$

b. Nhận xét

Theo kết quả tính toán khảo sát các chế độ không toàn pha của đường dây 500 kV bao gồm chế độ đứt 1 pha và 2 pha, ta rút ra những nhận xét sau:

- Khi đường dây tải công suất cực đại, vận hành chế độ không toàn pha không làm quá tải các pha còn lại nhưng lại làm xuất hiện dòng điện thứ tự nghịch trong máy phát điện với trị số lớn hơn giá trị cho phép.
- Giảm công suất truyền tải trên đường dây 500 kV làm giảm dòng điện thứ tự nghịch và sự chênh lệch dòng điện trong các pha dẫn tới việc truyền tải công suất quá nhỏ trên đường dây 500 kV. Điều đó là không kinh tế và có thể gây quá điện áp cho đường dây khi phụ tải cực tiểu.

Vì vậy để đảm bảo các điều kiện vận hành bình thường của máy phát điện, không cho phép đường dây 500 kV vận hành trong chế độ không toàn pha.

KẾT LUẬN

Sau thời gian 3 tháng làm đồ án với sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo: **GS. TSKH Thân Ngọc Hoàn**. Em đã hoàn thành đề tài được giao : **“Thiết kế phần điện cho nhà máy Nhiệt Điện Uông Bí công suất 1500 MW, và khảo sát quá trình không đối xứng của đường dây siêu cao áp 500 kV”**.

Quá trình thực hiện đồ án đã giúp em củng cố lại những kiến thức mà mình đã học. Ngoài ra qua quá trình tìm hiểu thực tế bên ngoài để hoàn thành đồ án đã giúp em có thêm những kiến thức thực tế rất quý báu. Đề tài em đã giải quyết được những vấn đề sau:

1. Đề xuất phương án nối dây tính toán tổn thất điện năng
2. Chọn sơ đồ và thiết bị phân phối chính cho mạch tự dùng
3. Tổng quan về chế độ vận hành không đối xứng đường dây siêu cao áp 500 kV

Với thời gian làm đồ án ngắn và do kiến thức còn yếu nên em còn có những thiếu sót nhất định. Vì vậy, em rất mong được sự góp ý, bổ sung của các thầy cô giáo để đồ án của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn !

Hải phòng, ngày ... tháng ... năm 2011

Sinh viên thực hiện

Lý Huy Chính

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Hồng Quang - Vũ Văn Tâm (2001), *Thiết kế cấp điện*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
2. Nguyễn Công Hiền (1974), *Cung cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
3. Nguyễn Xuân Phú - Tô Đăng (1996), *Khí cụ điện-Kết cấu sử dụng và sửa chữa*, Nhà xuất bản Khoa học.
4. Nguyễn Xuân Phú – Nguyễn Công Hiền – Nguyễn Bội Khuê (2000), *Cung Cấp Điện*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
5. Nguyễn Trọng Thắng (2002), *Giáo trình máy điện đặc biệt*, Nhà xuất bản Đại Học Quốc gia Thành Phố Hồ Chí Minh.
6. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn (2005), *Máy Điện*, Nhà xuất bản Xây Dựng.
7. PGS.TS Phạm Đức Nguyên (2006), *Thiết kế chiếu sáng*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
8. Phạm Văn Chới (2005),*Khí Cụ Điện*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
9. Ngô Hồng Quang (2002), *Sổ tay và lựa chọn tra cứu thiết bị điện từ 0,4 – 500kV*, NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.