

PHẦN 1: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ NHÀ MÁY ĐIỆN

CHƯƠNG 1

TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT

Tính toán phụ tải và cân bằng công suất là một phần rất quan trọng trong nhiệm vụ thiết kế đồ án tốt nghiệp. Nó quyết định tính đúng, sai của toàn bộ quá trình tính toán sau. Ta sẽ tiến hành tính toán cân bằng công suất theo công suất biểu kiến S dựa vào đồ thị phụ tải các cấp điện áp hàng ngày vì hệ số công suất các cấp không giống nhau.

1.1. CHỌN MÁY PHÁT ĐIỆN.

Nhà máy điện gồm bốn máy phát, công suất mỗi máy là 60MW. Ta sẽ chọn các máy phát cùng loại, điện áp định mức bằng 10,5 KV.

Bảng tham số máy phát điện.

Bảng 1.1

Loại máy phát	Thông số định mức						Điện kháng tương đối		
	n v/ph	S MVA	P MW	U KV	cosφ	I KA	X''_d	X'_d	X_d
TBΦ-60-2	3000	75	60	10.5	0.8	4.125	0.146	0.22	1.691

1.2. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI VÀ CÂN BẰNG CÔNG SUẤT

1.2.1. Cấp điện áp máy phát

Ta tính theo công thức

$$P_{UF(t)} = \frac{P\%(t)}{100} P_{UF \max}$$

$$S_{UF(t)} = \frac{P_{UF(t)}}{\cos \varphi}$$

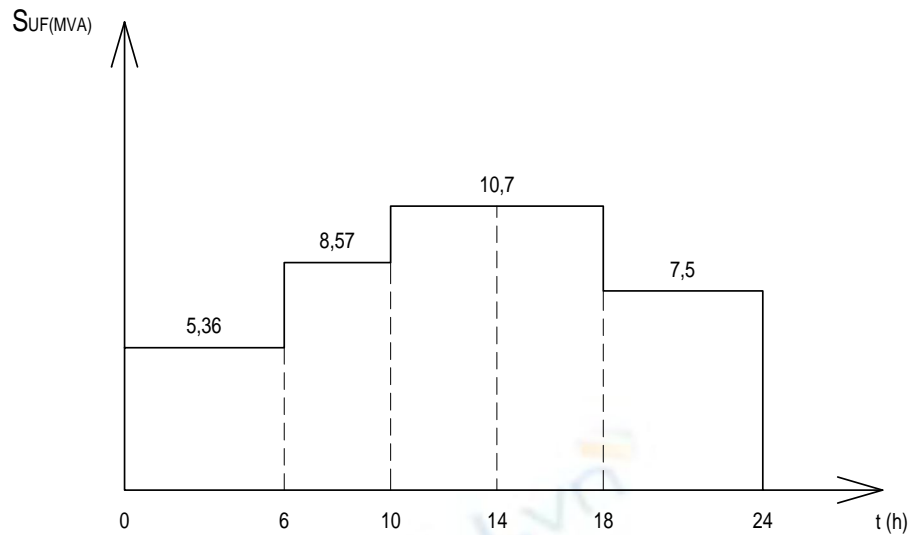
$$P_{\max} = 9 \text{ MW}, \cos \varphi = 0,84, U_{dm} = 10,5 \text{ KV}$$

Do đó ta có bảng biến thiên công suất và đồ thị phụ tải như sau:

Bảng 1.2

Thời gian (h)	0-6	6-10	10-14	14-18	18-24
P (%)	50	80	100	100	70
S_{UF} (MVA)	5,36	8,57	10,7	10,7	7,5

Đồ thị phụ tải cấp điện áp máy phát



1.2.2. Cấp điện áp trung (110KV)

Phụ tải bên trung gồm 2 đường dây kép và 1 đường dây đơn

$$P_{\max} = 120 \text{ MW}, \cos\varphi = 0,8$$

Công thức tính:

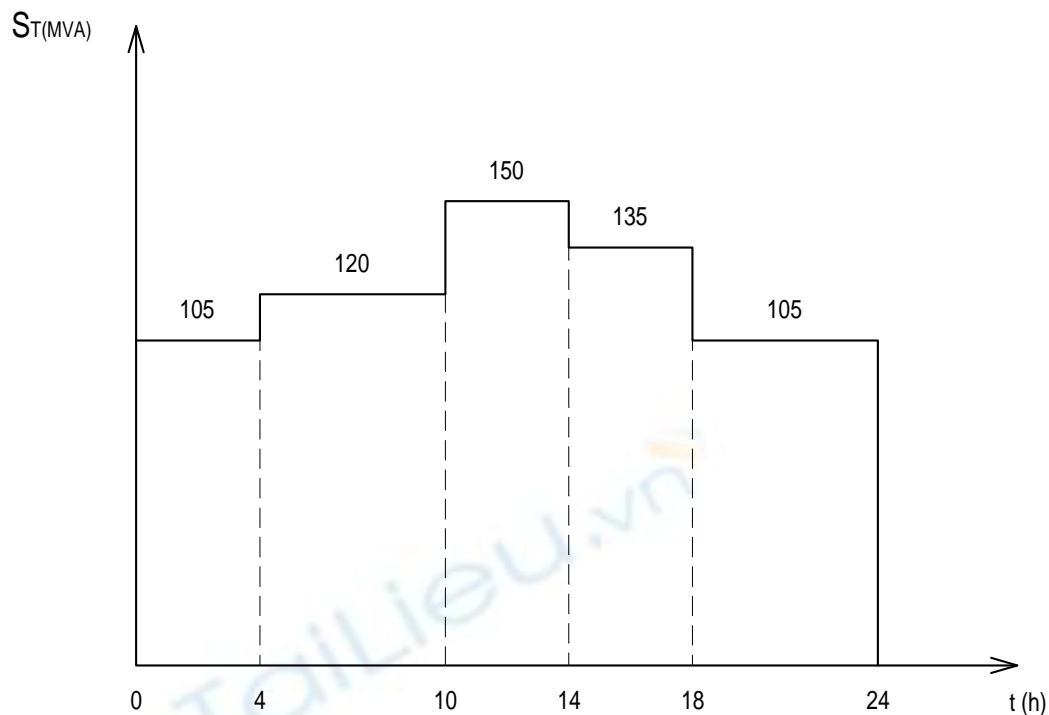
$$P_T(t) = \frac{P\%(t)}{100} \cdot P_{T\max}$$

$$S_T(t) = \frac{P_T(t)}{\cos\varphi}$$

Bảng biến thiên công suất và đồ thị phụ tải

Bảng 1.3

Thời gian (h)	0-4	4-10	10-14	14-18	18-24
P (%)	70	80	100	90	70
S_T (MVA)	105	120	150	135	105



1.2.3. Phụ tải toàn nhà máy

Nhà máy gồm 4 máy phát có $S_{dmF} = 75\text{MVA}$. Do đó công suất đặt của nhà máy là:

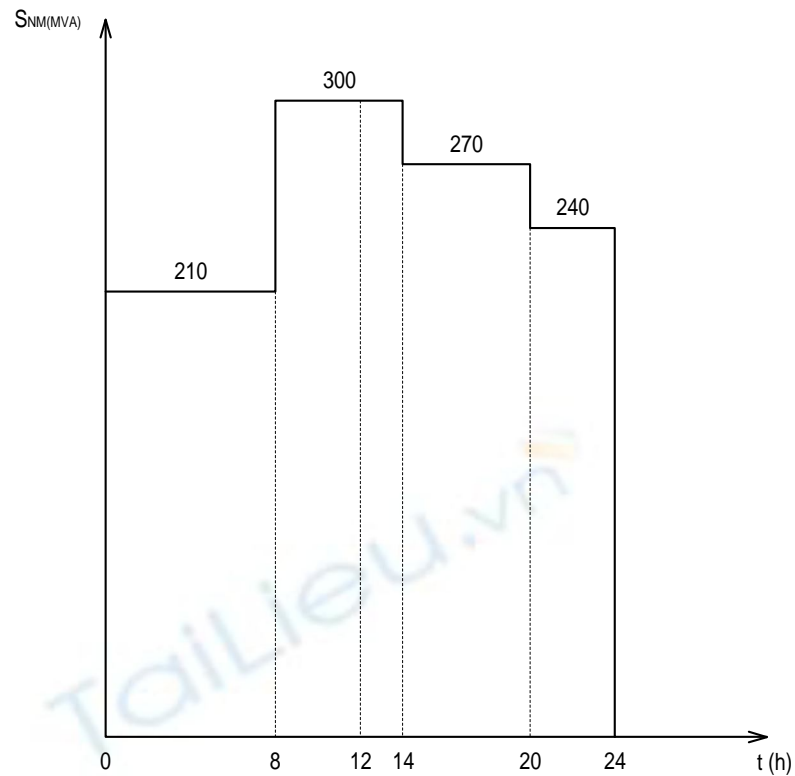
$$S_{NM} = 4 \cdot 75 = 300 \text{ MVA}$$

$$S_{nm}(t) = \frac{P\%(t)}{100} \cdot S_{NM}$$

Bảng biến thiên công suất và đồ thị phụ tải toàn nhà máy.

Bảng 1.4

Thời gian (h)	0-8	8-12	12-14	14-20	20-24
P (%)	70	100	100	90	80
S _T (MVA)	210	300	300	270	240



1.2.4. Tự dùng của nhà máy điện

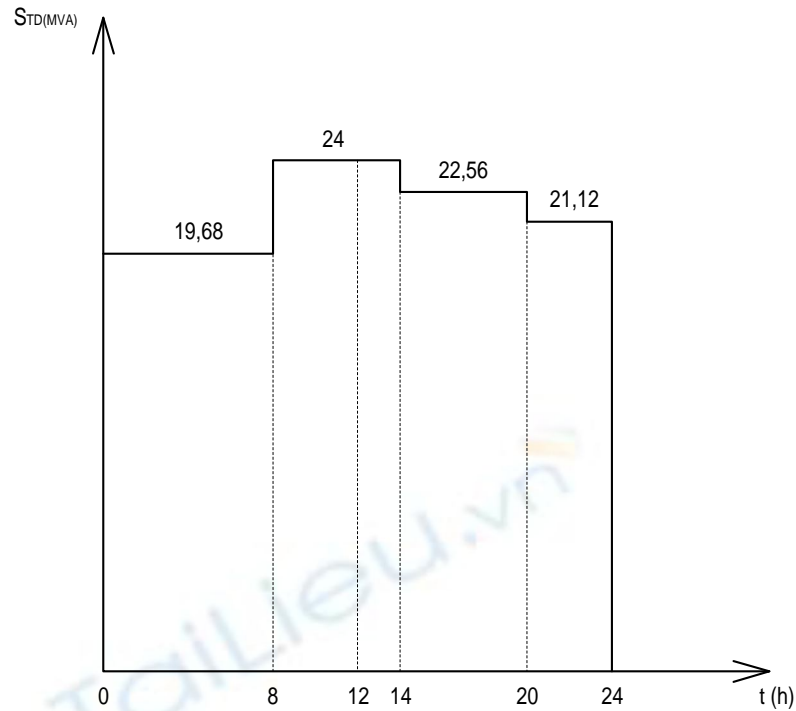
Ta có

$$S_{td}(t) = \frac{\alpha\%}{100} \cdot S_{NM} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{S_{nm}(t)}{S_{NM}} \right)$$

Trong đó $\alpha = 8\%$. Từ đó ta có bảng biến thiên công suất và đồ thị điện tự dùng như sau:

Bảng 1.5

Thời gian (h)	0-8	8-12	12-14	14-20	20-24
Công suất (%)	70	100	100	90	80
S _{td} (MVA)	19,68	24	24	22,56	21,12



1.2.5. Cân bằng công suất toàn nhà máy, công suất phát về hệ thống.

Bỏ qua tổn thất công suất, từ phương trình cân bằng công suất ta có công suất phát về hệ thống

$$S_{VHT}(t) = S_{nm}(t) - S_{UF}(t) - S_T(t) - S_{td}(t)$$

Từ đó ta có bảng tính phụ tải và cân bằng công suất toàn nhà máy:

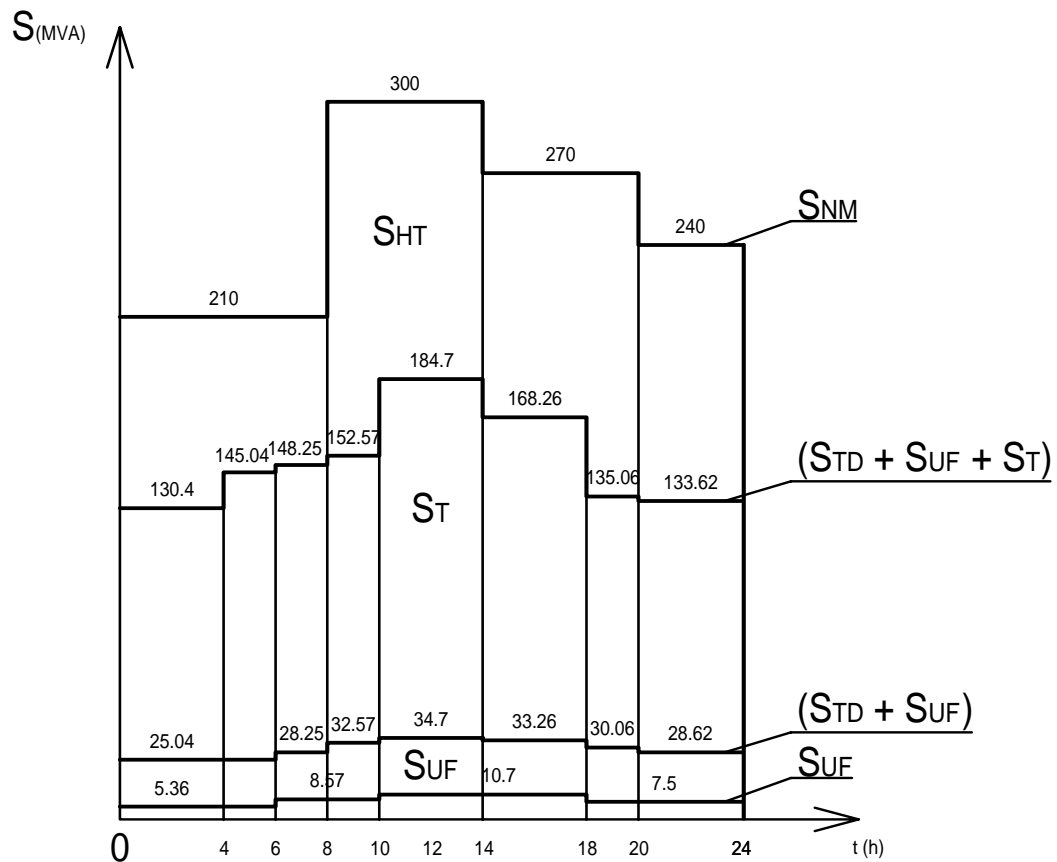
Bảng 1.6

T(H)	0-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-18	18-20	20-22
S_{NM}	210	210	210	300	300	300	270	270	240
S_{UF}	5.36	5.36	8.57	8.57	10.7	10.7	10.7	7.5	7.5
S_T	105	120	120	120	150	150	135	105	105
S_{TD}	19.68	19.68	19.68	24	24	24	22.56	22.56	21.12
S_{HT}	79.96	64.96	61.75	147.43	115.3	115.3	101.74	134.94	106.38

Đồ thị công suất phát về hệ thống



Đồ thị phụ tải tổng hợp



Nhận xét chung:

- Phụ tải điện áp trung nhỏ nhất là 105 MVA, lớn hơn công suất định mức của một máy phát (75MVA) nên ít nhất có thể ghép một máy phát vào phía thanh góp này và cho vận hành định mức liên tục.

- Phụ tải điện áp máy phát không lớn, $\frac{S_{UF\max}}{2.S_{dmF}} \cdot 100\% = 7,1\%$ nên không

cần dùng thanh góp điện áp máy phát.

- Cấp điện áp trung áp (220 KV) và trung áp (110 KV) là lưới trung tính trực tiếp nối đất nên có thể dùng máy biến áp liên lạc là máy biến áp tự ngẫu sẽ có lợi hơn.

- Khả năng phát triển của nhà máy phụ thuộc vào nhiều yếu tố như vị trí nhà máy, địa bàn phụ tải, nguồn nguyên nhiên liệu... Riêng về phần điện nhà máy hoàn toàn có khả năng phát triển thêm phụ tải ở các cấp điện áp sẵn có.

1.3. CHỌN CÁC PHƯƠNG ÁN NỐI DÂY.

Chọn sơ đồ nối điện chính của nhà máy điện là một khâu quan trọng trong quá trình thiết kế nhà máy điện. Nó quyết định những đặc tính kinh tế và kỹ thuật của nhà máy thiết kế. Cơ sở để vạch ra các phương án là bảng phụ tải tổng hợp, đồng thời tuân theo những yêu cầu kỹ thuật chung.

- Với cấp điện áp trung là 110KV và công suất truyền tải lên hệ thống luôn lớn hơn dự trữ quay của hệ thống, ta dùng hai máy biến áp liên lạc lại tự ngẫu.

- Có thể ghép bộ máy phát - máy biến áp vào thanh góp 110 KV vì phụ tải cực tiểu cấp này lớn hơn công suất định mức của một máy phát.

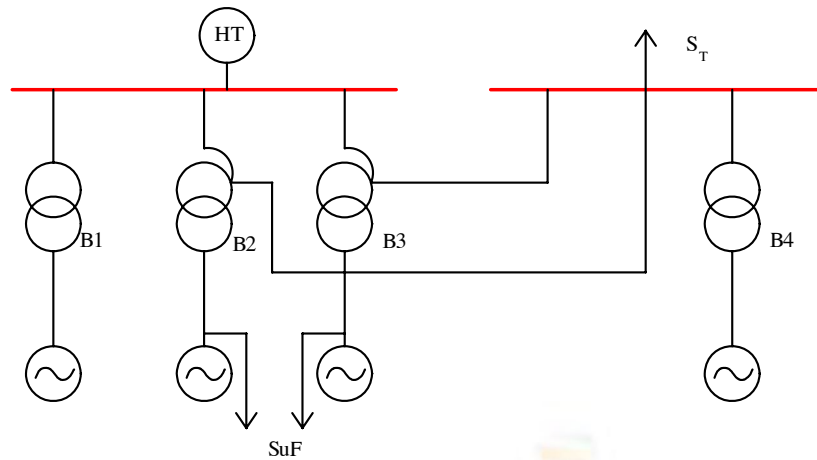
- Phụ tải điện áp máy phát lấy rẽ nhánh từ các bộ với công suất không quá 15% công suất bộ.

- Không nối bộ hai máy phát với một máy biến áp vì công suất của một bộ như vậy sẽ lớn hơn dự trữ quay của hệ thống.

Như vậy ta có thể đề xuất bốn phương án sau để lựa chọn:

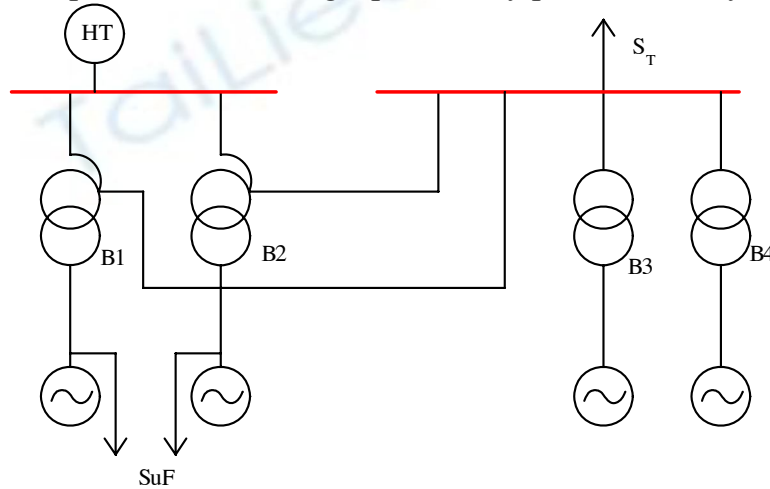
• Phương án 1:

Phương án này phía 220KV ghép 1 bộ máy phát điện - máy biến áp để làm nhiệm vụ liên lạc giữa phía cao và trung áp ta dùng máy biến áp tự ngẫu. Phía 110KV ghép 1 bộ máy phát điện - máy biến áp.



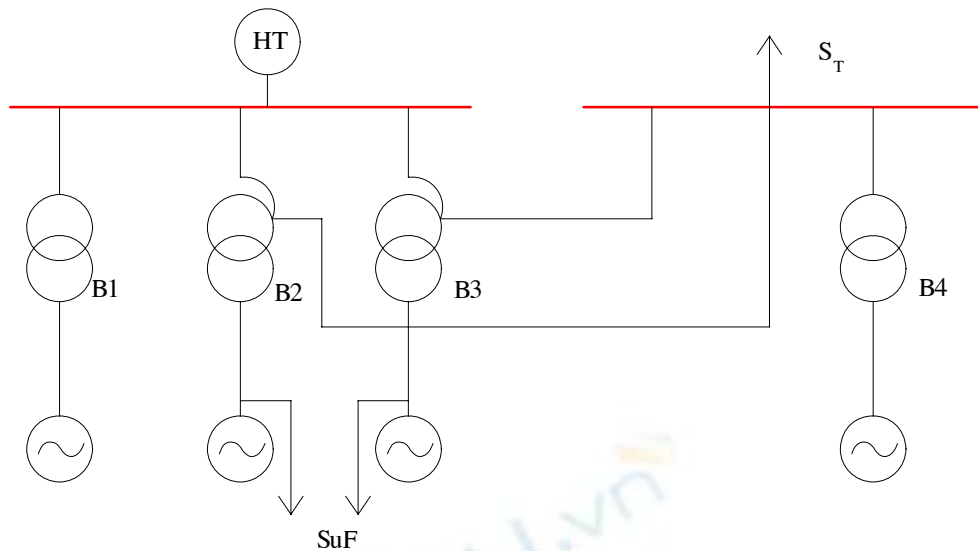
• Phương án 2:

Phương án này hai tổ máy được nối với thanh góp 220KV qua máy biến áp liên lạc. Còn phía 110KV được ghép 2 bộ máy phát điện - máy biến áp.



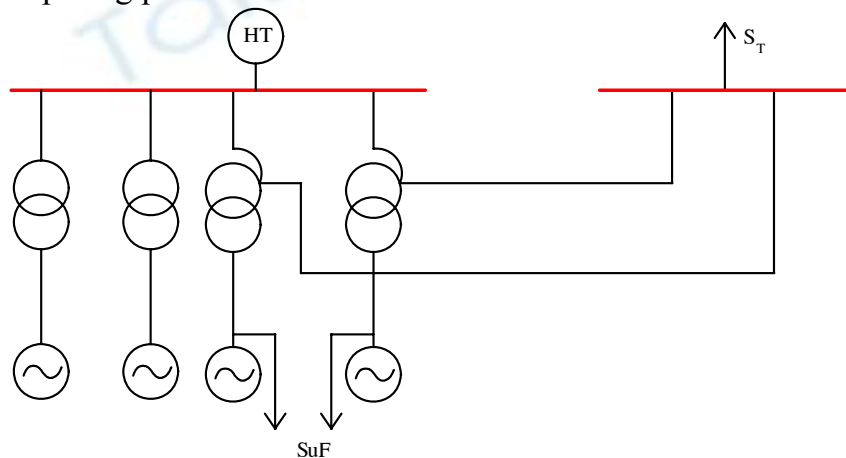
• Phương án 3:

Ghép vào phía 220KV và 110KV mỗi phía 2 bộ máy phát điện - máy biến áp. Liên lạc giữa cao và trung áp ta dùng 2 máy biến áp tự ngẫu, phía hạ của máy biến áp liên lạc cung cấp cho phụ tải địa phương.



• Phương án 4:

Phương án này như phương án 1 nhưng chuyển bộ máy phát điện - máy biến áp sang phía 220KV.



Nhận xét:

Phương án 1

- Độ tin cậy cung cấp điện được đảm bảo.
- Công suất từ bộ máy phát điện - máy biến áp hai cuộn dây lên 220KV được truyền trực tiếp lên hệ thống, tổn thất không lớn.
- Đầu tư cho bộ cấp điện áp cao hơn sẽ đắt tiền hơn.

Phương án 2

- Độ tin cậy cung cấp điện đảm bảo, giảm được vốn đầu tư do nối bộ ở cấp điện áp thấp hơn, thiết bị rẻ tiền hơn.

Phương án 3

- Số lượng máy biến áp nhiều đòi hỏi vốn đầu tư lớn, đồng thời trong quá trình vận hành phức tạp và xác suất sự cố máy biến áp tăng, tổn thất công suất lớn.
- Khi sự cố bộ bên trung thì máy biến áp tự ngẫu chịu tải qua cuộn dây chung lớn so với công suất của nó.

Phương án 4

- Liên lạc giữa phía cao áp và phía trung áp kém.
- Các bộ máy phát điện - máy biến áp nối bên phía 220KV sẽ đắt tiền do tiền đầu tư cho thiết bị ở điện áp cao hơn đắt tiền hơn.
- Sơ đồ thanh góp 220KV phức tạp do số đường dây vào ra tăng lên tuy bên 110 KV có đơn giản hơn.
- Khi sự cố máy phát - máy biến áp liên lạc thì bộ còn lại chịu tải quá lớn do yêu cầu phụ tải bên trung lớn.

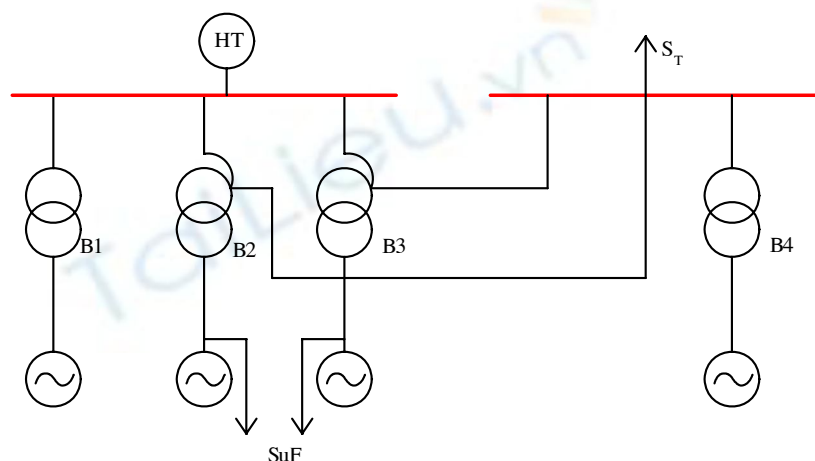
Tóm lại: Qua phân tích ở trên ta chọn **phương án 1** và **phương án 2** để tính toán tiếp, phân tích kỹ hơn về kỹ thuật và kinh tế nhằm chọn ra sơ đồ nối điện chính cho nhà máy điện được thiết kế.

CHƯƠNG 2

TÍNH TOÁN CHỌN MÁY BIẾN ÁP

Máy biến áp là một thiết bị rất quan trọng trong hệ thống điện, công suất của chúng rất lớn, bằng khoảng 4 đến 5 lần tổng công suất các máy phát điện. Do đó vốn đầu tư cho máy biến áp nhiều nên ta mong muốn chọn số lượng máy biến áp ít, công suất nhỏ mà vẫn đảm bảo cung cấp điện cho hệ tiêu thụ.

A. PHƯƠNG ÁN I



2.1.a. Chọn máy biến áp

- Bộ máy phát - máy biến áp hai cuộn dây (B₁ và B₄)

$$S_{dmB1, B4} \geq S_{dmF} - S_{td} = 75 - 6 = 69 \text{ MVA}$$

- Máy biến áp tự ngẫu

$$S_{dmB2} = S_{dmB3} \geq \frac{1}{0,5} S_{thừa \max}$$

Với $S_{thừa \max} = S_{dmF} = 75 \text{ MVA}$

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

$$S_{dmB2} = S_{dmB3} \geq \frac{75}{0,5} = 150 \text{ MVA}$$

Từ đó ta có bảng tham số máy biến áp cho phương án 1 như sau:

Bảng 2.1.a

Cấp điện áp khu vực	Loại	S _{dm} MVA	Điện áp cuộn dây KV			Tổn thất KW				U _N %			I%
			C	T	H	P ₀	P _N			C-T	C-H	T-H	
							A	C-T	C-H				
220	TДЦ	80	242	-	10.5	80	-	320	-	-	11	-	0.6
110	TP ДЦН	80	115	-	10.5	70	-	310	-	-	10,5	-	0.55

220	AT ĐHTH	160	230	121	11	85	380	-	-	11	32	20	0.5
-----	---------	-----	-----	-----	----	----	-----	---	---	----	----	----	-----

2.2.a. Phân bố tải cho các máy biến áp

Để vận hành thuận tiện và kinh tế ta cho B1, B4 làm việc với đồ thị phụ tải bằng phẳng suốt năm.

$$S_{B1} = S_{B4} = S_{dmF} = 75MVA$$

Đồ thị phụ tải các phía của MBA tự ngẫu B2, B3 theo thời gian t

$$\text{Phía trung: } S_T(t) = \frac{1}{2}(S_T - S_{B4})$$

$$\text{Phía cao: } S_C(t) = \frac{1}{2}(S_{HT} - S_{B1})$$

$$\text{Phía hạ: } S_H(t) = S_T(t) + S_C(t)$$

Ta có bảng phân bố công suất:

Bảng 2.2.a.

MBA	S (MVA)	Thời gian (t)								
		0-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-18	18-20	20-24
B1, B4	$S_C = S_H$	69	69	69	69	69	69	69	69	69
B2, B3	S_C	5.48	-2.02	-3.63	39.2	23.2	23.2	16.37	32.97	18.69
	S_T	18	25.5	25.5	25.5	40.5	40.5	33	18	18
	S_H	23.48	23.48	21.87	64.7	63.7	63.7	49.37	50.97	36.69

2.3.a. Kiểm tra khả năng mang tải của các máy biến áp

- Công suất định mức của MBA chọn lớn hơn công suất thừa cực đại nên không cần kiểm tra điều kiện quá tải bình thường.

- Kiểm tra sự cố

Sự cố nguy hiểm nhất là khi $S_T = S_T \max = 150MVA$

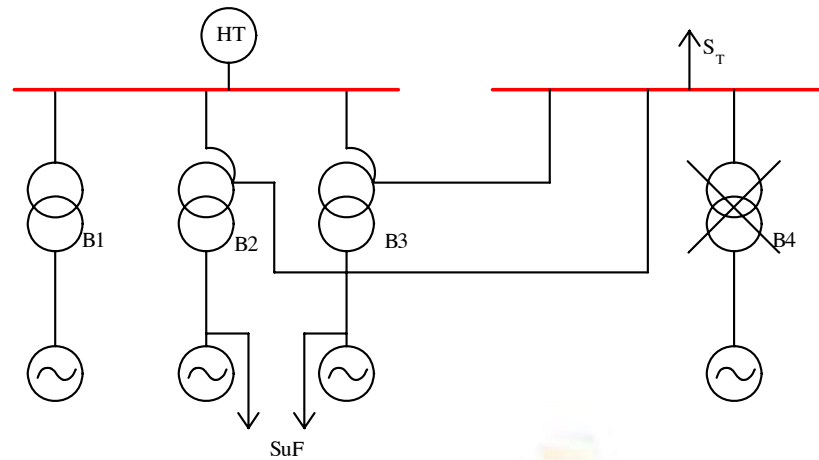
Khi đó ta có

$$S_{HT} = 115,3 MVA$$

$$S_{UF} = 10,7 MVA$$

Ta xét các sự cố sau:

- Sự cố B4



- Khi sự cố máy biến áp B4 mỗi máy biến áp tự ngẫu cần phải tải một lượng công suất là:

$$S = \frac{S_{T\max}}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ MVA}$$

- Thực tế mỗi máy biến áp tự ngẫu phải tải được một lượng công suất là:

$$S_{B2(B3)} = \alpha S_{\text{đmB}} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ MVA}$$

Ta thấy: $S_{\text{đmB2}} = 80 > 75 \text{ MVA}$

⇒ Do vậy nên máy biến áp không bị quá tải.

- **Phân bố công suất khi sự cố B4**

- Phía trung của MBA tự ngẫu phải tải một lượng công suất là:

$$S_{TB2(B3)} = \frac{1}{2} S_{T\max} = 0,5 \cdot 150 = 75 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất từ máy phát F_2 (F_3) cấp lên phía hạ của B₂ (B₃):

$$S_{HB2(B3)} = S_{\text{đmF}} - \frac{1}{2} S_{UF} - \frac{1}{4} S_{\text{tdmax}}$$

- Lượng công suất phát lên phía cao của B₂ (B₃)

$$S_{CB2(B3)} = S_{HB2(B3)} - S_{TB2(B3)} = 63,65 - 75 = -11,35 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát vào hệ thống là:

$$S_{B1} + (S_{CB2} + S_{CB3}) = 69 + 2(-11,35) = 46,3 \text{ MVA}$$

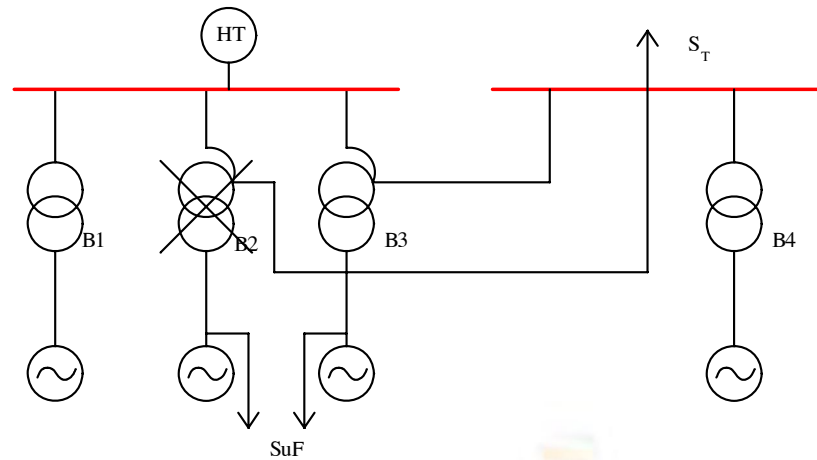
- Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát lên thanh góp cao áp còn thiếu so với lúc bình thường là:

$$S_{\text{thiếu}} = S_{\text{TG}}^{220} - 46,3 = 115,3 - 46,3 = 69 \text{ MVA}$$

- Công suất dự trữ của hệ thống là $S_{\text{dtHT}} = 336 \text{ MVA}$

Ta thấy $S_{\text{dtHT}} > S_{\text{thiếu}} \Rightarrow$ thỏa mãn điều kiện.

- Sự cố B₂ (B₃)



• Điều kiện kiểm tra sự cố:

Khi sự cố máy biến áp B2 (hoặc B3) máy biến áp tự ngẫu còn lại phải tải một lượng công suất là:

$$S = S_{Tmax} - S_{B4} = 150 - 69 = 81 \text{ MVA}$$

Thực tế mỗi máy biến áp tự ngẫu phải tải được một lượng công suất là:

$$S_{B2(B3)} = \alpha \cdot S_{dmB} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ MVA}$$

Do vậy nên máy biến áp bị quá tải với hệ số quá tải là:

$$K_{qtsc} = \frac{81}{80} = 1,0125 < 1,4$$

K = 1,4 là hệ số quá tải sự cố cho phép.

⇒ Vậy nên máy biến áp thỏa mãn điều kiện kiểm tra.

- Phân bố công suất khi sự cố B2:

• Phía trung của MBA tự ngẫu phải tải sang thanh góp trung áp một lượng công suất

$$S_{TB2(B3)} = S_{Tmax} - S_{B4} = 150 - 69 = 81 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất từ máy phát F₃ cấp lên phía hạ của B₃

$$S_{HB2(B3)} = S_{dmF} - S_{UF} = \frac{1}{4} \cdot S_{tdmax} = 75 - 10,7 - \frac{1}{4} \cdot 24 = 58,3 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất phát lên phía cao của B₃:

$$S_{CB3} = S_{HB3} - S_{TB3} = 58,3 - 81 = -22,7 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát vào hệ thống là:

$$S_{B1} + S_{CB3} = 69 - 22,7 = 46,3 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát lên thanh góp cao áp còn thiếu so với lúc bình thường là:

Ta thấy $S_{dtHT} > S_{thieu} \Rightarrow$ thỏa mãn điều kiện.

Kết luận:

Các máy biến áp đã chọn cho phương án 1 hoàn toàn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, làm việc tin cậy, không có tình trạng máy biến áp làm việc quá tải.

2.4.a. Tính toán tổn thất điện năng tổng các máy biến áp.

Tổn thất trong máy biến áp gồm 2 phần:

- Tổn thất sắt không phụ thuộc vào phụ tải của máy biến áp và bằng tổn thất tải của nó.
 - Tổn thất đồng trong dây dẫn phụ thuộc vào phụ tải của máy biến áp.
- Công thức tính tổn thất điện năng trong máy biến áp ba pha hai cuộn dây trong một năm:

$$\Delta A_{2cd} = \Delta P_0 \cdot T + \Delta P_N \left(\frac{S_b}{S_{dm}} \right)^2 \cdot t$$

- Đối với máy biến áp tự ngẫu

$$\Delta A_{in} = \Delta P_0 \cdot T + \frac{365}{S_{dmB}^2} \cdot \Sigma (\Delta P_{NC} \cdot S_{Ci}^2 \cdot t_i + \Delta P_{nt} \cdot S_{ti}^2 \cdot t_i + \Delta P_{ntt} \cdot S_{Hi}^2 \cdot t_i)$$

Trong đó:

S_{Ci} , S_{ti} , S_{Hi} : công suất tải qua cuộn cao, trung, hạ của máy biến áp tự ngẫu trong tổng thời gian t_i .

S_b : công suất tải qua mỗi máy biến áp hai cuộn dây trong khoảng thời gian t_i .

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

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

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

Dựa vào bảng thông số máy biến áp và bảng phân phối công suất ta tính tổn thất điện năng trong các máy biến áp như sau:

- **Máy biến áp ba pha hai cuộn dây**

Máy biến áp B1 và B4 luôn cho làm việc với công suất truyền tải qua nó: $S_b = 69$ MVA trong cả năm.

$$\text{Ta có: } \Delta A = \Delta P_0 \cdot T + \Delta P_N \left(\frac{S_b}{S_{dm\alpha}} \right)^2 \cdot T$$

$$\Delta A_{B1} = 8760 \left(80 + 320 \frac{69^2}{80^2} \right) = 2786,1 \cdot 10^3 \text{ KWh}$$

$$\Delta A_{B4} = 8760 \left(70 + 310 \frac{69^2}{80^2} \right) = 2633,35 \cdot 10^3 \text{ KWh}$$

- **Máy biến áp tự ngẫu.**

$$\text{Ta có: } \Delta P_{NC} = 0,5 \left(380 + \frac{190}{0,5^2} - \frac{190}{0,5^2} \right) = 190 \text{ KW}$$

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

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

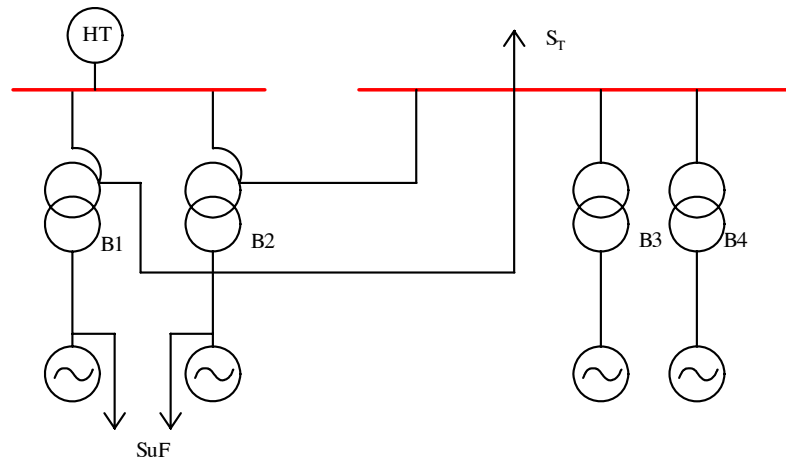
Từ đó ta có: $\Delta A = \Delta P_0 T + \frac{365}{S_{dm}^2} (\sum \Delta P_{NC} S_{Gi}^2 \cdot ti + \Delta P_{NT} \cdot S_{ti}^2 \cdot ti + \Delta P_{NH} \cdot S_{Hi}^2)$

$$\begin{aligned} \Delta A_{TN} &= 85.8760 + \frac{365}{160^2} \{ (190.548^2 + 190.18^2 + 570.23,48^2) \cdot 4 \\ &\quad + (190.(-2,02)^2 + 190.25,5^2 + 570.23,48^2) \cdot 2 \\ &\quad + (190.(-3,63)^2 + 190.25,5^2 + 570.23,48^2) \cdot 2 \\ &\quad + (190.39,2^2 + 190.25,5^2 + 570.64,7^2) \cdot 2 \\ &\quad + (190.23,2^2 + 190.40,5^2 + 570.63,7^2) \cdot 2 \\ &\quad + (190.16,37^2 + 190.33^2 + 570.49,37^2) \cdot 4 \\ &\quad + (190.32,97^2 + 190.18^2 + 570.50,97^2) \\ &\quad + (190.18,69^2 + 190.18^2 + 570.36,69^2) \cdot 4 \} \\ &= 1220,5 \cdot 10^3 \text{ KWh} \end{aligned}$$

Như vậy, tổng tổn thất điện năng một năm trong các máy biến áp là:

$$\begin{aligned} \Delta A_{\Sigma} &= \Delta A_{B1} + \Delta A_{B2} + \Delta A_{B3} + \Delta A_{B4} \\ &= 2876,1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 1220,5 \cdot 10^3 + 2633,35 \cdot 10^3 \\ &= 7860,45 \cdot 10^3 \text{ KWh} \end{aligned}$$

B. PHƯƠNG ÁN II:



2.1.b. Chọn máy biến áp.

- Bộ máy phát - Máy biến áp 2 cuộn dây.

$$S_{dmB3,B4} \geq S_{dmF} = 75 \text{ MVA}$$

- Máy biến áp tự ngẫu

$$S_{dmB1} = S_{dmB2} \geq \frac{1}{0,5} \cdot S_{thừa \text{ max}}$$

Với $S_{\text{thừa max}} = S_{\text{dmF}} = 75 \text{ MVA}$

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

$$S_{\text{dmB1}} = S_{\text{dmB2}} \geq \frac{75}{0,5} = 150 \text{ MVA}$$

Từ đó ta có bảng tham số máy biến áp cho phương án 2 như sau:

Cấp điện áp khu vực	Loại	S_{dm} MVA	Điện áp cuộn dây KV			Tổn thất KW				$U_N\%$			I%
			C	T	H	P_0	P_N			C-T	C-H	T-H	
							A	C-T	C-H				
110	TP ДУН	80	115	-	10.5	70	-	310	-	-	10.5	-	0.55
220	AT ДУТН	160	230	121	11	85	380	-	-	11	32	20	0.5

2.2.b. Phân bố tải cho các máy biến áp

Để vận hành thuận tiện và kinh tế ta cho B3, B4 làm việc với đồ thị phụ tải bằng phẳng suốt năm.

$$S_{B3} = S_{B4} = S_{\text{dmF}} - \frac{1}{4} S_{\text{tdmax}} = 75 - \frac{1}{4} \cdot 24 = 69 \text{ MVA}$$

Đồ thị phụ tải các phía của MBA tự ngẫu B1, B2 theo thời gian t.

$$\text{Phía trung: } S_T(t) = \frac{1}{2} \{S_T - (S_{B3} + S_{B4})\}$$

$$\text{Phía cao: } S_C(t) = \frac{1}{2} S_{\text{TG}}^{220}$$

$$\text{Phía hạ: } S_H(t) = S_T(t) + S_C(t)$$

Ta có bảng phân bố công suất

MBA	S (MVA)	Thời gian (t)								
		0-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-18	18-20	20-24
B3, B4	$S_C = S_H$	69	69	69	69	69	69	69	69	69
B1, B2	S_C	39.98	32.48	30.88	73.72	57.65	57.65	50.87	67.47	53.19
	S_T	-16.5	-9	-9	-9	6	6	-1.5	-16.5	-16.5
	S_H	23.48	23.48	21.88	64.72	63.65	63.65	49.37	50.97	36.69

2.3.b. Kiểm tra khả năng mang tải của các máy biến áp:

Công suất định mức của MBA chọn lớn hơn công suất thừa cực đại nên không cần kiểm tra điều kiện quá tải bình thường.

Kiểm tra sự cố

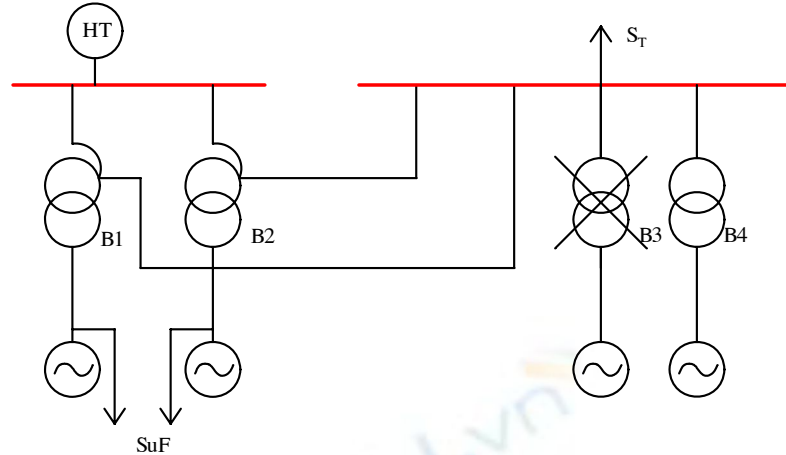
Sự cố nguy hiểm nhất là khi $S_T = S_{\text{Tmax}} = 150 \text{ MVA}$

Khi đó ta có: $S_{\text{HT}} = 115,3 \text{ MVA}$

$S_{\text{UF}} = 10,7 \text{ MVA}$

Ta xét các sự cố sau:

- Sự cố B3 (hoặc B4)



- Điều kiện kiểm tra sự cố:

Khi sự cố máy biến áp B3 (hoặc B4) mỗi máy biến áp tự ngẫu cần phải tải một lượng công suất là:

$$S = \frac{(S_{Tmax} - S_{B4})}{2} = \frac{150 - 69}{2} = 40,5 \text{ MVA}$$

- Thực tế mỗi máy biến áp tự ngẫu phải tải được một lượng công suất là:

$$S_{B1(B2)} = \alpha \cdot S_{dmB} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ MVA}$$

Ta thấy:

$$S_{dmB2} = 80 > 40,5 \text{ MVA}$$

⇒ Do vậy nên máy biến áp không bị quá tải.

- Phân bố công suất khi sự cố B3:

Phía trung của MBA tự ngẫu phải tải sang thanh góp trung áp 1 lượng công suất:

$$S_{TB1(B2)} = \frac{1}{2} (S_{Tmax} - S_{b0}) = 0,5 \cdot (150 - 69) = 40,5 \text{ MVA}$$

• Lượng công suất từ máy phát F1 (F2) cấp bên phía hạ của B1 (B2):

$$\begin{aligned} S_{HB1(B2)} &= S_{dmF} - \frac{1}{2} S_{UF} - \frac{1}{4} S_{tdmax} \\ &= 75 - \frac{1}{2} \cdot 10,7 - \frac{1}{4} \cdot 24 = 63,65 \text{ MVA} \end{aligned}$$

• Lượng công suất phát lên phía cao của MBA B1 (B2)

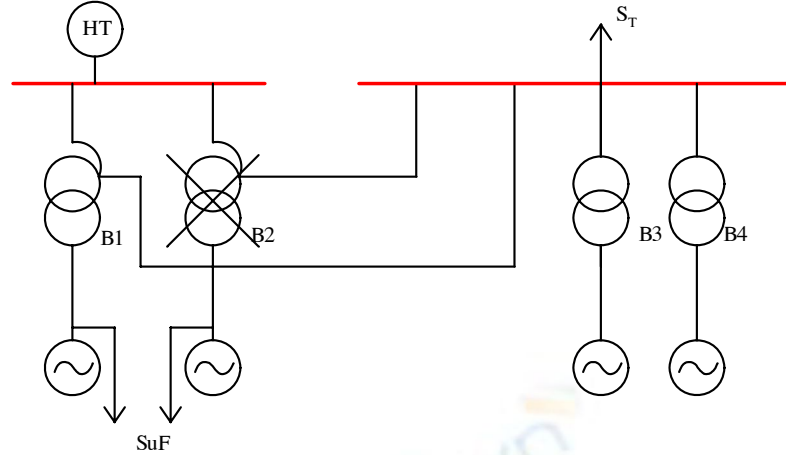
$$S_{CB1(B2)} = S_{HB1(B2)} - S_{TB1(B2)} = 63,65 - 40,5 = 23,15 \text{ MVA}$$

• Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát lên thanh góp cao cấp còn thiếu so với lúc bình thường là:

$$\begin{aligned} S_{thiếu} &= S_{TG}^{220} - (S_{CB1} + C_{CB2}) \\ &= 115,3 - 46,3 = 69 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Ta thấy: $S_{dtHT} > S_{thiếu} \Rightarrow$ thỏa mãn điều kiện.

• **Sự cố B1 (hoặc B2)**



- **Điều kiện kiểm tra sự cố**

Khi có sự cố máy biến áp B1 (hoặc B2) máy biến áp tự ngẫu còn lại phải tải 1 lượng công suất là:

$$S = S_{tmax} - S_{B3} - S_{B4} = 150 - 69 - 69 = 12 \text{ MVA}$$

Thực tế mỗi máy biến áp tự ngẫu phải tải được 1 lượng công suất là:

$$S_{B1(B2)} = \alpha \cdot S_{dmB} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ MVA}$$

Ta thấy: $S_{dmB1(B2)} = 80 > 12 \text{ KVA}$

Công suất định mức của máy biến áp lớn hơn công suất thực cần phải tải khi sự cố:

⇒ Do vậy nên máy biến áp không bị quá tải.

- **Phân bố công suất khi sự cố MBA B4:**

• Phía trung của MBA tự ngẫu phải tải sang thanh góp trung áp 1 lượng công suất:

$$S_{TB3(B4)} = S_{Tmax} - S_{B4} = 150 - 69 = 81 \text{ MVA}$$

• Lượng công suất từ máy phát F3 cấp lên phía hạ của B3

$$\begin{aligned} S_{HB3(B4)} &= S_{dmF} - S_{UF} - \frac{1}{4} S_{tdmax} \\ &= 75 - 10,7 - \frac{1}{4} \cdot 24 = 58,3 \text{ MVA} \end{aligned}$$

• Lượng công suất phát lên phía cao của B3

$$S_{CB3} = S_{HB3} - S_{TB3} = 58,3 - 81 = -22,7 \text{ MVA}$$

• Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát vPào hệ thống là:

$$S_{B4} + S_{CB3} = 69 - 22,7 = 46,3 \text{ MVA}$$

• Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát lên thanh góp cao áp còn thiếu so với lúc bình thường là:

$$S_{thiếu} = S_{TG}^{220} - 46,3 = 115,3 - 46,3 = 69 \text{ MVA}$$

Ta thấy: $S_{dtHT} > S_{thiếu} \Rightarrow$ thoả mãn điều kiện.

- **Phân bố công suất khi sự cố MBA B1:**

- Công suất trên cuộn trung của B1 (B2) là:

$$S_{TB1(B2)} = 150 - 2.69 = 12 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất từ máy phát F2 cấp lên phía hạ của B2 là:

$$\begin{aligned} S_{HB1(B2)} &= S_{dmF} - S_{UF} - \frac{1}{4} S_{tdmax} \\ &= 75 - 10,7 - \frac{1}{4} \cdot 24 = 58,3 \text{ MVA} \end{aligned}$$

- Lượng công suất phát lên phía cao của MBA B2

$$S_{CB2} = S_{HB2} - S_{TB2} = 58,3 - 12 = 46,3 \text{ MVA}$$

- Lượng công suất toàn bộ nhà máy phát lên thanh góp cao áp còn thiếu so với lúc bình thường là:

$$S_{thiếu} = S_{tg}^{220} - 46,3 = 115,3 - 46,3 = 69 \text{ MVA}$$

Ta thấy

$$S_{dtHT} > S_{thiếu} \Rightarrow \text{thỏa mãn điều kiện}$$

Kết luận:

Các máy biến áp đã chọn cho phương án 2 hoàn toàn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, làm việc tin cậy, không có tình trạng máy biến áp làm việc quá tải.

2.4.b. Tính toán tổn thất điện năng trong các máy biến áp.

Tổn thất trong máy biến áp gồm hai phần:

- Tổn thất sắt không phụ thuộc vào phụ tải của máy biến áp và bằng tổn thất không tải không tải của nó.
- Tổn thất đồng trong dây dẫn phụ thuộc vào phụ tải của máy biến áp.

Công thức tính tổn thất điện năng trong máy biến áp ba pha hai cuộn dây trong một năm:

$$\Delta A_{2cd} = \Delta P_0 \cdot t + \Delta P_N \left(\frac{S_b}{S_{dm}} \right)^2 \cdot t$$

Đối với máy biến áp tự ngẫu:

$$\Delta A_{TN} = \Delta P_0 \cdot t + \frac{365}{S_{dmB}^2} \left(\sum \Delta P_{NC} \cdot S_{Ci}^2 \cdot \theta_i + \Delta P_{NT} \cdot S_{ti}^2 + \Delta P_{NH} \cdot S_{Hi}^2 \cdot t_i \right)$$

Trong đó:

S_{Ci} , S_{ti} , S_{Hi} : công suất tải qua cuộn cao, trung, hạ của mỗi máy biến áp tự ngẫu trong khoảng thời gian t_i .

S_b : công suất tải qua mỗi máy biến áp hai cuộn dây trong khoảng thời gian t .

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