

Lời Mở Đầu

Quá trình công nghiệp hoá hiện đại hoá đất nước đang đòi hỏi trình độ khoa học kỹ thuật cao. Ngành điện là ngành hạ tầng cơ sở được ưu tiên phát triển, cũng yêu cầu trình độ theo kịp và đáp ứng được nhu cầu. Trong hệ thống điện của nước ta hiện nay quá trình phát triển phụ tải ngày càng nhanh nên việc quy hoạch và thiết kế mới và phát triển mạng điện đang là vấn đề cần quan tâm của ngành điện nói riêng và cả nước nói chung.

Đồ án thiết kế môn học Lưới điện giúp sinh viên vận dụng những kiến thức đã học trong khi nghiên cứu lý thuyết vào thực hiện một nhiệm vụ cụ thể, tuy không lớn nhưng toàn diện. Đồ án môn học chính là bước đầu làm quen và tập dượt để có những kinh nghiệm trong đồ án tốt nghiệp sắp tới và công việc sau này để đáp ứng tốt những nhiệm vụ đề ra.

Với sự giúp đỡ tận tình của thầy cô trong bộ môn, đặc biệt là cô Hoàng Thu Hà em đã hoàn thành bản đồ án của mình. Trong quá trình thực hiện thiết kế môn học em khó có thể tránh được những sai sót vì vậy em mong được các thầy chỉ dạy thêm để em có thể hoàn thiện hơn những kiến thức về môn học cũng như về ngành điện mà em đang theo học.

Em xin chân thành cảm ơn.

Chương 1:

PHÂN TÍCH ĐẶC ĐIỂM CỦA CÁC NGUỒN CUNG CẤP VÀ CÁC PHỤ TẢI

Để chọn được phương án tối ưu cần tiến hành phân tích những đặc điểm của nguồn cung cấp điện và các phụ tải. Trên cơ sở đó, xác định công suất phát của nguồn điện và dự kiến các sơ đồ nối điện sao cho đạt được hiệu quả kinh tế – kỹ thuật cao nhất.

1.1. Nguồn cung cấp điện:

Trong hệ thống điện thiết kế chỉ có một nguồn điện cung cấp. Đó là nhà máy điện (NMD) có công suất vô cùng lớn, hệ số $\cos\varphi$ trên thanh góp của nhà máy là 0,85. Vì NMD có công suất vô cùng lớn nên chọn nhà máy là nút cân bằng công suất và nút cơ sở về điện áp. Ngoài ra, do nhà máy có công suất vô cùng lớn nên không phải dự trữ công suất trong nhà máy.

1.2. Các phụ tải điện:

Trong hệ thống điện thiết kế có 6 phụ tải. Tất cả đều là phụ tải loại I, chỉ trừ phụ tải 6 là phụ tải loại III, có hệ số $\cos\varphi = 0,85$. Thời gian sử dụng công suất cực đại là $T_{\max} = 3500$ giờ. Các phụ tải đều có nhu cầu điều chỉnh điện áp khác thường. Điện áp định mức của mạng điện thứ cấp của các trạm hạ áp bằng 10 kV.

Kết quả tính toán giá trị công suất của các phụ tải trong các chế độ cực đại và cực tiểu

Chương 2.

CÂN BẰNG CÔNG SUẤT CỦA HỆ THỐNG**2.1. Cân bằng công suất tác dụng.**

Đặc điểm quan trọng của các hệ thống điện là truyền tải tức thời điện năng từ nguồn điện đến các hộ tiêu thụ và không thể tích lũy điện năng thành các lượng thấy được. Tính chất này xác định tính đồng bộ của quá trình sản xuất và tiêu thụ điện năng .

Tại mỗi thời điểm trong chế độ xác lập của hệ thống, các nhà máy cân phải phát công suất bằng với công suất của các hộ tiêu thụ, kể cả tổn thất công suất trong các mạng điện, nghĩa là cần phải thực hiện đúng sự cân bằng giữa công suất phát và công suất tiêu thụ.

Ngoài ra, để đảm bảo cho hệ thống vận hành bình thường, cần phải có dự trữ nhất định của công suất tác dụng trong hệ thống. Dự trữ trong hệ thống điện là một vấn đề quan trọng, liên quan đến vận hành cũng như sự phát triển của hệ thống.

Vì vậy, phương trình cân bằng công suất tác dụng trong chế độ phụ tải cực đại đối với hệ thống điện thiết kế có dạng:

$$P_{\text{ND}} = P_{\text{tt}} = m \sum P_{\text{max}} + \sum \Delta P + P_{\text{td}} + P_{\text{dt}}$$

Trong đó:

P_{ND}	tổng công suất tác dụng do nguồn điện phát ra (theo đề bài coi như vô cùng lớn);
$\sum P_{\text{max}}$	tổng công suất tác dụng của các phụ tải trong chế độ phụ tải cực đại
$\sum \Delta P$	tổng tổn thất công suất tác dụng trong mạng điện, khi tính sơ bộ có thể lấy $\sum \Delta P = 5\% \sum P_{\text{max}}$
P_{td}	công suất tác dụng tự dùng trong nhà máy điện (vì nguồn có công suất vô cùng lớn nên ta coi $P_{\text{td}} = 0$)
P_{dt}	công suất dự trữ trong hệ thống (vì hệ thống điện có công suất

vô cùng lớn nên công suất dự trữ bằng 0)
 P_{tt} công suất tác dụng tiêu thụ của mạng điện

Một cách gần đúng ta sử dụng công thức:

$$\sum P_F = \sum P_{pt} + 5\% \sum P_{pt}$$

Tổng công suất tác dụng của phụ tải khi cực đại được xác định từ bảng 2 bằng :

$$\sum P_{max} = 3,6 + 2,5 + 3,2 + 2,0 + 1,8 + 2,0 = 15,1 \text{ (MW)}$$

Do đó, công suất tiêu thụ trong mạng điện có giá trị:

$$P_{tt} = 15,1 + 0,05 \cdot 15,1 = 15,86 \text{ (MW)}$$

Suy ra, công suất tác dụng phát ra của nguồn điện là:

$$P_{ND} = P_{tt} = 15,86 \text{ (MW)}$$

Vì hệ số $\cos\varphi$ của nguồn điện là 0,85 ($\text{tg}\varphi = 0,62$), nên công suất phản kháng phát ra của nguồn điện là:

$$Q_{ND} = \text{tg}\varphi \cdot P_{ND} = 0,62 \times 15,86 = 9,83 \text{ (MVar)}$$

2.2. Cân bằng công suất phản kháng:

Sản xuất và tiêu thụ điện năng bằng dòng điện xoay chiều đòi hỏi sự cân bằng giữa điện năng sản xuất ra và điện năng tiêu thụ tại mỗi thời điểm. Sự cân bằng ko chỉ đòi hỏi với công suất tác dụng mà còn cả với công suất phản kháng.

Sự cân bằng công suất phản kháng có liên hệ với điện áp. Phá hoại sự cân bằng công suất phản kháng sẽ dẫn tới sẽ dẫn tới sự thay đổi điện áp trong mạng điện. Nếu công suất phản kháng phát ra lớn hơn công suất tiêu thì điện áp trong mạng sẽ tăng, ngược lại, nếu thiếu công suất phản kháng thì điện áp trong mạng sẽ giảm. Vì vậy, để đảm bảo chất lượng cần thiết của điện áp ở các hộ tiêu thụ, cần tiến hành cân bằng sơ bộ công suất phản kháng.

Phương trình cân bằng công suất phản kháng trong mạng điện thiết kế có dạng:

$$Q_{\text{ND}} = Q_{\text{tt}} = m \sum Q_{\text{max}} + \sum \Delta Q_b + (\sum \Delta Q_l - \sum \Delta Q_c) + (Q_{\text{td}} + Q_{\text{dt}})$$

Trong đó:

- Q_{ND} tổng công suất phản kháng do nguồn điện phát ra (coi như vô cùng lớn);
- m hệ số đồng thời xuất hiện các phụ tải cực đại ($m=1$)
- $\sum Q_{\text{max}}$ tổng công suất phản kháng của các phụ tải trong chế độ phụ tải cực đại
- $\sum \Delta Q_b$ tổng tổn thất công suất trong các MBA hạ áp, trong tính toán sơ bộ có thể lấy $\sum \Delta Q_b = 15\% \sum Q_{\text{max}}$
- $\sum \Delta Q_L$ tổng tổn thất công suất phản kháng trong cảm kháng của các đường dây trong mạng điện
- $\sum \Delta Q_C$ tổng tổn thất công suất phản kháng trong điện dung của các đường dây trong mạng điện sinh ra, khi tính toán sơ bộ có thể lấy $(\sum \Delta Q_l - \sum \Delta Q_c) = 0$
- Q_{td} công suất phản kháng tự dùng trong nhà máy điện (vì nguồn có công suất vô cùng lớn nên ta coi $P_{\text{td}} = 0$)
- Q_{dt} công suất phản kháng dự trữ trong hệ thống (vì hệ thống điện có công suất vô cùng lớn nên công suất dự trữ bằng 0)
- Q_{tt} công suất phản kháng của mạng điện

Tổng công suất phản kháng của phụ tải trong chế độ phụ tải cực đại bằng:

$$\begin{aligned} \cos \varphi_{\text{pt}} = 0,8 &\Rightarrow \text{tg} \varphi_{\text{pt}} = 0,75 \\ \sum Q_{\text{max}} = 15,1 &* 0,75 = 9,36 \text{ (MVAr)} \end{aligned}$$

Tổng tổn thất công suất phản kháng trong các máy biến áp hạ áp bằng:

$$\sum \Delta Q_b = 0,15 \sum Q_{\text{max}} = 0,15 \times 9,36 = 1,4 \text{ (MVAr)}$$

Suy ra, tổng công suất phản kháng trong mạng điện bằng:

$$Q_{tt} = 9,36 + 1,4 = 10,76 \text{ (MVAr)}$$

Mà theo trên, công suất phản kháng phát ra của nguồn điện là $Q_{ND} = 9,83 \text{ (MVAr)} < Q_{tt} = 10,76 \text{ (MVAr)}$. Do đó, ta phải tiến hành bù sơ bộ công suất phản kháng trong mạng.

Công suất phản kháng cần phải bù:

$$\sum Q_{bù} = Q_{yc} - Q_{tt} = 10,76 - 9,83 = 0,94 \text{ MVAr}$$

Khi tiến hành bù cưỡng bức tại các nút, ưu tiên bù các điểm có công suất lớn và phụ tải ở xa nguồn, sao cho công suất mới $\cos\varphi_m$ có giá trị trong khoảng $0,85 \div 0,95$ (không bù cao hơn nữa vì sẽ không kinh tế và ảnh hưởng tới tính ổn định của hệ thống điện).

Công suất bù cho hệ tiêu thụ thứ i được tính theo công thức sau:

$$Q_{bù} = Q_i - P_i \cdot \text{tg}\varphi_m$$

Trong đó:

P_i , Q_i là công suất của hệ tiêu thụ trước khi bù;

$\cos\varphi_m$: hệ số công suất của hệ thứ i sau khi bù.

Ta chọn 3 vị trí bù tại phụ tải 1, 3, 6. Kết quả bù được cho trong **bảng**

2.1.

Bảng 2.1: Kết quả bù sơ bộ chế độ phụ tải cực đại

Phụ tải	P_{\max} (MW)	Trước bù	Bù	Sau bù	$\text{Cos}\varphi_m$
		Q_{\max} (MVAr)	Q_b (MVAr)	Q'_{\max} (MVAr)	
1	3,60	2,23	0,19	2,04	0,87
2	2,50	1,55	0,13	1,42	0,87
3	3,20	1,98	0,17	1,81	0,87
4	2,00	1,24	0,11	1,13	0,87
5	1,80	1,12	0,10	1,02	0,87
6	2,00	1,24	0,24	1,00	0,895
Tổng	15,10	9,36	0,94	8,42	

Bảng 2.2: Kết quả bù sơ bộ chế độ phụ tải cực tiểu

Phụ tải	P_{\min} (MW)	Trước bù	Sau bù	$\cos\varphi_m$
		Q_{\min} (MVar)	Q'_{\min} (MVar)	
1	2,80	1,74	1,59	0,87
2	1,20	0,74	0,68	0,87
3	1,70	1,05	0,96	0,87
4	1,60	0,99	0,91	0,87
5	1,20	0,74	0,68	0,87
6	1,50	0,93	0,75	0,895
Tổng	10,00	6,20	5,57	

Chương 3.

CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU**3.1. Dự kiến các phương án:**

Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của mạng điện phụ thuộc rất nhiều vào sơ đồ của nó. Vì vậy, các sơ đồ mạng điện cần phải có các chi phí nhỏ nhất nhưng phải đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện cần thiết và chất lượng điện năng đạt yêu cầu của các hộ tiêu thụ, thuận tiện và an toàn trong vận hành, khả năng phát triển trong tương lai và tiếp nhận các phụ tải mới.

Trong thiết kế hiện nay, để chọn được sơ đồ tối ưu của mạng điện người ta sử dụng phương pháp nhiều phương án. Từ các vị trí đã cho của các phụ tải, và các nguồn cung cấp, cần dự kiến một số phương án và phương án tốt nhất sẽ dựa trên sự so sánh kinh tế – kỹ thuật các phương án đó. Không cần dự kiến quá nhiều các phương án. Sau khi phân tích tương đối cẩn thận có thể dự kiến 4 đến 5 phương án hợp lý nhất. Đồng thời cần chú ý chọn các sơ đồ đơn giản. Các sơ đồ phức tạp hơn được chọn trong trường hợp các sơ đồ đơn giản không thỏa mãn các yêu cầu kinh tế kỹ thuật.

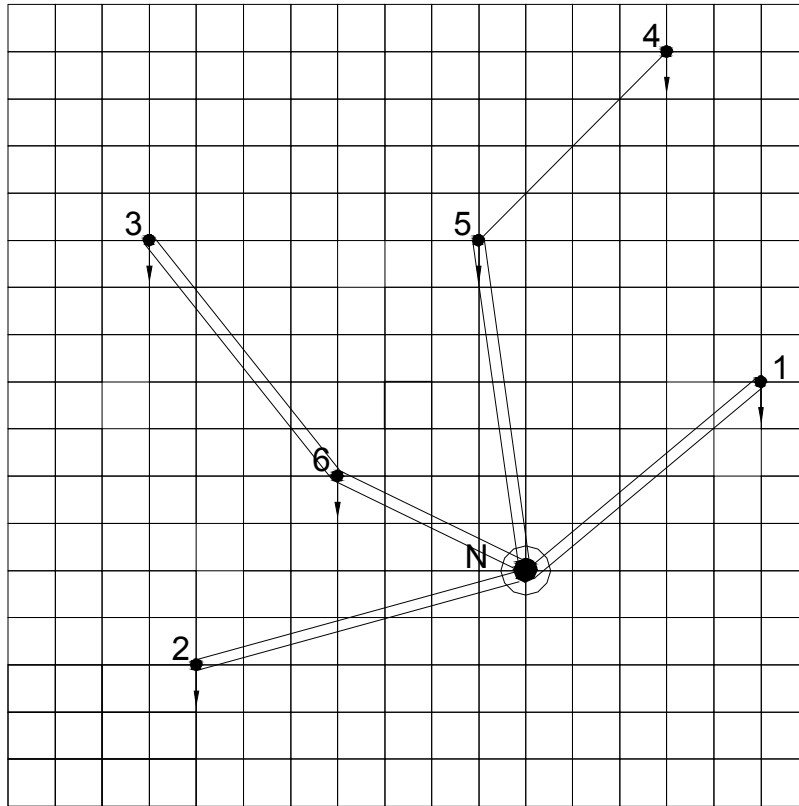
Những phương án được lựa chọn để so sánh về kinh tế chỉ là các phương án thỏa mãn các yêu cầu về kỹ thuật của mạng điện.

Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu đối với mạng điện là độ tin cậy cung cấp điện chất lượng điện năng cao. Khi dự kiến về sơ đồ của mạng điện thiết kế, trước hết, cần chú ý đến 2 yêu cầu trên. Để thực hiện yêu cầu về độ tin cậy cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ loại I, cần đảm bảo dự phòng 100% trong mạng điện, đồng thời dự phòng đóng tự động. Vì vậy, để cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ loại I, có thể dùng đường dây 2 mạch hoặc mạch vòng.

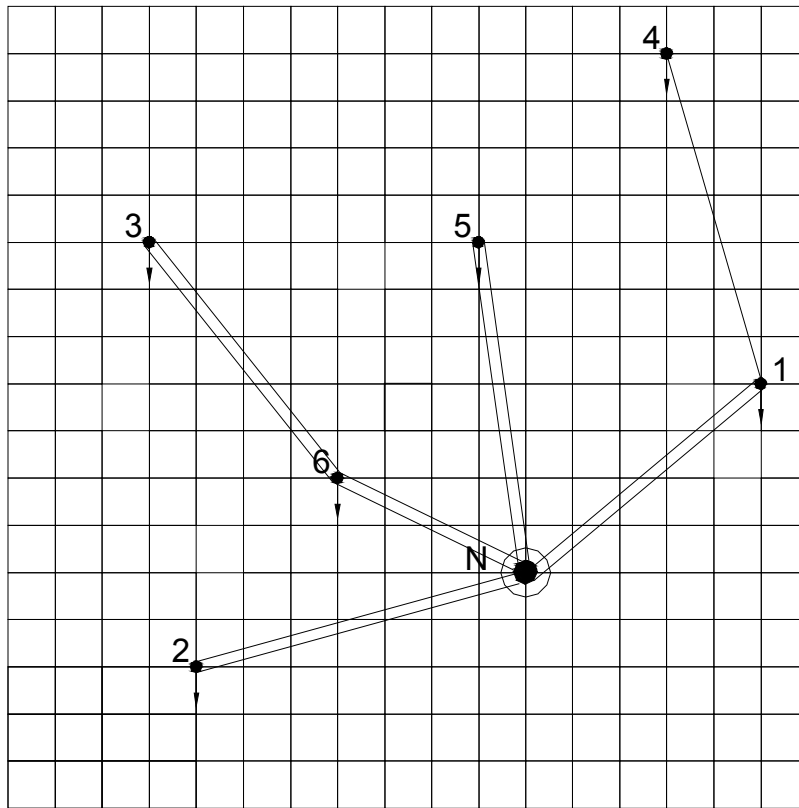
Đối với các hộ tiêu thụ loại II, trong nhiều trường hợp được cung cấp bằng đường dây 2 mạch hoặc 2 đường dây riêng biệt. Nhưng nói chung cho phép cung cấp điện cho các hộ loại II bằng đường dây trên không một mạch, bởi vì thời gian sửa chữa đường dây trên không rất ngắn.

Các hộ tiêu thụ loại III được cung cấp bằng đường dây trên không một mạch.

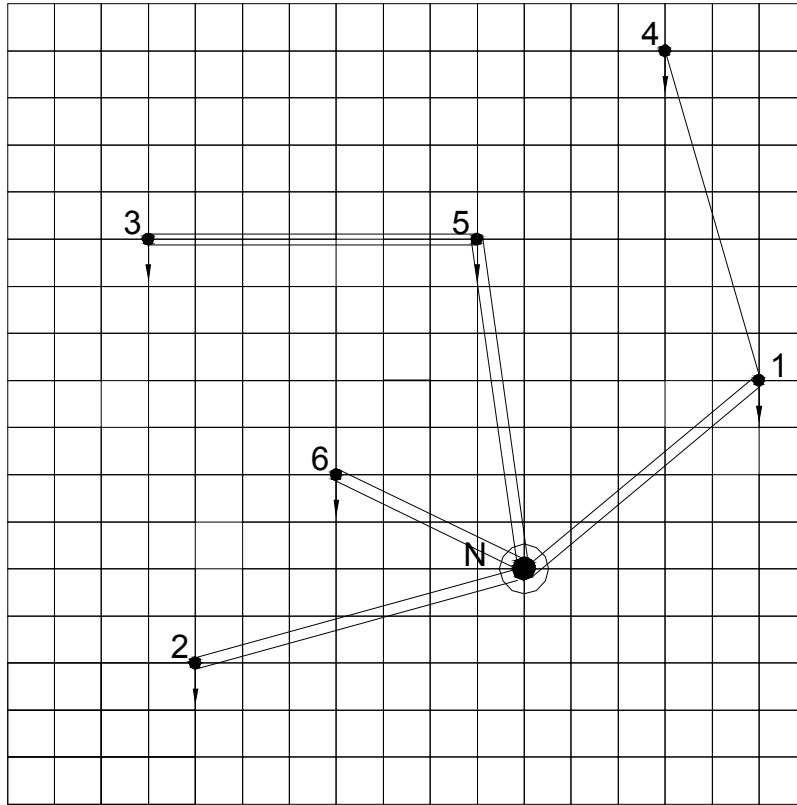
Trên cơ sở phân tích những đặc điểm của các nguồn cung cấp và các phụ tải cũng như vị trí của chúng, có năm phương án được đưa ra như hình dưới đây.



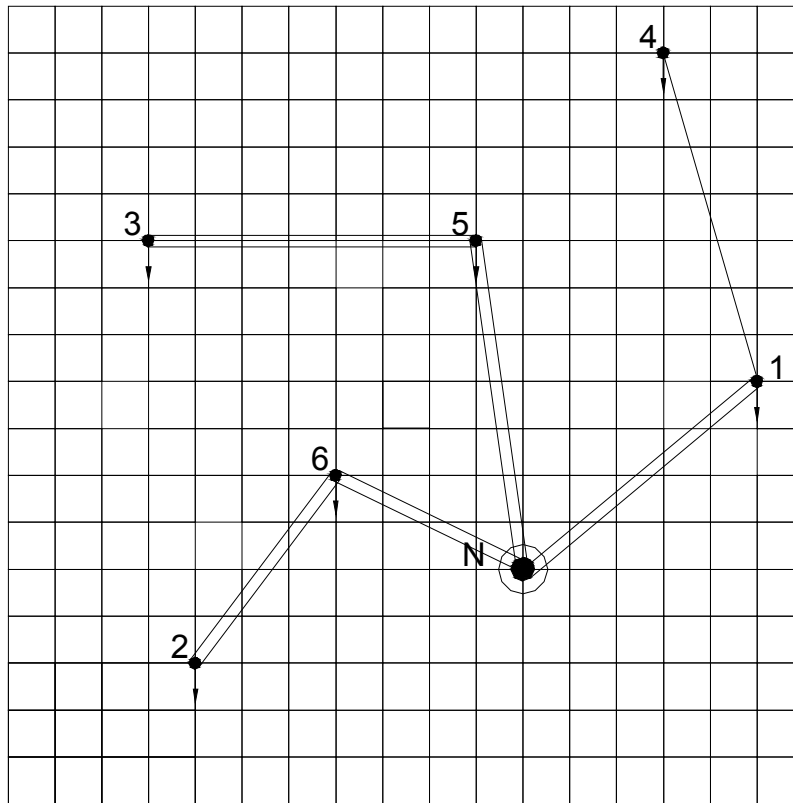
Sơ đồ mạch điện các phương án 1



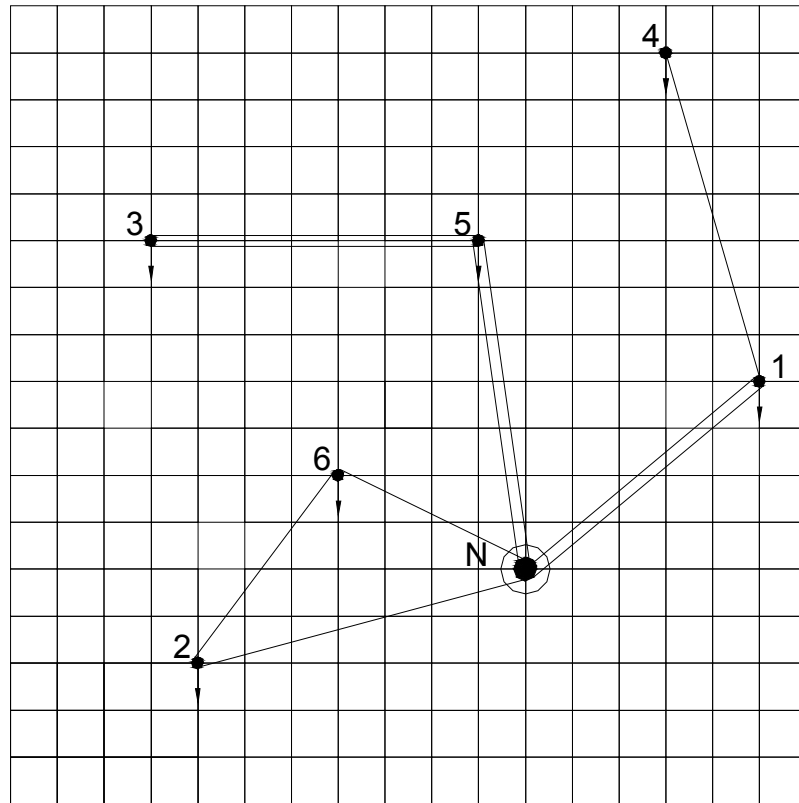
Sơ đồ mạch điện các phương án 2



Sơ đồ mạch điện các phương án 3



Sơ đồ mạch điện các phương án 4



Sơ đồ mạch điện các phương án 5

Để so sánh các phương án về mặt kỹ thuật, ta phải xét tới các nội dung sau:

- + Chọn lựa cấp điện áp định mức của hệ thống,
- + Chọn lựa tiết diện dây dẫn,
- + Tính toán tổn thất điện áp,
- + Kiểm tra điều kiện phát nóng của dây dẫn khi có sự cố.

3.1.1. Chọn điện áp định mức của mạng điện

Điện áp định mức của mạng điện ảnh hưởng chủ yếu đến các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, cũng như các đặc trưng của mạng điện.

Điện áp định mức của mạng điện phụ thuộc vào nhiều yếu tố: công suất của phụ tải, khoảng cách giữa các phụ tải và các nguồn cung cấp điện, vị trí tương đối giữa các phụ tải với nhau, sơ đồ mạng điện.

Điện áp định mức của mạng điện thiết kế được chọn đồng thời với sơ đồ cung cấp điện. Điện áp định mức sơ bộ của mạng điện có thể xác định theo giá trị của công suất trên mỗi đường dây trong mạng điện.

Các phương án của mạng điện thiết kế hay là các đoạn đường dây riêng biệt của mạng điện có thể có điện áp định mức khác nhau. Trong khi tính toán, thông thường, trước hết, chọn điện áp định mức của các đường dây có công suất truyền tải lớn. Các đoạn đường dây trong mạng kín, theo thường lệ, cần được thực hiện với một cấp điện áp định mức.

Có thể tính điện áp định mức của đường dây theo công thức kinh nghiệm sau:

$$U_{dm} = 4,34 \sqrt{L+16P} \text{ (kV)}$$

Trong đó:

L - khoảng cách truyền tải. (km)

P – công suất truyền tải trên đường dây. (MW)

3.1. 2. Chọn tiết diện dây dẫn:

Đối với các mạng điện khu vực, tiết diện dây dẫn được chọn theo mật độ kinh tế của dòng điện, nghĩa là:

$$F = \frac{I_{max}}{J_{kt}}$$

Trong đó:

I_{max} – dòng điện chạy trên đường dây trong chế độ phụ tải cực đại, (A)

J_{kt} – mật độ kinh tế của dòng điện, A/mm^2 . Với dây AC, và $T_{max} = 2900h$ thì $J_{kt} = 1,3 A/mm^2$.

Dòng điện chạy trên đường dây trong chế độ phụ tải cực đại được xác định theo công thức:

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{n\sqrt{3}U_{dd}} \times 10^3 \text{ (A)}$$

Trong đó:

N – số mạch của đường dây

U_{dm} – điện áp định mức của mạng điện, kV

S_{max} – Công suất chạy trên đường dây khi phụ tải cực đại.

Dựa vào tiết diện dây được tính theo dòng điện kinh tế ở trên, ta tiến hành chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất và kiểm tra các điều kiện về sự tạo thành vàng quang, độ bền cơ của đường dây và phát nóng đường dây ở chế độ sau sự cố.

Độ bền cơ của đường dây trên không thường được phối hợp với điều kiện về vàng quang của dây dẫn, cho nên ta ko phải kiểm tra điều kiện này.

Để đảm bảo cho đường dây vận hành bình thường trong các chế độ sau sự cố, cần phải có điều kiện sau:

$$I_{sc} \leq I_{cp}$$

Trong đó:

I_{sc} – dòng điện chạy trên đường dây trong chế độ sự cố.

I_{cp} – dòng điện làm việc lâu dài cho phép của dây dẫn.

Sự cố có thể xảy ra là:

+ Ngừng một mạch trên đường dây với các sơ đồ dùng đường dây kép;

+ Ngừng một mạch trên đường dây đơn trong sơ đồ mạch vòng;

+ Ngừng một MBA...

Trong quá trình xét sự cố xảy ra, ta chỉ xét sự cố nặng nề nhất có thể xảy ra, đồng thời, ko xét khả năng các sự cố xếp chồng.

Khi tính tiết diện các dây dẫn cần sử dụng các dòng công suất chạy trên đường dây.

3.1.3. Tính tổn thất điện áp trong mạng điện

Điện năng cung cấp cho các hộ tiêu thụ được đặc trưng bằng tần số của dòng điện và độ lệch điện áp so với điện áp định mức trên các cực của các thiết bị điện. Khi thiết kế mạng điện thường giả thiết rằng hệ thống hoặc các nguồn cung cấp có đủ công suất tác dụng cung cấp cho các phụ tải. Do đó, không xét đến vấn đề duy trì tần số. Vì vậy, chỉ tiêu chất lượng của điện

năng là giá trị của độ lệch điện áp ở các hộ tiêu thụ so với điện áp định mức ở mạng điện thứ cấp.

Khi chọn sơ bộ các phương án cung cấp điện có thể đánh giá chất lượng điện năng theo các giá trị của tổn thất điện áp.

Khi tính sơ bộ các phương án cung cấp điện có thể đánh giá chất lượng điện năng theo các giá trị tổn thất điện áp.

Khi tính sơ bộ các mức điện áp trong các trạm hạ áp, có thể chấp nhận là phù hợp nếu trong chế độ phụ tải cực đại các tổn thất điện áp lớn nhất trong mạng điện có một cấp điện áp không vượt quá 15% trong chế độ làm việc bình thường, còn trong các chế độ sau sự cố các tổn thất điện áp không được quá 20%, nghĩa là:

$$\Delta U_{\max bt} \% \leq 15\%$$

$$\Delta U_{\max sc} \% \leq 20\%,$$

Đối với những mạng điện phức tạp, có thể chấp nhận các tổn thất điện áp lớn nhất đến 20% trong chế độ phụ tải cực đại khi vận hành bình thường và đến 25% trong chế độ sau sự cố, nghĩa là:

$$\Delta U_{\max bt} \% \leq 20\%$$

$$\Delta U_{\max sc} \% \leq 25\%,$$

Đối với các tổn thất điện áp như vậy, cần sử dụng các máy biến áp điều áp dưới tải trong các trạm hạ áp.

Tổn thất điện áp trên đường dây thứ i nào đó khi vận hành được xác định theo công thức:

$$\Delta U_{i bt} = \frac{P_i R_i + Q_i X_i}{U_{dm}^2} 100 \text{ (kV)}$$

Trong đó:

P_i, Q_i – công suất chạy trên đường dây thứ i ;

R_i, X_i – điện trở và điện kháng trên đường dây thứ i ;

Đối với đường dây có hai mạch, nếu ngừng một mạch thì tổn thất điện áp trên trên đường dây bằng:

$$\Delta U_{isc} \% = 2 \times \Delta U_{ibt} \%$$

3.2. Chọn điện áp định mức của mạng điện:

Dòng công suất chạy trên đường dây ND – 1 là:

$$\dot{S}_{ND-1} = \dot{S}_{1 \max} = 3,6 + j2,04 \text{ (MVA)}$$

Điện áp định mức trên đường dây ND – 1 theo công thức kinh nghiệm là:

Điện áp định mức trên đường dây ND – 1 theo công thức kinh nghiệm là:

$$U_{dm} = 4,34 \sqrt{L+16P} \text{ (kV)}$$

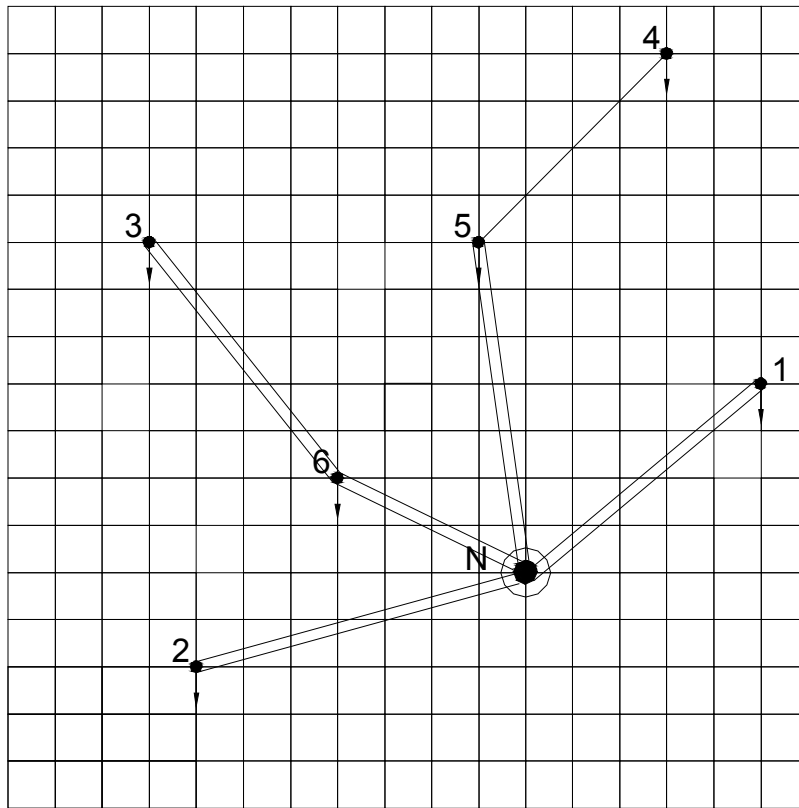
$$= 4,34 \sqrt{32,02+16 \times 3,6} = 41,08 \text{ (kV)}$$

Hoàn toàn tương tự ta có kết quả tính điện áp định mức của các đường dây trong phương án 1 cho trong bảng sau:

Phương án 1	Pmax (MW)	Chiều dài đường dây L (km)	Điện áp tính toán U (kV)	Điện áp định mức U_{dm} (kV)
N--1	3,60	32,02	41,08	35
N--2	2,50	36,40	37,93	
N--3	3,20	53,15	44,33	
N--4	2,00	57,01	40,95	
N--5	1,80	35,36	34,76	
N--6	2,00	22,36	32,00	

Từ các kết quả nhận được trong bảng, ta chọn điện áp định mức của mạng điện $U_{dm} = 35 \text{ kV}$

3.3. Tính toán sơ bộ các phương án:**3.3.1. Phương án 1:****Sơ đồ mạch điện phương án I**



a. Chọn tiết diện dây dẫn:

Dòng điện chạy trên đường dây ND – 1 khi phụ tải cực đại bằng:

$$I_{ND-1} = \frac{S_{ND-1}}{2\sqrt{3}U_{dm}} \cdot 10^3 = \frac{\sqrt{(3,6+2,04)^2}}{2\sqrt{3} \times 35} \cdot 10^3 = 34,13 \text{ (A)}$$

Tiết diện kinh tế của dây dẫn là:

$$F_{kt \text{ ND-1}} = \frac{I_{ND-1}}{J_{kt}} = \frac{34,13}{1,3} = 26,25 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tương tự ta tính toán đối với các lộ còn lại.

Từ các thông số vừa tính ở trên, ta chọn dây cho các lộ là (chỉ dùng dây AC)

Phương án 1	Dòng điện tính toán I (A)	Tiết diện kinh tế F_{kt} (mm ²)	Dòng điện sự cố trên dây I_{sc} (A)	Dây dẫn	Dòng điện cho phép I_{cp} (A)	r_0 (Ω.m)	x_0 (Ω.m)
N--1	34,13	26,25	68,26	2AC-35	175	0,91	0,445
N--2	23,70	18,23	47,40	2AC-35	175	0,91	0,445
6--3	30,34	23,34	60,67	2AC-35	175	0,91	0,445
5--4	37,92	29,17	37,92	AC-35	175	0,91	0,445
N--5	36,03	27,71	72,05	2AC-35	175	0,91	0,445
N--6	48,76	37,51	97,51	2AC-35	175	0,91	0,445

c. Tính tổn thất điện áp trong mạng điện:

Khi mạch làm việc bình thường

- Tổn thất điện áp trên đường dây NĐ – 1 có giá trị:

$$\Delta U_{bt \text{ NĐ-1 \%}} = \frac{(3,6 \times 0,91 + 2,04 \times 0,445) \cdot 32,02}{2 \cdot 35^2} \times 100 = 5,47 (\%)$$

- Khi sự cố 01 đường dây

$$\Delta U_{sc \text{ N-1 \%}} = 2 \cdot \Delta U_{bt \text{ NĐ-1 \%}} = 10,93 (\%)$$

Các nhánh khác tính toán tương tự.

Bảng tóm tắt các thông số của phương án 1:

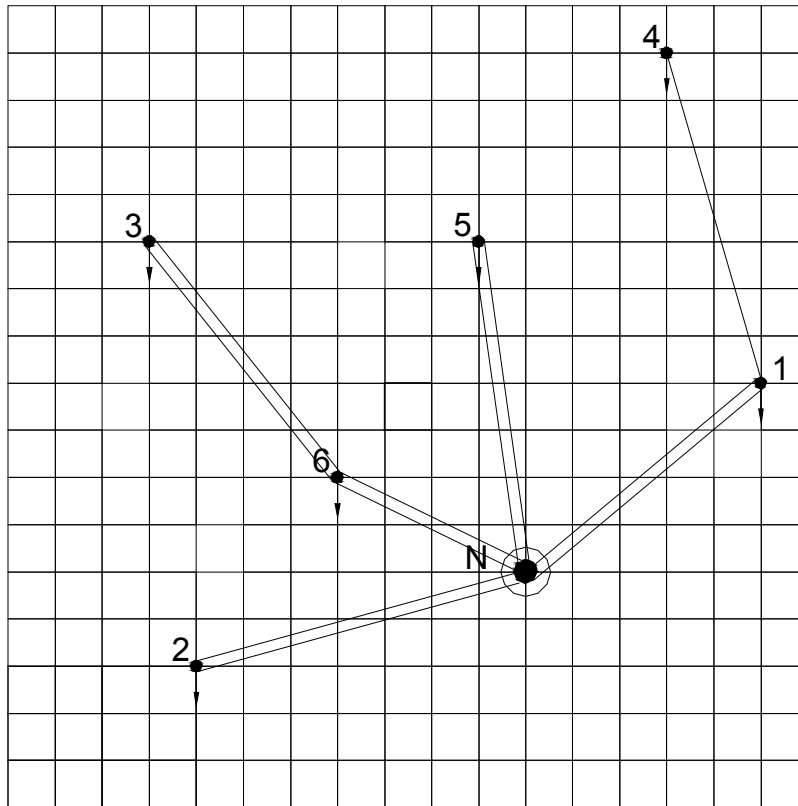
Phương án 1	P_{\max} (MW)	Q_{\max} (MVar)	Tổn thất điện áp (bt) $\Delta U_{\max\%}$	Tổn thất điện áp (sự cố) $\Delta U_{\text{scmax}\%}$
N--1	3,60	2,04	5,47	10,93
N--2	2,50	1,42	4,32	8,63
6--3	3,20	1,81	4,86	9,72
5--4	2,00	1,13	5,37	5,37
N--5	3,80	2,15	6,37	12,75
N--6	5,20	2,81	5,46	10,92
N--6--3			10,32	15,78
N--5--4			11,74	18,11

Vậy $\Delta U_{\text{btmax}\%} = 11,74\%$

$\Delta U_{\text{scmax}\%} = 18,11\%$

3.2.2. Phương án 2:

Sơ đồ mạch điện phương án II



a. Chọn tiết diện dây dẫn:

Hoàn toàn tương tự, ta tính được các thông số cho các phụ tải còn lại và kết quả được cho trong bảng sau:

Phương án 1	Dòng điện tính toán I (A)	Tiết diện kinh tế F_{kt} (mm ²)	Dòng điện sự cố trên dây I_{sc} (A)	Dây dẫn	Dòng điện cho phép I_{cp} (A)	r_0 (Ω.m)	x_0 (Ω.m)
N--1	53,09	40,84	106,18	2AC-50	210	0,63	0,443
N--2	23,70	18,23	47,40	2AC-35	175	0,91	0,445
6--3	30,34	23,34	60,67	2AC-35	175	0,91	0,445
1--4	37,92	29,17	37,92	AC-35	175	0,91	0,445
N--5	17,06	13,13	34,13	2AC-35	175	0,91	0,445
N--6	48,76	37,51	97,51	2AC-35	175	0,91	0,445

b. Tính tổn thất điện áp trong mạng điện:

Hoàn toàn tương tự, ta tính được các thông số cho các phụ tải còn lại và kết quả được cho trong bảng sau:

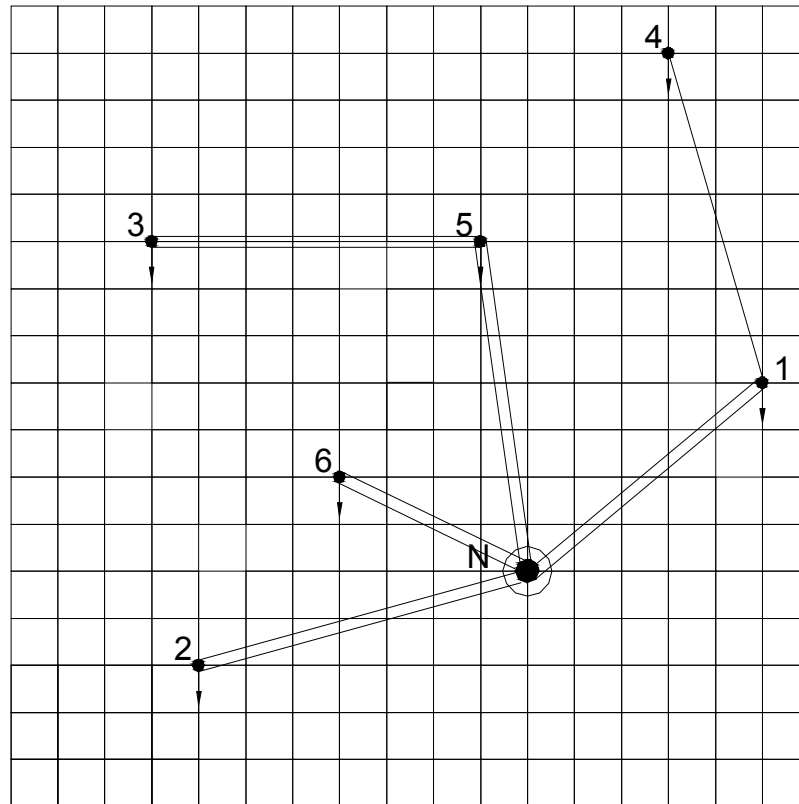
Phương án 2	P_{\max} (MW)	Q_{\max} (MVar)	Tổn thất điện áp (bt) $\Delta U_{\max\%}$	Tổn thất điện áp (sự cố) $\Delta U_{\text{scmax}\%}$
N--1	5,60	3,17	6,45	12,90
N--2	2,50	1,42	4,32	8,63
6--3	3,20	1,81	4,86	9,72
1--4	2,00	1,13	6,91	6,91
N--5	1,80	1,02	3,02	6,04
N--6	5,20	2,81	5,46	10,92
N-1-4			13,36	19,80
N-6-3			10,32	15,78

Vậy $\Delta U_{\text{btmax}\%} = 13,36\%$

$\Delta U_{\text{scmax}\%} = 19,80\%$

3. Phương án 3:

Sơ đồ mạch điện phương án III



a. Chọn tiết diện dây dẫn:

Tính toán tương tự phương án 1 ta có kết quả cho trong bảng sau:

Phương án 3	Dòng điện tính toán I (A)	Tiết diện kinh tế F_{kt} (mm ²)	Dòng điện sự cố trên dây I_{sc} (A)	Dây dẫn	Dòng điện cho phép I_{cp} (A)	r_0 (Ω.m)	x_0 (Ω.m)
N--1	53,09	40,84	106,18	2AC-50	210	0,63	0,443
N--2	23,70	18,23	47,40	2AC-35	175	0,91	0,445
5--3	30,34	23,34	60,67	2AC-35	175	0,91	0,445
1--4	37,92	29,17	37,92	AC-35	175	0,91	0,445
N--5	47,40	36,46	94,80	2AC-50	210	0,63	0,443
N--6	18,44	14,18	36,87	2AC-35	175	0,91	0,445

b. Tính tổn thất điện áp trong mạng điện:

Tính toán tương tự phương án 2 ta có kết quả cho trong bảng sau:

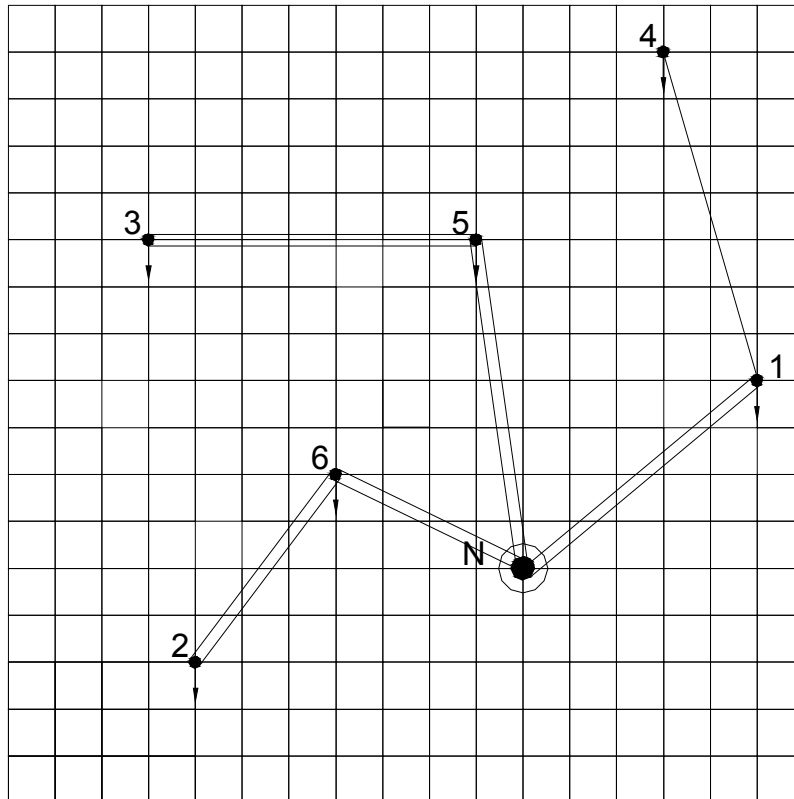
Phương án 3	P_{max} (MW)	Q_{max} (MVar)	Tổn thất điện áp (bt) $\Delta U_{max\%}$	Tổn thất điện áp (sự cố) $\Delta U_{scmax\%}$
N--1	5,60	3,17	6,45	12,90
N--2	2,50	1,42	4,32	8,63
5--3	3,20	1,81	5,31	10,63
1--4	2,00	1,13	6,91	6,91
N--5	5,00	2,83	6,36	12,72
N--6	2,00	1,00	2,07	4,13
N-1--4			13,36	19,80
N-5--3			11,67	18,03

Vậy $\Delta U_{btmax\%} = 13,36\%$

$$\Delta U_{scmax\%} = 19,80\%$$

4. Phương án 4:

Sơ đồ mạch điện phương án IV



a. Chọn tiết diện dây dẫn:

Hoàn toàn tương tự, ta tính được các thông số cho các phụ tải và kết quả được cho trong bảng sau:

Phương án 4	Dòng điện tính toán I (A)	Tiết diện kinh tế F_{kt} (mm ²)	Dòng điện sự cố trên dây I_{sc} (A)	Dây dẫn	Dòng điện cho phép I_{cp} (A)	r_0 ($\Omega.m$)	x_0 ($\Omega.m$)
N--1	53,09	40,84	106,18	2AC-50	210	0,63	0,443
6--2	23,70	18,23	47,40	2AC-35	175	0,91	0,445
5--3	30,34	23,34	60,67	2AC-35	175	0,91	0,445
1--4	37,92	29,17	37,92	AC-35	175	0,91	0,445
N--5	47,40	36,46	94,80	2AC-50	210	0,63	0,443
N--6	42,12	32,40	84,25	2AC-35	175	0,91	0,445

b. Tính tổn thất điện áp trong mạng điện:

Hoàn toàn tương tự, ta tính được các thông số cho các phụ tải và kết quả được cho trong bảng sau:

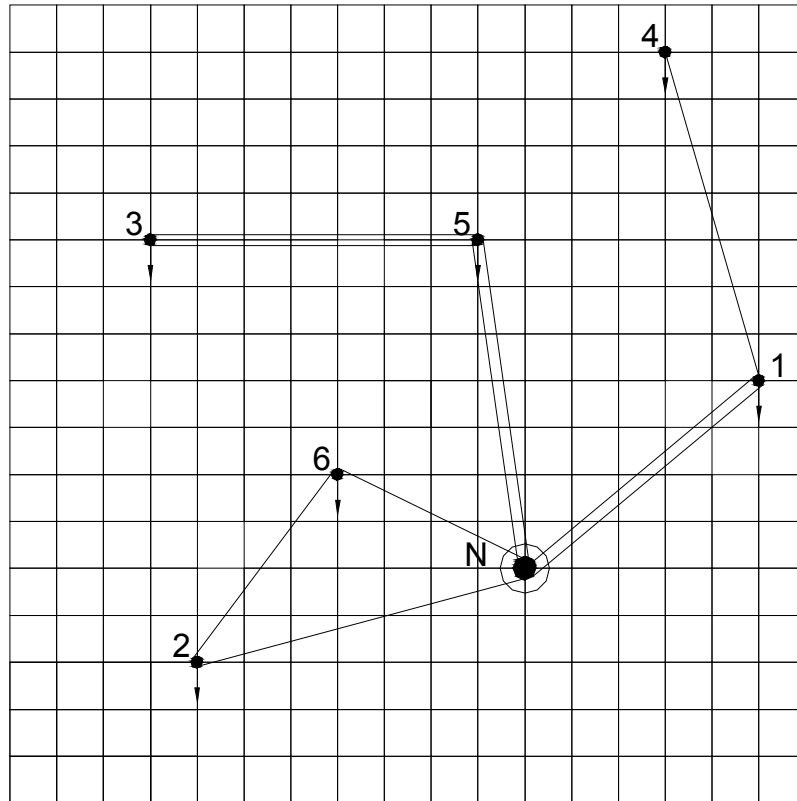
Phương án 4	P_{max} (MW)	Q_{max} (MVar)	Tổn thất điện áp (bt) $\Delta U_{max\%}$	Tổn thất điện áp (sự cố) $\Delta U_{scmax\%}$
N--1	5,60	3,17	6,45	12,90
6--2	2,50	1,42	2,96	5,93
5--3	3,20	1,81	5,31	10,63
1--4	2,00	1,13	6,91	6,91
N--5	5,00	2,83	6,36	12,72
N--6	4,50	2,42	4,72	9,44
N-1--4			13,36	19,80
N-5--3			11,67	18,03
N-6--2			11,17	12,40

Vậy $\Delta U_{btmax\%} = 13,36\%$

$\Delta U_{scmax\%} = 19,80\%$

5. Phương án 5:

Sơ đồ mạch điện phương án V



Chọn tiết diện dây dẫn:

Dòng công suất chạy trên đường dây NĐ – 2 là:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{N-2} &= \frac{1}{L_{\Sigma}} [\dot{S}_2(l_{N6} + l_{2-6}) + \dot{S}_6.l_{N6}] \\ &= \frac{1}{83,76} [(2,5+j1,42).(22,36 + 25) + (2+j1,0).22,36] \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \dot{S}_{N-2} = 1,95 + j 1,07 \text{ MVA}$$

Dòng công suất chạy trên đường dây NĐ – 6 là:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{N-6} &= (\dot{S}_4 + \dot{S}_6) - \dot{S}_{N-4} = (2,5+j1,42+ 2+j1,0) - 1,95 - j 1,07 \\ \Rightarrow \dot{S}_{N-6} &= 1,45 + j 0,55 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Dòng công suất chạy trên đường dây 6 - 2 là

$$\dot{S}_{6-2} = \dot{S}_2 - \dot{S}_{N-2} = 2,5+j1,42- (1,95 + j 1,07)$$

$$= 0,55 + j 0,35 \text{ MVA}$$

Vì dây dẫn trên đường dây NĐ – 2, NĐ – 6 và 2 – 6 đều là dây đơn nên dòng điện chạy trên các đường dây được tính theo công thức:

$$I = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}U_{dm}} \times 10^3 \text{ (A)}$$

Dòng điện chạy trên đường dây NĐ – 2 khi phụ tải cực đại bằng:

$$I_{N-2} = \frac{S_{N-2}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} \cdot 10^3 = \frac{\sqrt{1,95^2 + 1,07^2}}{\sqrt{3} \cdot 35} \cdot 10^3 = 36,64 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của dây dẫn là:

$$F_{N-2} = \frac{I_{N-2}}{J_{kt}} = \frac{36,64}{1,3} = 28,18 \text{ mm}^2$$

Dòng điện chạy trên đường dây NĐ – 6 khi phụ tải cực đại bằng:

$$I_{N-6} = \frac{S_{N-6}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} \cdot 10^3 = 26,17 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của dây dẫn là:

$$F_{N-6} = \frac{I_{N-6}}{J_{kt}} = \frac{26,17}{1,3} = 20,13 \text{ mm}^2$$

Dòng điện chạy trên đường dây 2 – 6 khi phụ tải cực đại bằng:

$$I_{2-6} = \frac{S_{2-6}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} \cdot 10^3 = 10,78 \text{ A}$$

Tiết diện kinh tế của dây dẫn là:

$$F_{2-6} = \frac{I_{2-6}}{J_{kt}} = \frac{10,78}{1,1} = 8,29 \text{ mm}^2$$

Đối với đường dây mạng điện theo phương án 5 thì sự cố có thể xảy ra là đứt một trong hai đường dây NĐ-2, NĐ-6, khi đó, dòng điện chạy theo hướng còn lại của mạch vòng.

Dễ thấy, trong hai trường hợp trên thì đường dây 2-6 sẽ có dòng sự cố cao nhất khi dây NĐ-6 đứt.

Khi đứt một mạch NĐ-2 hoặc NĐ-6 thì dòng sự cố trên dây NĐ-2, NĐ-6 là:

$$I_{N-2sc} = \frac{\sqrt{4,5^2 + 2,42^2}}{\sqrt{3} \cdot 35} \cdot 10^3 = 84,25A$$

Khi đứt một mạch ND-2 thì dòng sự cố trên dây 6-2 là:

$$I_{6-2sc} = \frac{S_2}{\sqrt{3} \cdot 35} \cdot 10^3 = \frac{\sqrt{2,5^2 + 1,42^2}}{\sqrt{3} \cdot 35} \cdot 10^3 = 47,4A$$

Từ các thông số vừa tính ở trên, ta chọn dây cho các lộ là (chỉ dùng dây AC)

Phương án 5	Dòng điện tính toán I (A)	Tiết diện kinh tế F_{kt} (mm ²)	Dòng điện sự cố trên dây I_{sc} (A)	Dây dẫn	Dòng điện cho phép I_{cp} (A)	r_0 (Ω.m)	x_0 (Ω.m)
N--1	53,09	40,84	106,18	2AC-50	210	0,63	0,443
N--2	36,64	28,18	84,25	AC-35	175	0,91	0,445
5--3	30,34	23,34	60,67	2AC-35	175	0,91	0,445
1--4	37,92	29,17	37,92	2AC-35	175	0,91	0,445
N--5	47,40	36,46	94,80	2AC-50	210	0,63	0,443
N--6	26,17	20,13	84,25	AC-35	175	0,91	0,445
2--6	10,78	8,29	47,40	AC-35	175	0,91	0,445

b. Tính tổn thất điện áp trong mạng điện:

Khi mạch làm việc bình thường thì tổn thất điện áp trên đường dây ND – 2 có giá trị:

$$\Delta U_{bt \text{ ND-2 \%}} = 6,68 (\%)$$

Khi mạch làm việc bình thường thì tổn thất điện áp trên đường dây ND – 6 có giá trị:

$$\Delta U_{bt \text{ ND-6 \%}} = 2,93 (\%)$$

Khi mạch làm việc bình thường thì tổn thất điện áp trên đường dây 6 – 2 có giá trị:

$$\Delta U_{bt \text{ 6-2 \%}} = 1,34 (\%)$$

Suy ra, tổn thất điện áp trên đường dây ND – 2 – 6 – ND bằng:

$$\Delta U_{bt \text{ ND-2-6-ND \%}} = \Delta U_{bt \text{ ND-2 \%}} = 6,68 (\%)$$

* Trong chế độ sự cố :

Khi đường dây ND – 2 ngừng làm việc, tổn thất điện áp trên đường dây ND – 6 bằng:

$$\begin{aligned} \Delta U_{sc \text{ ND-6 \%}} &= \frac{(P_{dm2} + P_{dm6}) \times R_{ND-6} + (Q_{dm2} + Q_{dm6}) \times X_{ND-6}}{35^2} \times 100 \\ &= 9,44 (\%) \end{aligned}$$

Tổn thất điện áp trên đường dây 6-2 bằng:

$$\begin{aligned} \Delta U_{sc \text{ 6-2 \%}} &= \frac{P_{dm2} \times R_{2-6} + Q_{dm2} \times X_{2-6}}{35^2} \times 100 \\ &= 5,93 (\%) \end{aligned}$$

Suy ra, tổn thất điện áp trên đường dây ND – 6 – 2 bằng:

$$\Delta U_{sc \text{ ND-2-6 \%}} = 9,44 + 5,93 = 15,37 (\%)$$

Khi đường dây ND – 6 ngừng làm việc, tổn thất điện áp trên đường dây ND – 2 bằng:

$$\begin{aligned} \Delta U_{sc \text{ ND-2 \%}} &= \frac{(P_{dm2} + P_{dm6}) \times R_{ND-2} + (Q_{dm2} + Q_{dm6}) \times X_{ND-2}}{35^2} \times 100 \\ &= 16,36 (\%) \end{aligned}$$

Tổn thất điện áp trên đường dây 2-6 bằng:

$$\begin{aligned} \Delta U_{sc \text{ 2-6 \%}} &= \frac{P_{dm6} \times R_{2-6} + Q_{dm6} \times X_{2-6}}{35^2} \times 100 \\ &= 4,62 (\%) \end{aligned}$$

Suy ra, tổn thất điện áp trên đường dây ND – 2 – 6 bằng:

$$\Delta U_{sc \text{ ND-2-6 \%}} = 16,36 + 4,62 = 20,98 (\%)$$

Suy ra, tổn thất điện áp cực đại khi vận hành trong chế độ sự cố bằng:

$$\Delta U_{sc \text{ max \%}} = \Delta U_{sc \text{ ND-2-6 \%}} = 20,98 (\%)$$

Phương án 5	P_{\max} (MW)	Q_{\max} (MVar)	Tổn thất điện áp (bt) $\Delta U_{\max\%}$	Tổn thất điện áp (sự cố) $\Delta U_{sc\max\%}$
N--1	5,60	3,17	6,45	12,90
6--2	1,95	1,07	6,68	6,68
5--3	3,20	1,81	5,31	10,63
1--4	2,00	1,13	6,91	6,91
N--5	5,00	2,83	6,36	12,72
N--6	1,45	0,65	2,93	2,93
N-1--4			13,36	19,80
N-5--3			11,67	18,03
N-6--2			6,68	20,98

Vậy $\Delta U_{bt\max\%} = 13,36\%$

$\Delta U_{sc\max\%} = 20,98\%$ (%)

Để thuận tiện cho việc so sánh các các phương án về kỹ thuật, các giá trị về tổn thất điện áp cực đại được của các phương án được cho trong bảng sau:

Tổng kết	Phương án				
	1	2	3	4	5
$\Delta U_{bt \max\%}$	11,74	13,36	13,36	13,36	13,36
$\Delta U_{sc \max\%}$	18,11	19,80	19,80	19,80	20,98

Vậy chọn phương án 1, 2, 3 và 4 để tính toán kinh tế

3.3. Chỉ tiêu kinh tế của phương án

Từ các kết quả tính toán ở bảng, ta thấy cả các phương án đưa ra đều thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật, do đó, ta phải tiến hành so sánh Kinh tế – kỹ thuật tất cả các phương án.

Vì các phương pháp so sánh mạng điện có cùng điện áp định mức nên để đơn giản, chúng ta ko tính vốn đầu tư vào các trạm hạ áp.

Chỉ tiêu kinh tế được sử dụng khi so sánh các phương án là chi phí tính toán hàng năm được xác định theo công thức:

$$Z = (a_{tc} + a_{vhd}) \cdot K_d + \Delta A \cdot c$$

Trong đó:

a_{tc} – hệ số hiệu quả vốn đầu tư ($a_{tc} = 0,125$)

a_{vhd} – hệ số vận hành đối với các đường dây trong mạng điện

$a_{vhd} = 0,04$ với đường dây dùng cột thép

$a_{vhd} = 0,07$ với đường dây dùng cột bê tông cốt thép

(ta thường dùng cột thép => $a_{vhd} = 0,07$)

K_d – tổng các vốn đầu tư về đường dây

ΔA – tổng tổn thất điện hàng năm (đ)

C – giá một kW.h điện năng tổn thất (c= 500đ/kW.h)

Đối với các đường dây trên không hai mạch đặt trên cùng một cột, tổng vốn đầu tư để xây dựng các đường dây có thể xác định theo công thức sau:

$$K_d = \sum 1,6 \cdot k_{oi} \cdot L_i$$

Trong đó:

k_{oi} – giá thành 1 km đường dây một mạch, đ/km

L_i – chiều dài đường dây thứ i, km

Tổng tổn thất điện năng trên đường dây được xác định theo công thức:

$$\Delta A = \sum \Delta P_{imax} \cdot \tau$$

Trong đó:

ΔP_{imax} – tổn thất trên đường dây thứ i khi phụ tải cực đại;

τ – thời gian tổn thất công suất cực đại

Tổn thất công suất trên đường dây thứ i có thể tính như sau:

$$\Delta P_{imax} = \frac{P_{imax}^2 + Q_{imax}^2}{U_{dm}^2} \times R_i$$

Trong đó:

P_{imax}, Q_{imax} – công suất tác dụng và công suất phản kháng chạy trên đường dây trong chế độ phụ tải cực đại

R_i - điện trở của đường dây thứ i

U_{dm} – điện áp định mức của mạng điện

Thời gian tổn thất công suất cực đại có thể tính theo công thức:

$$\tau = (0,124 + T_{max} \cdot 10^{-4})^2 \times 8760$$

Trong đó, T_{max} là thời gian sử dụng phụ tải cực đại trong năm ($T_{max} = 2500h$)

Suy ra $\tau = 1225,31$ (giờ)

Bây giờ, ta tiến hành tính các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật của các phương so sánh.

1. Phương án 1

a. *Tính toán tổn thất công suất tác dụng trên đường dây:*

Tổn thất công suất tác dụng trên đường dây NĐ – 1 là:

$$\Delta P_{\text{NĐ-1}} = \frac{(2,5^2 + 2,04^2)}{35^2} \times 32,02 \cdot 0,91 = 0,2 \text{ (MW)}$$

Tính tổn thất công suất trên các đường dây còn lại được tiến hành tương tự.

Kết quả tính tổn thất công suất tác dụng trên các đường dây được tổng hợp ở bảng dưới đây.

b. *Tính toán vốn đầu tư xây dựng mạng điện:*

Giả thiết các đường dây 1 mạch. Như vậy, vốn đầu tư cho đường dây NĐ – 1 được xác định như sau:

$$K_{\text{d NĐ-1}} = 272 \times 10^6 \times 32,02 = 13933,2 \times 10^6 \text{ (đ)}$$

Tóm tắt tính toán chi phí cho phương án 1:

Đường dây	Dây dẫn	l (km)	r ₀ (Ωm)	P (MW)	Q (MVar)	ΔP (MW)	k ₀ (10 ⁶ đ)	K (10 ⁶ đ)
N--1	2AC-35	32,02	0,91	3,60	2,04	0,20	272	13933,20
N--2	2AC-35	36,40	0,91	2,50	1,42	0,11	272	15841,52
6--3	2AC-35	32,02	0,91	3,20	1,81	0,16	272	13933,20
5--4	AC-35	28,28	0,91	2,00	1,13	0,11	272	7693,32
N--5	2AC-35	35,36	0,91	3,80	2,15	0,25	272	15386,64
N--6	2AC-35	22,36	0,91	5,20	2,81	0,29	272	9731,37
Tổng						1,13		76519,25

c. *Xác định chi phí vận hành hàng năm:*

Vậy, tổng tổn thất công suất tác dụng trong mạng điện là:

$$\Delta P = \Sigma \Delta P_{\text{imax}} = 1,13 \text{ (MW)}$$

Vậy, tổng tổn thất điện năng trong mạng điện là:

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau = 1,13 \times 1225,31 = 1382,08 \text{ (MWh)}$$

Tổng chi phí vận hành hàng năm là:

$$\begin{aligned}
 Y &= a_{\text{vhd}} \cdot K_{\text{d}} + \Delta A \cdot c \\
 &= 0,07 \times 76519,25 \times 10^6 + 1382,08 \times 10^3 \times 500 \\
 &= 6047,39 \times 10^6 (\text{đ})
 \end{aligned}$$

Chi phí tính toán hàng năm bằng:

$$\begin{aligned}
 Z &= a_{\text{tc}} \cdot K_{\text{d}} + Y \\
 &= 0,125 \times 76519,25 \times 10^6 + 6047,39 \times 10^6 \\
 &= 13316,72 \times 10^6 \text{đ}
 \end{aligned}$$

2. Phương án 2

Tóm tắt tính toán chi phí cho phương án 2:

Đường dây	Dây dẫn	l (km)	r ₀ (Ωm)	P (MW)	Q (MVar)	ΔP (MW)	k ₀ (10 ⁶ đ)	K (10 ⁶ đ)
N--1	2AC-50	32,02	0,63	5,60	3,17	0,34	286	14650,35
N--2	2AC-35	36,40	0,91	2,50	1,42	0,11	272	15841,52
6--3	2AC-35	32,02	0,91	3,20	1,81	0,16	272	13933,20
1--4	AC-35	36,40	0,91	2,00	1,13	0,14	272	9900,95
N--5	2AC-35	35,36	0,91	1,80	1,02	0,06	272	15386,64
N--6	2AC-35	22,36	0,91	5,20	2,81	0,29	272	9731,37
Tổng						1,10		79444,03

Xác định chi phí vận hành hàng năm:

Vậy, tổng tổn thất công suất tác dụng trong mạng điện là:

$$\Delta P = \Sigma \Delta P_{\text{imax}} = 1,10 \text{ (MW)}$$

Vậy, tổng tổn thất điện năng trong mạng điện là:

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau = 1,10 \times 1225,31 = 1351,48 \text{ (MWh)}$$

Tổng chi phí vận hành hàng năm là:

$$\begin{aligned}
 Y &= a_{\text{vhd}} \cdot K_{\text{d}} + \Delta A \cdot c \\
 &= 0,07 \times 79444,03 \times 10^6 + 1351,48 \times 10^3 \times 500 \\
 &= 6236,82 \times 10^6 (\text{đ})
 \end{aligned}$$

Chi phí tính toán hàng năm bằng:

$$\begin{aligned}
 Z &= a_{\text{tc}} \cdot K_{\text{d}} + Y \\
 &= 0,125 \times 79444,03 \times 10^6 + 6236,82 \times 10^6 \\
 &= 13784,0 \times 10^6 \text{đ}
 \end{aligned}$$

3. Phương án 3

Tóm tắt tính toán chi phí cho phương án 3:

Đường dây	Dây dẫn	l (km)	r ₀ (Ωm)	P (MW)	Q (MVar)	ΔP (MW)	k ₀ (10 ⁶ đ)	K (10 ⁶ đ)
N--1	2AC-50	32,02	0,63	5,60	3,17	0,34	286	14650,35
N--2	2AC-35	36,40	0,91	2,50	1,42	0,11	272	15841,52
5--3	2AC-35	35,00	0,91	3,20	1,81	0,18	272	15232,00
1--4	AC-35	36,40	0,91	2,00	1,13	0,14	272	9900,95
N--5	2AC-50	35,36	0,63	5,00	2,83	0,30	286	16178,60
N--6	2AC-35	22,36	0,91	2,00	1,00	0,04	272	9731,37
Tổng						1,11		81534,79

Xác định chi phí vận hành hàng năm:

Vậy, tổng tổn thất công suất tác dụng trong mạng điện là:

$$\Delta P = \Sigma \Delta P_{i\max} = 1,11 \text{ (MW)}$$

Vậy, tổng tổn thất điện năng trong mạng điện là:

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau = 1,11 \times 1225,31 = 1364,13 \text{ (MWh)}$$

Tổng chi phí vận hành hàng năm là:

$$\begin{aligned} Y &= a_{\text{vhd}} \cdot K_{\text{đ}} + \Delta A \cdot c \\ &= 0,07 \times 81534,79 \times 10^6 + 1364,13 \times 10^3 \times 500 \\ &= 6389,5 \times 10^6 \text{ (đ)} \end{aligned}$$

Chi phí tính toán hàng năm bằng:

$$\begin{aligned} Z &= a_{\text{tc}} \cdot K_{\text{đ}} + Y \\ &= 0,125 \times 81534,79 \times 10^6 + 6389,5 \times 10^6 \\ &= 14135,31 \times 10^6 \text{ đ} \end{aligned}$$

4. Phương án 4

Tóm tắt tính toán chi phí cho phương án 4:

Đường dây	Dây dẫn	l (km)	r ₀ (Ωm)	P (MW)	Q (MVar)	ΔP (MW)	k ₀ (10 ⁶ đ)	K (10 ⁶ đ)
N--1	2AC-50	32,02	0,63	5,60	3,17	0,34	286	14650,35
6--2	2AC-35	25,00	0,91	2,50	1,42	0,08	272	10880,00
5--3	2AC-35	35,00	0,91	3,20	1,81	0,18	272	15232,00
1--4	AC-35	36,40	0,91	2,00	1,13	0,14	272	9900,95
N--5	2AC-50	35,36	0,63	5,00	2,83	0,30	286	16178,60
N--6	2AC-35	22,36	0,91	4,50	2,42	0,22	272	9731,37
Tổng						1,25		76573,27

Xác định chi phí vận hành hàng năm:

Vậy, tổng tổn thất điện năng trong mạng điện là:

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau = 1,25 \times 1225,31 = 1535,87 \text{ (MWh)}$$

Tổng chi phí vận hành hàng năm là:

$$\begin{aligned} Y &= a_{\text{vhd}} \cdot K_{\text{đ}} + \Delta A \cdot c \\ &= 0,07 \times 76573,27 \times 10^6 + 1535,87 \times 10^3 \times 500 \\ &= 6128,07 \times 10^6 \text{ (đ)} \end{aligned}$$

Chi phí tính toán hàng năm bằng:

$$\begin{aligned} Z &= a_{\text{tc}} \cdot K_{\text{đ}} + Y \\ &= 0,125 \times 76573,27 \times 10^6 + 6128,07 \times 10^6 \\ &= 13402,53 \times 10^6 \text{ đ} \end{aligned}$$

Tổng hợp các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật của các phương án so sánh

Các chỉ tiêu	Phương án				
	1	2	3	4	5
ΔU _{bt max%}	11,74	13,36	13,36	13,36	13,36
ΔU _{sc max%}	18,11	19,80	19,80	19,80	20,98
Z × 10 ⁹ (đ)	13316,72	13784,0	14135,31	13402,53	-

Nhìn bảng tổng hợp trên, ta chọn phương án 1 là phương án tối ưu.

Chương 4.

CHỌN SỐ LƯỢNG, CÔNG SUẤT CÁC MBA TRONG CÁC TRẠM SƠ ĐỒ CÁC TRẠM VÀ SƠ ĐỒ HỆ THỐNG ĐIỆN

1. Chọn số lượng, công suất các MBA trong các trạm hạ áp của HTĐ.

Tất cả các phụ tải trong HTĐ đều là hộ loại I, chỉ có phụ tải 6 là loại III. Vì vậy, để đảm bảo cung cấp điện cho các phụ tải loại 1 này, cần phải đặt hai MBA trong mỗi trạm, với phụ tải loại 3, ta chỉ dùng một máy biến áp.

Với trạm chỉ có một máy biến áp, ta chọn công suất MBA bằng với công suất cực đại của phụ tải (do không có biểu đồ phụ tải hàng ngày).

Khi chọn các công suất của MBA, ta phải xét đến khả năng quá tải của MBA còn lại trong chế độ sau sự cố. Xuất phát từ điều kiện quá tải cho phép bằng 40% trong thời gian phụ tải cực đại, công suất của mỗi MBA trong trạm có n MBA được xác định theo công thức:

$$S \geq \frac{S_{\max}}{k(n-1)}$$

Trong đó:

S_{\max} – phụ tải cực đại của trạm;

k– hệ số quá tải của MBA trong chế độ sau sự cố; k=1,4;

n – số MBA trong trạm;

Đối với trạm có 2 MBA, công suất của mỗi MBA bằng:

$$S \geq \frac{S_{\max}}{1,4}$$

Tính công suất của MBA trong trạm 1:

Từ bảng ta có $S_{1\max} = 4,14$ do đó:

$$S_1 = \frac{4,14}{1,4} = 2,96 \text{ (MVA)}$$

Chọn MBA **TMH-4000/35**.

Tương tự ta chọn được công suất của MBA trong trạm 2:

Chọn MBA **TMH-2500/35**.

Tương tự ta chọn được công suất của MBA trong trạm 3:

Chọn MBA **TMH-4000/35**.

Tương tự ta chọn được công suất của MBA trong trạm 4:

Chọn MBA **TMH-2500/35**.

Tương tự ta chọn được công suất của MBA trong trạm 5:

Chọn MBA **TMH-1600/35**.

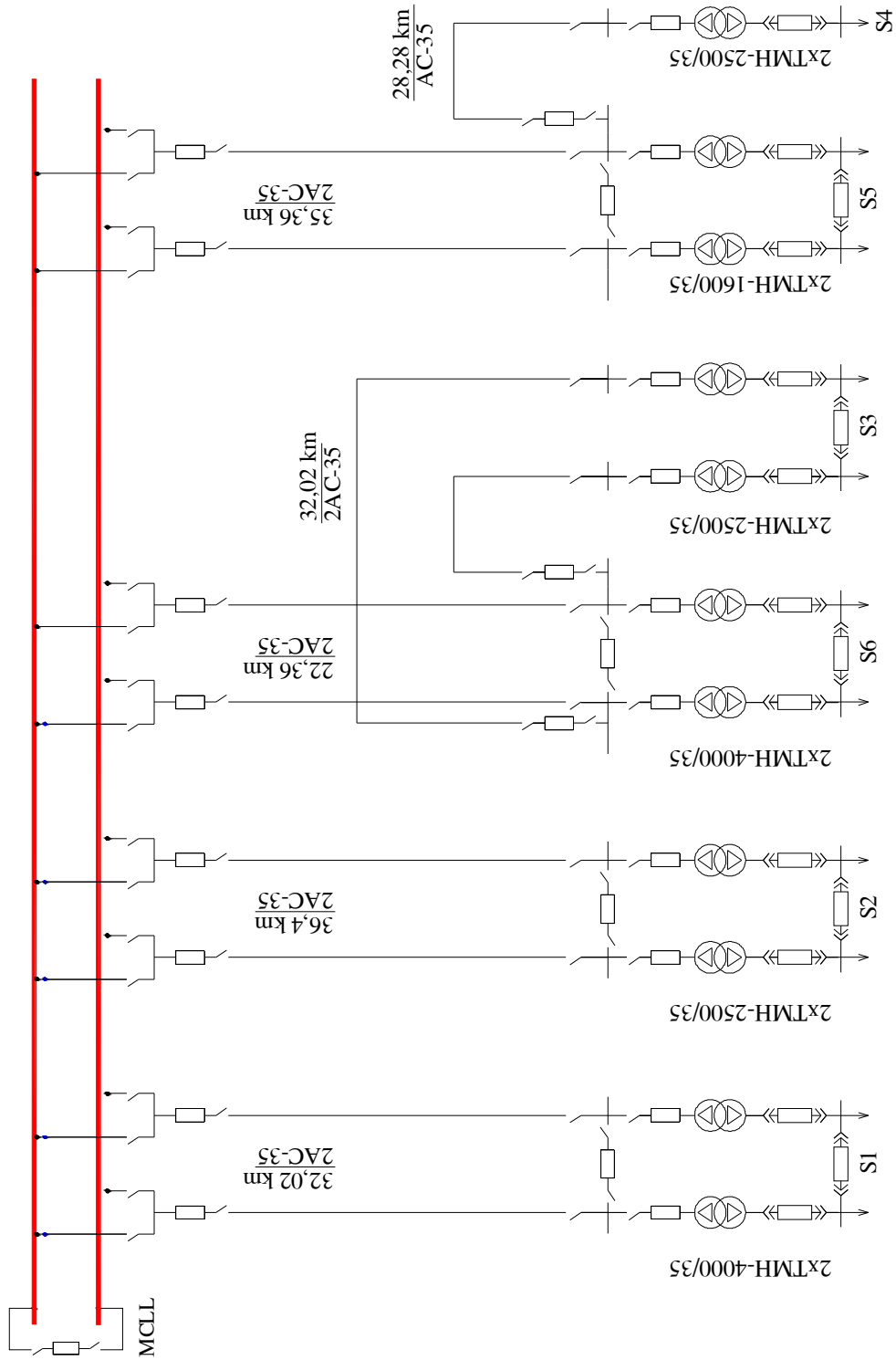
Tương tự ta chọn được công suất của MBA trong trạm 6:

Chọn MBA **TMH-2500/35**.

Các thông số của MBA hạ áp:

MBA	các số liệu kỹ thuật						Số liệu tính toán		
	U _{dm} (kV)		U _n %	P _n (kW)	P ₀ (kW)	I ₀ %	R (Ω)	X(Ω)	Q ₀ (kVAr)
	Cao	Hạ							
TMH-4000/35.	35	10,5	7,50	33,50	6,70	1	2,80	25,20	40,00
TMH-2500/35.	35	10,5	6,50	24,25	5,10	1,1	5,20	35,00	27,50
TMH-1600/35.	35	10,5	6,50	17,25	3,15	1,4	9,10	54,90	22,40

Sơ đồ nối dây của hệ thống



Chương 5

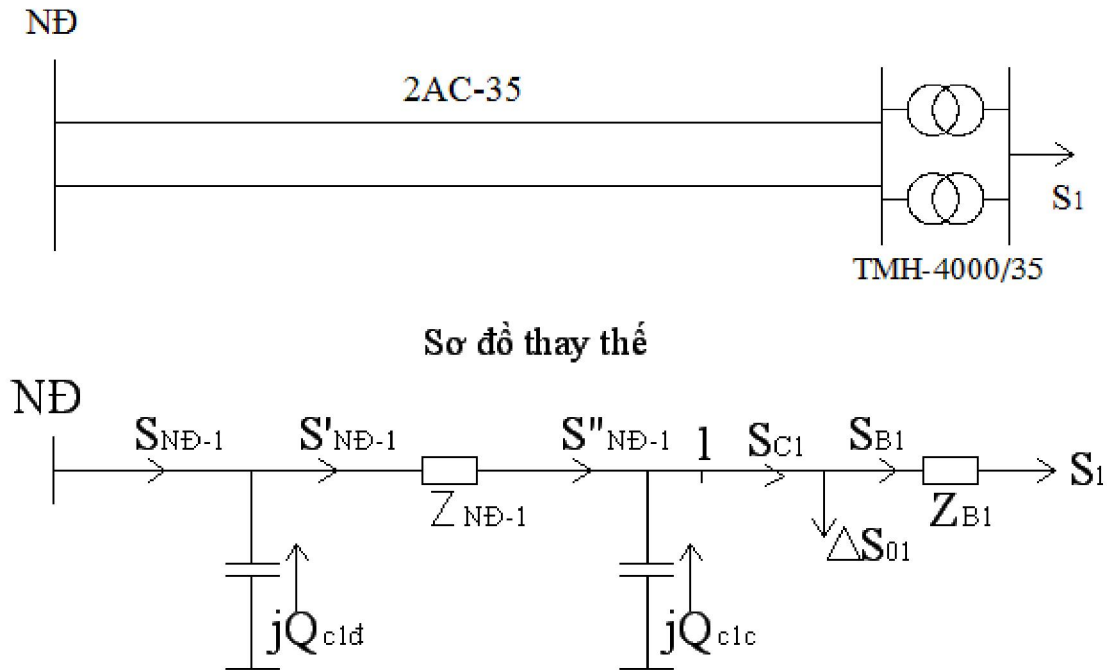
TÍNH CÁC CHẾ ĐỘ VẬN HÀNH CỦA MẠNG ĐIỆN

Để đánh giá các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của mạng điện thiết kế, ta cần xác định các thông số chế độ xác lập trong chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu và các tổn thất công suất, ta lấy điện áp của tất cả các nút trong mạng điện bằng điện áp định mức $U_i = U_{dm} = 35 \text{ kV}$.

1. Chế độ phụ tải cực đại

Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế của mạng điện cho trên hình vẽ:

*** Đường dây ND – 1:**



Trong chương 3 và 4 ta có các thông số của đường dây ND- 1:

$$\dot{Z}_{dND-1} = 14,57 + j 7,12 (\Omega); B = 0,82 \cdot 10^{-4}(\text{S})$$

Thông số của 2×MBA TMH-4000/35.

$$\begin{aligned} \Delta\dot{S}_0 &= 2(\Delta P_0 + j \Delta Q_0) = 2x (6,7 + j 40) \cdot 10^{-3} \\ &= 0,013 + j 0,08 (\text{MVA}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_b &= \frac{1}{2} (R_b + j X_b) = \frac{1}{2} \times (2,8 + j 25,2) \\ &= 1,4 + j 12,6 (\Omega); \end{aligned}$$

Tổn thất công suất trong tổng trở MBA 1 có thể tính theo công thức:

$$\begin{aligned} \Delta S_{b1} &= \frac{P^2 + Q^2}{U_{dm}^2} \cdot Z_b = \frac{3,6^2 + 2,04^2}{35^2} \cdot (1,4 + j 12,6) \\ &= 0,02 + j 0,176 (\text{MVA}) \end{aligned}$$

Công suất trước tổng trở MBA 1 bằng:

$$\begin{aligned} S_{b1} &= S_1 + \Delta S_{b1} = (3,6 + j 2,216) + (0,02 + j 0,176) \\ &= 3,62 + j 2,216 (\text{MVA}) \end{aligned}$$

Dòng công suất đi vào thanh góp cao áp của MBA 1 có giá trị:

$$\begin{aligned} S_{c1} &= S_{b1} + \Delta S_0 = (3,62 + j 2,216) + (0,013 + j 0,08) \\ &= 3,633 + j 2,296 (\text{MVA}) \end{aligned}$$

Công suất điện dung cuối đường dây NĐ -1 bằng:

$$Q''_{\text{ND-1c}} = U_{dm}^2 \cdot \frac{B}{2} = 35^2 \cdot \frac{0,82}{2} \cdot 10^{-4} = 0,102 (\text{MVar})$$

Công suất sau tổng trở đường dây NĐ -1 bằng:

$$\begin{aligned} S''_{\text{ND-1}} &= S_{c1} - jQ''_{\text{ND-1c}} \\ &= 3,633 + j 2,296 - j 0,102 = 3,633 + j 2,195 (\text{MVA}) \end{aligned}$$

Tổn thất công suất trên đường dây NĐ-1 bằng:

$$\begin{aligned} \Delta S_{\text{ND-1}} &= \frac{(P'')^2 + (Q'')^2}{U_{dm}^2} Z_d \\ &= \frac{3,633^2 + 2,195^2}{35^2} (14,57 + j 7,12) \\ &= 0,214 + j 0,105 (\text{MVA}) \end{aligned}$$

Dòng công suất trước tổng trở đường dây NĐ - 1 có giá trị:

$$\begin{aligned} S'_{\text{ND-1}} &= S''_{\text{ND-1}} + \Delta S_{\text{ND-1}} \\ &= (3,633 + j 2,195) + (0,214 + j 0,105) \\ &= 3,487 + j 2,3 (\text{MVA}) \end{aligned}$$

Công suất điện dung đầu đường dây NĐ-1 bằng:

$$Q'_{\text{NĐ-1đ}} = 0,102 \text{ (MVAr)}$$

Công suất từ NĐ truyền vào đường dây NĐ – 1 có giá trị:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{\text{NĐ-1}} &= \dot{S}'_{\text{NĐ-1}} - j Q'_{\text{NĐ-1đ}} = (3,487 + j 2,3) - j 0,102 \\ &= 3,487 + j 2,198 \text{ (MVA)} \end{aligned}$$

Dòng công suất và các tổn thất công suất trên các phần tử của mạng điện cho trong bảng dưới.

Bảng thông số các dòng công suất và tổn thất công suất trong tổng trở MBA và trên đường dây với hệ thống điện

Đường dây	S (MVA)	S' (MVA)	ΔS_d (MVA)	S'' (MVA)	Q_{cc} (MVAr)	S_B (MVA)	ΔS_B (MVA)
N--1	3,85 +j 2,20	3,85 +j 2,30	0,21 +j 0,10	3,63 +j 2,19	-0,10	3,62 +j 2,22	0,02 +j 0,18
N--2	2,64 +j 1,42	2,64 +j 1,53	0,12 +j 0,06	2,53 +j 1,47	-0,12	2,52 +j 1,53	0,02 +j 0,12
6--3	3,40 +j 1,91	3,40 +j 2,01	0,17 +j 0,08	3,23 +j 1,93	-0,10	3,22 +j 1,95	0,02 +j 0,14
5--4	2,15 +j 1,28	2,15 +j 1,33	0,12 +j 0,06	2,03 +j 1,27	-0,04	2,02 +j 1,28	0,02 +j 0,15
N--5	4,25 +j 2,35	4,25 +j 2,47	0,28 +j 0,14	3,97 +j 2,33	-0,11	1,82 +j 1,12	0,02 +j 0,10
N--6	5,73 +j 3,05	5,73 +j 3,12	0,32 +j 0,15	5,42 +j 2,97	-0,07	2,01 +j 1,07	0,01 +j 0,07

2. Chế độ phụ tải cực tiểu:

Công suất của các phụ tải trong chế độ phụ tải cực tiểu:

Phụ tải	$\dot{S}_{\min} (MVA)$	$\dot{S}_{\min} (MVA)$
1	2,80 +j 1,59	3,22
2	1,20 +j 0,68	1,38
3	1,70 +j 0,96	1,95
4	1,60 +j 0,91	1,84
5	1,20 +j 0,68	1,38
6	1,50 +j 0,75	1,68

Xét chế độ vận hành kinh tế các trạm hạ áp khi phụ tải cực tiểu.

Trong chế độ phụ tải cực tiểu, có thể cắt bớt một MBA trong các trạm, song cần phải đảm bảo yêu cầu sau:

$$S_{ptmin} < S_{gh} = S_{dm} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot (m-1) \cdot \Delta P_o}{\Delta P_n}}$$

Đối với trạm có 2 MBA thì:

$$S_{gh} = S_{dm} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_o}{\Delta P_n}}$$

Kết quả tính các giá trị công suất phụ tải S_{pt} và công suất giới hạn S_{gh} cho trong bảng sau:

Phụ tải	Kiểu MBA	$S_{pt\ min}$ (MVA)	S_{gh} (MVA)
1	TMH-4000/35	3,22	2,53
2	TMH-2500/35.	1,38	1,62
3	TMH-4000/35.	1,95	2,53
5	TMH-1600/35.	1,38	0,97
6	TMH-2500/35.	1,68	1,62

Từ bảng trên ta thấy, trong chế độ phụ tải cực tiểu, trạm biến áp 2, 3 chỉ cần vận hành một MBA.

Tính toán tương tự chế độ phụ tải cực đại ta có

Bảng thông số các dòng công suất và tổn thất công suất trong tổng trở MBA và trên đường dây với hệ thống điện

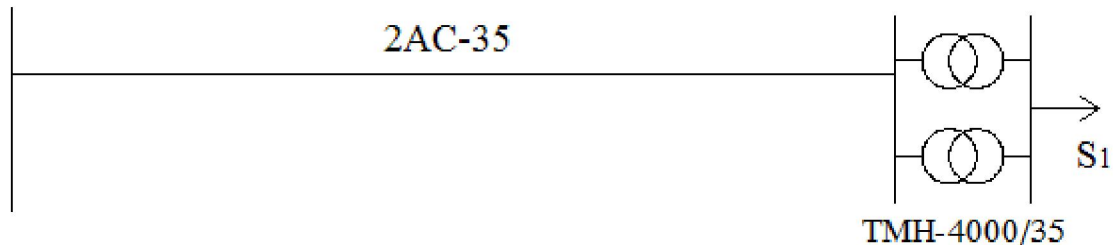
Đường dây	S (MVA)	S' (MVA)	ΔS_d (MVA)	S'' (MVA)	Q_{cc} (MVAr)	S_B (MVA)	ΔS_B (MVA)
N--1	2,95 +j 1,63	2,95 +j 1,73	0,13 +j 0,06	2,83 +j 1,67	-0,10	2,81 +j 1,69	0,01 +j 0,11
N--2	1,24 +j 0,54	1,24 +j 0,66	0,03 +j 0,01	1,21 +j 0,65	-0,12	1,20 +j 0,71	0,00 +j 0,03
6--3	1,76 +j 0,90	1,76 +j 1,00	0,05 +j 0,02	1,72 +j 0,98	-0,10	1,70 +j 1,00	0,00 +j 0,04
5--4	1,69 +j 0,98	1,69 +j 1,02	0,08 +j 0,04	1,62 +j 0,99	-0,04	1,61 +j 1,00	0,01 +j 0,10
N--5	3,05 +j 1,59	3,05 +j 1,70	0,15 +j 0,07	2,91 +j 1,63	-0,11	1,21 +j 0,72	0,01 +j 0,04
N--6	3,39 +j 1,66	3,39 +j 1,73	0,11 +j 0,06	3,28 +j 1,68	-0,07	1,51 +j 0,79	0,01 +j 0,04

3. Chế độ phụ tải sau sự cố:

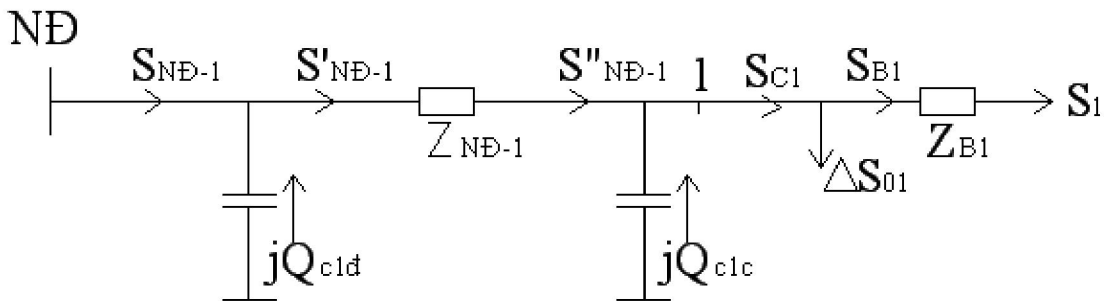
Sự cố trong mạng điện thiết kế có thể xảy ra khi ngừng một mạch trên đường dây hai mạch. Khi xét sự cố, ta giả thiết không có sự cố xếp chồng, đồng thời, chỉ xét trường hợp ngừng một mạch trên đường dây nối nguồn điện với phụ tải trong chế độ phụ tải cực đại, và nguồn điện vận hành bình thường.

* Đường dây ND – 1:

ND



Sơ đồ thay thế



Trong chương 3 và 4 ta có các thông số của đường dây ND- 1:

$$\dot{Z}_{dND-1} = 29,13 + j 14,25 (\Omega); B = 0,41 \cdot 10^{-4}(S)$$

Thông số của 2×MBA TMH-2500/35.

$$\begin{aligned} \Delta \dot{S}_0 &= 2(\Delta P_0 + j \Delta Q_0) = 2 \times (5,1 + j 27,5) \cdot 10^{-3} \\ &= 0,00102 + j 0,055 \text{ (MVA)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{Z}_b &= \frac{1}{2} (R_b + j X_b) = \frac{1}{2} \times (5,2 + j 35) \\ &= 2,6 + j 17,5 (\Omega); \end{aligned}$$

Bảng thông số các dòng công suất và tổn thất công suất trong tổng trở MBA và trên đường dây với hệ thống điện

Đường dây	S (MVA)	S' (MVA)	ΔS_d (MVA)	S'' (MVA)	Q_{cc} (MVar)	S_B (MVA)	ΔS_B (MVA)
N--1	4,07 +j 2,41	4,07 +j 2,46	0,43 +j 0,21	3,63 +j 2,25	-0,05	3,62 +j 2,22	0,02 +j 0,18
N --2	2,76 +j 1,59	2,76 +j 1,65	0,24 +j 0,12	2,53 +j 1,53	-0,06	2,52 +j 1,53	0,02 +j 0,12
6 - 3	3,40 +j 1,91	3,40 +j 2,01	0,17 +j 0,08	3,23 +j 1,93	-0,10	3,22 +j 1,95	0,02 +j 0,14
5 --4	2,15 +j 1,28	2,15 +j 1,33	0,12 +j 0,06	2,03 +j 1,27	-0,04	2,02 +j 1,28	0,02 +j 0,15
N--5	4,53 +j 2,61	4,53 +j 2,66	0,56 +j 0,28	3,97 +j 2,39	-0,06	1,82 +j 1,12	0,02 +j 0,10
N--6	6,06 +j 3,28	6,06 +j 3,31	0,64 +j 0,31	5,42 +j 3,00	-0,04	2,01 +j 1,07	0,01 +j 0,07

Chương 6

TÍNH ĐIỆN ÁP CÁC NÚT VÀ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP TRONG MẠNG ĐIỆN

1. Tính điện áp các nút trong mạng điện:

Vì nguồn điện có công suất vô cùng lớn nên ta coi điện áp định mức tại thanh góp của nguồn điện là điện áp cơ sở.

Trong các chế độ phụ tải cực đại và sau sự cố, chọn điện áp $U_{cs} = 38,5$ kV; còn trong chế độ cực tiểu lấy $U_{cs} = 35$ kV.

Bây giờ ta tính điện áp tại các nút trong mạng điện trong các chế độ phụ tải đã xét.

a. Chế độ phụ tải cực đại.

*. Đường dây ND – 1:

Tổn thất điện áp trên đường dây ND – 1 là:

$$\begin{aligned}\Delta U_{ND-1} &= \frac{P'i.Ri + Q'i.Xi}{U_i} = \frac{3,847 \times 14,57 + 2,3 \times 7,12}{38,5} \\ &= 1,881 \text{ (kV)}\end{aligned}$$

Điện áp trên thanh góp cao áp của trạm 1 là:

$$U_{1c} = U_{dm} - \Delta U_{ND-1} = 38,5 - 1,881 = 36,619 \text{ (kV)}$$

Tổn thất điện áp bên trong MBA 1 là:

$$\begin{aligned}\Delta U_{b1} &= \frac{Pb.Rb + Qb.Xb}{U_c} = \frac{3,62 \times 1,4 + 2,216 \times 12,6}{36,619} \\ &= 0,901 \text{ (kV)}\end{aligned}$$

Điện áp trên thanh góp hạ áp của trạm BA 6 về phía cao áp:

$$U_{1q} = U_{1c} - \Delta U_{b1} = 36,619 - 0,901 = 35,718 \text{ (kV)}$$

Giá trị điện áp trên thanh góp hạ áp quy về cao áp trong chế độ cực đại:

Trạm biến áp	1	2	3	4	5	6
U_q (kV)	34,53	35,62	34,22	32,13	34,33	35,08

b. Chế độ phụ tải cực tiểu.

Tính toán tương tự như trong chế độ cực đại nhưng điện áp trên thanh cái cao áp của nhà máy điện bằng 105% hay 36,75 kV

Giá trị điện áp trên thanh góp hạ áp quy về cao áp trong chế độ cực tiểu:

Trạm biến áp	1	2	3	4	5	6
U_q (kV)	36,38	37,42	36,09	34,11	36,19	36,91

c. Chế độ phụ tải sau sự cố.

Giá trị điện áp trên thanh góp hạ áp quy về cao áp trong chế độ sau sự cố:

Trạm biến áp	1	2	3	4	5	6
U_q (kV)	33,56	34,49	31,70	29,72	32,47	33,75

2. Điều chỉnh điện áp các nút trong mạng điện:

Tất cả các phụ tải trong mạng điện thiết kế đều là hộ tiêu thụ loại I (trừ phụ tải 6 là loại III) và có yêu cầu điều chỉnh điện áp khác thường. Đồng thời các giá trị điện áp trên thanh góp hạ áp quy về phía cao áp của các trạm trong các chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu và sau sự cố khác nhau tương đối nhiều. Do đó, để đảm bảo chất lượng điện áp cung cấp cho các hộ tiêu thụ cần sử dụng các MBA điều chỉnh điện áp dưới tải.

Điện áp trên thanh góp hạ áp của trạm được xác định theo công thức sau:

$$U_{yc} = U_{dm} + \Delta U\% \cdot U_{dm}$$

Trong đó, U_{dm} là điện áp định mức của mạng điện hạ áp.

Đối với mạng điện thiết kế có $U_{dm} = 10$ kV.

Vì vậy, điện áp yêu cầu trên thanh góp hạ áp của trong chế độ phụ tải cực đại bằng:

$$U_{yc \max} = 10 + \frac{5}{100} \times 10 = 10,5 \text{ (kV)}$$

Điện áp yêu cầu trên thanh góp hạ áp của trong chế độ phụ tải cực tiểu bằng:

$$U_{yc \min} = 10 + \frac{0}{100} \times 10 = 10 \text{ (kV)}$$

Điện áp yêu cầu trên thanh góp hạ áp của trong chế độ sau sự cố bằng:

$$U_{yc \max} = 10 + \frac{5}{100} \times 10 = 10,5 \text{ (kV)}$$

Kết quả tính điện áp trên các thanh góp hạ áp quy đổi về phía điện áp cao trong các chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu và sau sự cố cho trong bảng sau:

Trạm biến áp	$U_{q \max i}$ (kV)	$U_{q \min i}$ (kV)	$U_{q sc i}$ (kV)
1	35,72	34,53	33,56
2	36,14	35,62	34,49
3	34,00	34,22	31,70
4	32,61	32,13	29,72
5	35,15	34,33	32,47
6	35,93	35,08	33,75

Sử dụng các MBA điều chỉnh dưới tải cho phép thay đổi các đầu điều chỉnh không cần cắt các MBA. Do đó, cần chọn đầu điều chỉnh riêng cho chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu và sau sự cố.

Để thuận tiện, có thể tính trước điện áp, tương ứng với mỗi đầu điều chỉnh của MBA. Kết

quả tính đối với MBA đã cho trong bảng.

Thứ tự đầu điều chỉnh	Điện áp bổ sung (kV)	Điện áp đầu điều chỉnh (kV)
1	5	40
2	2,5	37,5
3	0	35
4	-2,5	32,5
5	-5	30

a. Chọn các đầu điều chỉnh trong MBA trạm 1:

** Chế độ phụ tải cực đại*

Điện áp tính toán đầu điều chỉnh của MBA 1 được xác định theo công thức:

$$U_{dc \max} = \frac{U_{q \max} \cdot U_{hdh}}{U_{yc \max}} = \frac{35,72 \times 11}{10,5} = 37,42 \text{ (kV)}$$

Chọn đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $n = 2$, khi đó, điện áp của đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $U_{tc \max} = 37,5 \text{ kV}$.

Điện áp thực trên thanh góp hạ áp bằng:

$$U_{t \max} = \frac{U_{q \max} \cdot U_{hdh}}{U_{tc \max}} = \frac{35,72 \times 11}{37,5} = 10,48 \text{ (kV)}$$

Độ lệch điện áp trên thanh góp hạ áp bằng:

$$\Delta U_{\max} \% = \frac{U_{t \max} - U_{dđ}}{U_{dđ}} \times 100 = \frac{10,48 - 10}{10} \times 100 = 4,8 \text{ (\%)}$$

** Chế độ phụ tải cực tiểu*

Điện áp tính toán đầu điều chỉnh của MBA được xác định theo công thức:

$$U_{dc \min} = \frac{U_{q \min} \cdot U_{hdh}}{U_{yc \min}} = \frac{34,53 \times 11}{10} = 37,98 \text{ (kV)}$$

Chọn đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $n = 2$, khi đó, điện áp của đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $U_{tc \min} = 37,5 \text{ kV}$.

Điện áp thực trên thanh góp hạ áp bằng:

$$U_{t \min} = \frac{U_{q \min} \cdot U_{hđh}}{U_{tc \min}} = \frac{34,53 \times 11}{37,5} = 10,13 \text{ (kV)}$$

Độ lệch điện áp trên thanh góp hạ áp bằng:

$$\Delta U_{\min} \% = \frac{U_{t \min} - U_{đđ}}{U_{đđ}} \times 100 = \frac{10,13 - 10}{10} \times 100 = 1,3 \text{ (%)}$$

* Chế độ sau sự cố

Điện áp tính toán đầu điều chỉnh của MBA được xác định theo công thức:

$$U_{dc \ sc} = \frac{U_{qsc} \cdot U_{hđh}}{U_{ycsc}} = \frac{33,56 \times 11}{10,5} = 35,16 \text{ (kV)}$$

Chọn đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $n = 3$, khi đó, điện áp của đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $U_{tc \ sc} = 35 \text{ kV}$.

Điện áp thực trên thanh góp hạ áp bằng:

$$U_{t \ sc} = \frac{U_{qsc} \cdot U_{hđh}}{U_{tc \ sc}} = \frac{33,56 \times 11}{35} = 10,55 \text{ (kV)}$$

Độ lệch điện áp trên thanh góp hạ áp bằng:

$$\Delta U_{sc} \% = \frac{U_{tsc} - U_{đđ}}{U_{đđ}} \times 100 = \frac{10,55 - 10}{10} \times 100 = 5,5 \text{ (%)}$$

Như vậy, đầu điều chỉnh tiêu chuẩn đã cho là phù hợp.

b. Chọn các đầu điều chỉnh trong MBA các trạm còn lại:

Chọn các đầu điều chỉnh của các MBA còn lại được tiến hành tương tự. Các kết quả tính toán các đầu điều chỉnh điện áp trong mạng điện cho trong bảng:

Trạm	Đầu phân áp		
	Chế độ cực đại	Chế độ cực tiểu	Chế độ sau sự cố
1	2	2	3
2	2	1	2
3	3	2	4
4	3	3	4
5	2	2	3
6	2	2	3

Chương 7:

TÍNH CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA MẠNG ĐIỆN

1. Vốn đầu tư xây dựng mạng điện.

Tổng vốn đầu tư xây dựng mạng điện được xác định theo công thức:

$$K = K_d + K_t$$

Trong đó:

K_d – vốn đầu tư xây dựng đường dây;

K_t – vốn đầu tư xây dựng TBA.

Ở chương ba, ta đã tính vốn đầu tư xây dựng các đường dây có giá trị

$$K_d = 76,52 \cdot 10^9 \text{ (đ)}$$

Trong hệ thống điện thiết kế có 6 trạm hạ áp, do đó:

Vốn đầu tư cho trạm hạ

Trạm biến áp	Kiểu	Số lượng (máy)	Giá thành (10^9 đ/máy)	Thành tiền (10^9 đ)
1	TMH-4000/35	2	15	27,00
2	TMH-2500/35.	2	12	21,60
3	TMH-4000/35	2	15	27,00
4	TMH-2500/35.	1	12	12,00
5	TMH-1600/35.	2	8	14,40
6	TMH-2500/35.	2	12	21,60
Tổng				123,6

Như vậy, tổng vốn xây dựng TBA có giá trị: $K_t = 123,6 \cdot 10^9$ (đ)

Do đó, tổng vốn đầu tư để xây dựng mạng điện bằng:

$$K = 76,52 \cdot 10^9 + 123,6 \cdot 10^9 = 200,12 \cdot 10^9 \text{ (đ)}$$

2. Tổn thất công suất trong mạng điện.

Tổn thất công suất trong mạng điện gồm có tổn thất công suất trên đường dây và tổn thất công suất tác dụng trong MBA ở chế độ phụ tải cực đại.

Theo kết quả tính toán ở chương 6, tổng tổn thất công suất tác dụng trên đường dây bằng:

$$\Delta P_d = 1,21 \text{ (MW)}$$

Tổn thất công suất trong các cuộn dây của MBA có giá trị:

$$\Delta P_b = 0,1 \text{ (MW)}$$

Tổn thất công suất trong lõi thép của MBA được xác định như sau:

$$\Delta P_0 = \Sigma \Delta P_{0i} = 0,06 \text{ (MW)}$$

Như vậy, tổng tổn thất công suất tác dụng trong mạng điện là:

$$\Delta P = \Delta P_d + \Delta P_0 + \Delta P_b = 1,38 \text{ (MW)}$$

Tổn thất công suất tác dụng trong mạng điện tính theo phần trăm bằng:

$$\Delta P\% = \frac{\Delta P}{\Sigma P_{\max}} \times 100 = \frac{1,38}{15,1} \times 100 = 9,11 \text{ (\%)}$$

3. Tổn thất điện năng trong mạng điện:

Tổng tổn thất điện năng trong mạng điện có thể xác định theo công thức sau:

$$\Delta A = (\Delta P_d + \Delta P_b) \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot t$$

Trong đó:

+ τ : thời gian tổn thất công suất lớn nhất

+ t : thời gian các MBA làm việc trong năm.

Vì các MBA vận hành song song trong cả năm nên $t=8760$ giờ.

Do đó, tổn thất điện năng trong mạng điện là:

$$\begin{aligned} \Delta A &= (1,21 + 0,1) \times 1225,31 + 0,06 \times 8760 \\ &= 2141,69 \text{ (MWh)} \end{aligned}$$

Tổng điện năng các hộ tiêu thụ nhận được trong năm bằng:

$$A = \Sigma P_{\max} \cdot T_{\max} = 15,1 \times 2500 = 37750 \text{ (MWh)}$$

Tổn thất điện năng trong mạng điện tính theo phần trăm bằng:

$$\Delta A\% = \frac{\Delta A}{A} \times 100 = \frac{2141,69}{37750} \times 100 = 5,67 (\%)$$

4. Tính chi phí và giá thành:

a. Chi phí vận hành hàng năm:

Chi phí vận hành hàng năm trong mạng điện được tính theo công thức:

$$Y = a_{vhd} \cdot K_d + a_{vht} \cdot K_t + \Delta A \cdot c$$

Trong đó:

- + a_{vhd} - hệ số vận hành đường dây ($a_{vhd} = 0,07$)
- + a_{vht} - hệ số vận hành các thiết bị trong TBA ($a_{vht} = 0,1$)
- + c - giá thành 1kWh điện năng tổn thất ($c = 500\text{đ/kWh}$).

Như vậy:

$$\begin{aligned} Y &= 0,07 \times 76,52 \cdot 10^9 + 0,1 \times 123,6 \times 10^9 + 2141,69 \cdot 10^3 \times 500 \\ &= 13,43 \cdot 10^9 (\text{đ}) \end{aligned}$$

b. Chi phí tính toán hàng năm:

Chi phí tính toán hàng năm được xác định theo công thức:

$$Z = a_{tc} \cdot K + Y$$

Trong đó a_{tc} là hệ số định mức hiệu quả vốn đầu tư ($a_{tc} = 0,125$)

Do đó, chi phí tính toán là :

$$\begin{aligned} Z &= 0,125 \times 200,12 \cdot 10^9 + 13,43 \cdot 10^9 \\ &= 38,45 \cdot 10^9 (\text{đ}) \end{aligned}$$

c. Giá thành truyền tải điện năng:

Giá thành truyền tải điện năng được xác định theo công thức:

$$\beta = \frac{Y}{A} = \frac{13,43 \cdot 10^9}{37,75 \cdot 10^6} = 355,87 (\text{đ/kWh})$$

d. Bảng giá thành thành xây dựng 1 MW công suất phụ tải trong chế độ cực đại:

Giá thành thành xây dựng 1 MW công suất phụ tải trong chế độ cực đại được xác định theo công thức:

$$K_o = \frac{K}{\Sigma P_{\max}} = \frac{200,12 \cdot 10^9}{15,1} = 13,25 \cdot 10^9 (\text{đ/MW})$$

MỤC LỤC

	Trang
CHƯƠNG 1 – Phân tích đặc điểm của các nguồn cung cấp và các phụ tải.	2
CHƯƠNG 2 – Cân bằng công suất của hệ thống điện	3
CHƯƠNG 3 – Chọn phương án tối ưu	7
CHƯƠNG 4 – Chọn số lượng, công suất các MBA trong các trạm, sơ đồ các trạm và sơ đồ hệ thống điện	38
CHƯƠNG 5 – Tính các chế độ vận hành của mạng điện	41
CHƯƠNG 6 – Tính điện áp các nút và điều chỉnh điện áp trong mạng điện	50
CHƯƠNG 7 – Tính các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật của mạng điện	56