



CHƯƠNG 7

TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MẠNG ĐIỆN

NHẮC LẠI KIẾN THỨC CŨ

Các phương pháp điều chỉnh điện áp trong mạng điện

1. Điều chỉnh điện áp máy phát
2. Chọn tỷ số biến đổi của máy biến áp MBA thích hợp
3. Đặt các thiết bị bù ngang có điều chỉnh công suất phản kháng.
4. Đặt các thiết bị bù dọc trên đường dây.
5. Các biện pháp điều chỉnh điện áp ở hộ tiêu thụ.
6. Các thiết bị hỗ trợ điện áp

NỘI DUNG

- 7.1 Khái niệm
- 7.2 Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ của phụ tải
- 7.3 Phân phối công suất phản kháng trong HTĐ một cách hợp lý nhất (bù kinh tế)
- 7.4 Nâng cao điện áp của mạng điện (chương 6)
- 7.5 Vận hành kinh tế các trạm biến áp
- 7.6 Tối ưu hóa chế độ mạng điện không đồng nhất
- 7.7 Lựa chọn sơ đồ nối dây hợp lý
- 7.8 Các biện pháp quản lý, tổ chức

7.1 KHÁI NIỆM

Mạng điện phải được thiết kế và vận hành một cách kinh tế nhất:

- 1. Giảm tổn thất công suất**
- 2. Giảm tổn thất điện năng**

7.1 KHÁI NIỆM

Các biện pháp giảm tổn thất công suất và điện năng

1. Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ của phụ tải
2. Phân phối công suất phản kháng trong HTĐ một cách hợp lý nhất (bù kinh tế)
3. Nâng cao điện áp của mạng điện (chương 6)
4. Vận hành kinh tế các trạm biến áp
5. Tối ưu hóa chế độ mạng điện không đồng nhất
6. Lựa chọn sơ đồ nối dây hợp lý
7. Các biện pháp quản lý, tổ chức

7.1 NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT CỦA PHỤ TẢI

$$\Delta P = \left(\frac{S}{U}\right)^2 \cdot R = \left(\frac{P}{U \cos \varphi}\right)^2 \cdot R \quad \Delta Q = \left(\frac{S}{U}\right)^2 \cdot X = \left(\frac{P}{U \cdot \sin \varphi}\right)^2 \cdot X$$

- ❖ Các biện pháp chính để nâng cao của phụ tải là:
1. Thay các động cơ công suất phù hợp với công suất thực tế
 2. Đổi cách đấu dây quấn động cơ từ Δ sang Y.
 3. Ngoài ra các biện pháp khác nữa như nâng cao chất lượng sửa chữa động cơ, thay các động cơ điện không đồng bộ bằng các động cơ điện đồng bộ, loại bỏ các ĐC không tải...

7.2 BÙ KINH TẾ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG TRONG MẠNG ĐIỆN

- ❖ Phân phối công suất tác dụng và phản kháng trong HTĐ một cách hợp lý nhất
- ❖ Giảm công suất phản kháng truyền tải trên đường dây bằng biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

Khi lập biểu thức của phí tổn tính toán, ta qui ước như sau:

- ❖ Không xét đến lượng công suất bù sơ bộ.
- ❖ Không xét đến tổn thất công suất sắt ΔP_{Fe} của máy biến áp vì nó ảnh hưởng rất ít đến trị số bù Q_b cần tìm.
- ❖ Không xét đến thành phần tổn thất ΔP trong mạch do truyền tải P gây ra.
- ❖ Không xét đến ΔQ_{Fe} của máy biến áp và ΔQ_C do dung dẫn đường dây sinh ra.
- ❖ Ngoài điện trở đường dây phải xét đến điện trở R_B của máy biến áp. Chỉ cần viết và giải phương trình cho từng nhánh độc lập của mạng điện.
- ❖ Nếu $Q_b < 0$ thì không cần bù.
- ❖ Nếu giải phương trình có $Q_b = Q$ thì chỉ cần bù tới $\cos\varphi=0.95$, vì bù tới $\cos\varphi=1$ thì không kinh tế.

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

Xét cho trạm cung cấp cho một phụ tải:

Biểu thức phí tổn tính toán mạng điện do việc lắp đặt thiết bị bù như sau:

$$Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2 + Z_3$$

❖ Trong đó:

Z_{Σ} : Là tổng chi phí khi đặt thiết bị bù

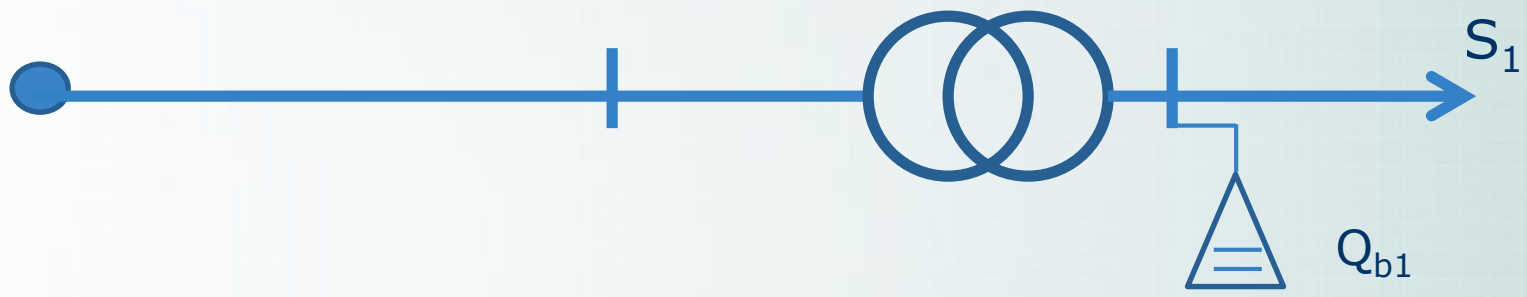
Z_1 : Phí tổn hằng năm do đặt thiết bị bù.

Z_2 : Phí tổn do tổn thất điện năng trong mạng do lắp đặt thiết bị bù.

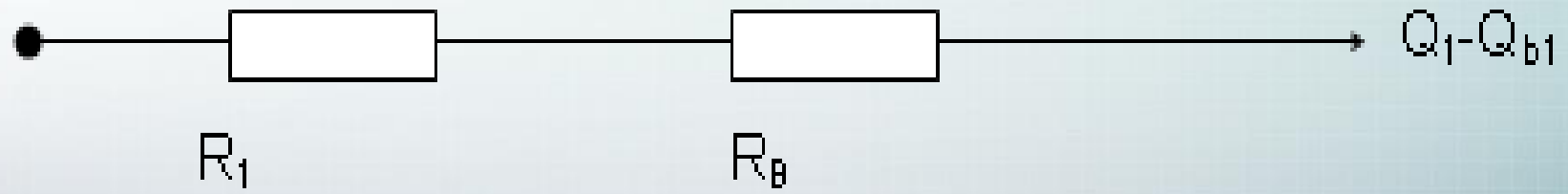
Z_3 : Phí tổn do tổn thất điện trong mạng sau khi bù.

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù Xét cho sơ đồ trạm cung cấp cho một phụ tải: kinh tế)

N



N



Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

1/ Chi phí đặt thiết bị bù (Z_1):

$$Z_1 = (a_{vh} + a_{tc}) \cdot k_b^* \cdot Q_b$$

❖ Với

a_{vh} : hệ số vận hành thiết bị bù, lấy $a_{vh} = 0,1$

a_{tc} : hệ số thu hồi vốn đầu tư phụ, lấy $a_{tc} = 0,125$

k_b^* : vốn đầu tư của 1 đơn vị bù (đ/MVAr), $k_b^* = \dots \cdot 10^3 (\text{đ/KVAr})$

Q_b : công suất bù tính bằng MVAr

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

2/ Chi phí do tổn thất điện năng trong thiết bị bù (Z_2):

$$Z_2 = \Delta A_b \cdot C_0 = \Delta P_b \cdot T \cdot C_0 = \Delta P_b^* \cdot T \cdot Q_b \cdot C_0$$

❖ Với

ΔP_b^* : tổn thất công suất tác dụng trong 1 đơn vị bù (KW/KVAr). Đối với tụ điện tĩnh lấy $\Delta P_b^* = 0,005$

T: thời gian tụ điện làm việc trong một năm. Vì ta có điều chỉnh dung lượng bù theo sự biến đổi phụ tải nên lấy $T = T_{\max} = \dots h$.

C_0 : giá thành 1MWh điện năng tổn thất, lấy $C_0 = \dots$ (đ/KWh)

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

3/ Chi phí do tổn thất điện năng trong mạng điện khi bù (Z_3):

$$Z_3 = \Delta A.C_0 = \Delta P.\tau.C_0 = \frac{(Q - Q_b)^2}{U^2} . R.\tau.C_0$$

❖ Với

Q: công suất phản kháng cực đại của hộ tiêu thụ lúc chưa có bù.

Q_B : công suất phản kháng bù của hộ tiêu thụ.

U: điện áp định mức của đường dây

R: điện trở của đường dây và MBA qui về phía cao áp.

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

Vậy phí tổn tính toán tổng của mạng điện sau khi đặt thiết bị bù là:

$$Z_{\Sigma} = (a_{vh} + a_{tc}) \cdot k_b^* \cdot Q_b + \Delta P_b^* \cdot Q_b \cdot T \cdot C_0 \\ + \frac{(Q - Q_b)^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau \cdot C_0$$

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

Để thu được hàm chi phí tính toán nhỏ nhất:

- ❖ Lấy đạo hàm riêng của phí tổn tính toán theo từng công suất bù của mỗi trạm và cho đạo hàm riêng đó bằng không.

$$\frac{\partial Z}{\partial Q_b} = 0$$

$$\Leftrightarrow (a_{vh} + a_{tc}) \cdot k_b^* + \Delta P_b^* \cdot T \cdot C_0 - \frac{2 \cdot (Q - Q_b)}{U^2} \cdot R \cdot \tau \cdot C_0 = 0$$

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

- ❖ Giải các phương trình đạo hàm riêng ta có Q_b cần tìm.

$$Q_b = Q - \frac{U^2 \cdot [(a_{vh} + a_{tc}) \cdot k_b^* + \Delta P_b^* \cdot T \cdot C_0]}{2 \cdot R \cdot \tau \cdot C_0}$$

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

Xét Q_b

- ✓ $Q_b \leq 0$ thì cho $Q_b = 0$ nghĩa là về mặt kinh tế hệ đó không cần bù.
- ✓ $Q_b > 0$ thì tính lại $\cos \varphi$:
 - ❑ Nếu $\cos \varphi \leq 0.95$: Lấy theo Q_b vừa tính toán
 - ❑ Nếu $\cos \varphi > 0.95$: Lấy $\cos \varphi = 0.95 \Rightarrow$ Tính lại Q_b theo $\cos \varphi = 0.95$ trong công thức sau:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q - Q_b)^2}}$$

Biện pháp đặt các thiết bị bù (bù kinh tế)

Xét trạm cung cấp cho hai phụ tải trở lên:

- ❖ Biểu thức $Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2 + Z_3$ có Z_1 và Z_2 giống như trên.

$$\text{Riêng } Z_3 = C.\Delta P.\tau = \frac{\sum (Q - Q_b)^2}{U^2} . R.\tau.C_0$$

Tìm công suất phản kháng phân bố trên các đoạn đường dây.

- ❖ Sau đó lấy đạo hàm riêng của Z theo Q_{b1} , Q_{b2} , ... Q_{bn} và cho từng đạo hàm bằng 0.
- ❖ Từ đó ta được phương trình và tìm ra các giá trị Q_{bi} cần tìm và xét Q_{bi} như trên.

Giải bài tập

Bài toán:

$$\frac{\partial Z}{\partial Q_{b1}} = (a_{vh} + a_{tc}).k_b^* + \Delta P_b^*.T.C_0$$

$$-2 \cdot \frac{[(Q_2 + Q_1 - Q_{b1} - Q_{b2}).R_1 + (Q_1 - Q_{b1}).R_{b1}].\tau.C_0}{U^2} = 0$$

$$\frac{\partial Z}{\partial Q_{b2}} = (a_{vh} + a_{tc}).k_b^* + \Delta P_b^*.T.C_0 -$$

$$2 \cdot \frac{(Q_2 - Q_{b2}).(R_{b2} + R_2) + (Q_2 + Q_1 - Q_{b1} - Q_{b2}).R_1}{U^2} \cdot \tau \cdot C_0 = 0$$

7.3 VẬN HÀNH KINH TẾ CÁC TRẠM BIẾN ÁP

- ❖ Nhiều máy biến áp làm việc song song
- ❖ Phụ tải của các trạm biến áp lại luôn luôn thay đổi
- ⇒ Phải vận hành (đóng cắt) các MBA trong trạm như thế nào cho kinh tế nhất
- ⇒ Tổn thất công suất bé nhất

7.3 VẬN HÀNH KINH TẾ CÁC TRẠM BIẾN ÁP

Để vận hành các MBA hoàn toàn giống nhau làm việc song song:

$$\text{Công suất của toàn trạm} \leftarrow S < S_{gh} = \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_0}{\Delta P_N}} \cdot S_{dm} \rightarrow \text{Công suất định mức của mỗi MBA}$$

- ❖ Khi công suất của trạm $S > S_{gh}$ nên cho n máy biến áp làm việc song song
- ❖ Khi công suất của trạm $S = S_{gh}$ có thể cho n hay $n-1$ máy làm việc
- ❖ Khi công suất của trạm $S < S_{gh}$ nên cho $n-1$ máy làm việc

7.4 NÂNG CAO ĐIỆN ÁP CỦA MẠNG ĐIỆN

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R$$

- ❖ **Nâng cao điện áp định mức**
- ❖ **Nâng cao điện áp vận hành**
 - Thay đổi đầu phân áp của các máy biến áp
 - Nâng cao điện áp của các máy phát điện

7.5 TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ MẠNG ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG NHẤT

Chọn thông số máy biến áp điều chỉnh dọc-ngang

- Trong các mạng điện khu vực $U \geq 110\text{kV}$:
 - ❑ Thành phần sức điện động dọc chủ yếu để phân bố lại công suất phản kháng trên đường dây

Nguồn tạo ra sức điện động dọc: Sự không cân bằng hệ số biến đổi của các MBA đấu trong mạch vòng kín

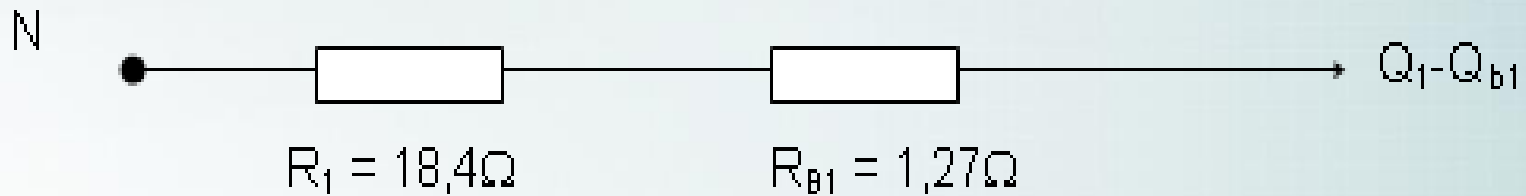
- ❑ Thành phần sức điện động ngang chủ yếu phân bố lại công suất tác dụng tải trên đường dây.

Nguồn tạo ra sức điện động ngang: máy biến áp hỗ trợ có điều chỉnh ngang

7.5 TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ MẠNG ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG NHẤT

- Chọn thông số thiết bị bù dọc cho mạng không đồng nhất
 - Bù dọc điện dung** trong các nhánh có điện cảm lớn
 - Bù dọc điện cảm đối với các nhánh điện cảm nhỏ
- Tối ưu hóa chế độ mạng điện bằng phương pháp cắt hở mạch vòng

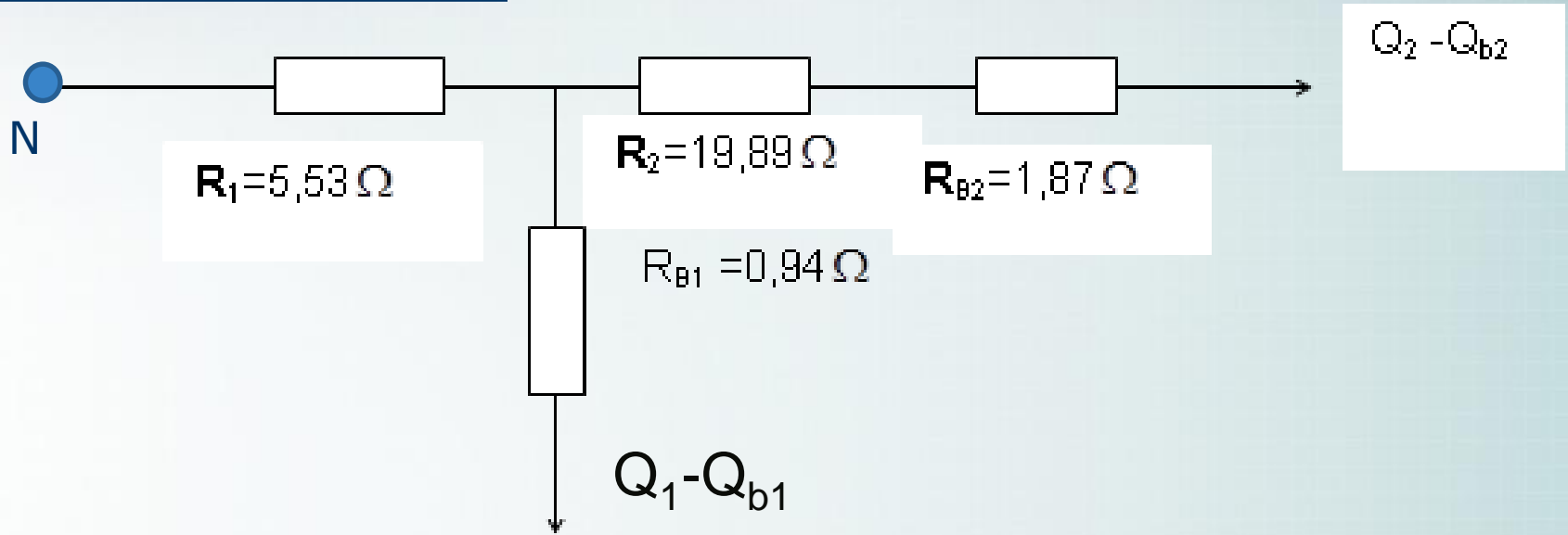
Ví dụ 1



- ❖ $Q_1 = 18(\text{MVAr})$
- ❖ $k_b^* = 200 \cdot 10^3 (\text{đ/KVAr})$
- ❖ $C_o = 700 (\text{đ/KWh})$
- ❖ $T = T_{\max} = 4500\text{h.}$
- ❖ $U = 110\text{KV}$

Tính Q_{b1} ?

Ví dụ 2



❖ $Q_1 = 16,5$ [MVAR]

❖ $k_b^* = 200 \cdot 10^3$ (đ/KVAr)

❖ $U = 110$ KV

Tính Q_{b1} , Q_{b2} ?

$Q_2 = 22$ [MVAR]

$T = T_{\max} = 4500$ h.

$C_o = 700$ (đ/KWh)

Giải bài tập

❖ Hàm chi phí tính toán của mạng điện

$$Z_{\Sigma} = (a_{vh} + a_{tc}) \cdot k_b^* \cdot Q_b + \Delta P_b^* \cdot Q_b \cdot T \cdot C_0 \\ + \frac{(Q - Q_b)^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau \cdot C_0$$