
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
KHOA CƠ ĐIỆN



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Tên đề tài: Nâng cao chất lượng điện áp bằng cách thay đổi hệ số công suất $\cos\varphi$. Áp dụng tính toán thiết kế tụ bù cho trạm biến áp tiêu thụ 560kVA-35/0,4kV cung cấp điện cho công ty TNHH H&B

GVHD: Vũ Hải Thuận

SVTH: Bùi Thị Ngọc Bích

Hà Nội, Tháng năm 2012

ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT

PHẦN I: ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP

Chương I: Khái niệm về chất lượng điện áp, các chỉ tiêu đánh giá chất lượng điện áp

- 1.1. Độ lệch điện áp
 - 1.1.1 *Độ lệch điện áp tuyệt đối*
 - 1.1.2 *Độ lệch điện áp tương đối*
- 1.2. Độ dao động điện áp
- 1.3. Độ hình sin
- 1.4. Độ đối xứng

Chương II: Các phương pháp đánh giá chất lượng điện áp

- 2.1. Đánh giá chất lượng điện áp theo độ lệch điện áp
 - 2.1.1 *Đánh giá chất lượng điện áp theo độ lệch giới hạn của điện áp*
 - 2.1.2 *Đánh giá chất lượng điện áp theo tiêu chuẩn tích phân điện áp*
 - 2.1.3 *Đánh giá chất lượng điện áp theo mô hình xác suất thống kê*
 - 2.1.4 *Đánh giá chất lượng điện áp theo tương quan giữa công suất và điện áp*

- 2.2. Đánh giá độ đối xứng của điện áp

- 2.2.1 *Phương pháp phân tích các thành phần đối xứng*
 - 2.2.1 *Đánh giá độ đối xứng theo phương pháp xác suất*

- 2.3. Đánh giá mức độ hình sin

PHẦN II: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP BẰNG CÁCH THAY ĐỔI ĐIỆN ÁP

Chương I: Các biện pháp chung nâng cao chất lượng điện áp

- 1.1 Các biện pháp tổ chức vận hành
 - 1.2 Các biện pháp kỹ thuật
-

Chương II: Phương pháp điều chỉnh điện áp

2.1. Khái niệm chung

2.2. Các phương pháp điều chỉnh điện áp

2.3 Các thiết bị điều chỉnh điện áp

Chương III: Nâng cao chất lượng điện áp bằng phương pháp thay đổi tổng trở đường dây.

3.1 Cơ sở lý thuyết

3.2 Trình tự tiến hành

Chương IV: Nâng cao chất lượng điện áp bằng phương pháp thay đổi dòng công suất phản kháng

4.1. Khái niệm về công suất phản kháng và hệ số $\cos\varphi$

4.1.1 Công suất phản kháng

4.1.2 Hệ số công suất $\cos\varphi$

4.2. Sự tương quan giữa Q và chất lượng điện áp

4.3. Lựa chọn tụ bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số $\cos\varphi$

4.3.1 Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ tự nhiên

4.3.1.1 Thay đổi và cải tiến quy trình công nghệ để các thiết bị điện làm việc ở chế độ hợp lý nhất

4.3.1.2 Thay thế động cơ không đồng bộ làm việc non tải bằng động cơ có công suất nhỏ hơn

4.3.1.3 Giảm điện áp của những động cơ làm việc non tải

4.3.1.4 Hạn chế động cơ chạy không tải

4.3.1.5 Dùng động cơ đồng bộ thay thế động cơ không đồng bộ

4.3.1.6 Nâng cao chất lượng sửa chữa

4.3.1.7 Thay thế những máy biến áp làm việc non tải bằng những máy biến áp nhỏ hơn.

4.3.2 Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ bằng bù công suất phản kháng

4.3.2.1 Đường lượng kinh tế của công suất phản kháng

4.3.2.2 *Phân phối dung lượng bù trong mạng điện*

4.3.2.3 *Lựa chọn công suất của tụ điện*

4.3.2.4 *Sơ đồ điều khiển dung lượng của tụ điện*

4.3.2.5 *Vận hành tụ điện*

Chương V: Nâng cao chất lượng điện áp bằng cách chọn đầu phôn ỏp hợp lý

5.1 Chọn đầu phôn ỏp của máy biến ỏp giảm ỏp hai dây quấn

5.2 Chọn đầu phôn ỏp của máy biến ỏp tăng ỏp hai dây quấn

5.3 Chọn đầu phôn ỏp cho máy biến ỏp ba pha ba dây quấn

PHẦN III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TỤ BÙ CHO TRẠM BIẾN ỏP TIÊU THỤ 560KVA-35/0,4KV

Chương I: Trạm biến ỏp 560-35/0,4kV

1.1. Giới thiệu về trạm biến ỏp

1.1.1 Cơ sở pháp lý, tiêu chuẩn kỹ thuật của đề ỏn

1.1.2 Vị trí đặt trạm biến ỏp

1.1.3 Đấu nối trạm biến ỏp

1.1.4 Quy mô xây dựng trạm

1.1.5 Sơ đồ nối điện chính và đo lường bảo vệ

1.1.6 Nối đất

1.1.7 Phần xây dựng

1.2. Thu thập và xử lý số liệu, đánh giá chất lượng điện ỏp

Chương II: Thiết kế hệ thống bù tự động cho trạm biến ỏp

2.1. Lựa chọn phương pháp

2.2. Thiết kế chi tiết hệ thống tự động điều khiển cho hệ thống bù.

2.2.1 Tính toán, lựa chọn các thiết bị trong tủ tụ bù

2.2.2 Lựa chọn bộ điều khiển tụ bù tự động

PHẦN IV: KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

MỞ ĐẦU

Ngày nay, nền kinh tế nước ta đang trên đà phát triển mạnh mẽ, đời sống nhân dân cũng được nâng cao một cách rõ rệt. Nhu cầu sử dụng điện năng trong các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ và sinh hoạt tăng trưởng không ngừng, do đó đòi hỏi điện năng không những phải cung cấp đầy đủ về số lượng mà còn phải đảm bảo về chất lượng. Đứng trước những yêu cầu đó, ngành điện phải đầu tư nâng cấp từ việc cải tạo những nguồn điện đó cũ đến xây dựng mới và quy hoạch lại lưới điện ở các cấp khác nhau nhằm mục đích đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của phụ tải. Bên cạnh đó ngành điện đã áp dụng những tiến bộ khoa học kỹ thuật vào trong quá trình vận hành và sản xuất điện năng. Việc ứng dụng những tiến bộ khoa học kỹ thuật đem lại cho ngành những bước phát triển vững chắc để từ đó khẳng định là ngành đi đầu trong công cuộc “Công nghiệp hóa – Hiện đại hóa đất nước”.

Tuy nhiên, vẫn còn không ít những khó khăn như bán kính cấp điện của hệ thống cung cấp điện cho những vùng nông thôn, miền núi cũn quá lớn cộng với việc sử dụng các thiết bị lạc hậu, không đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật, dẫn đến hao tổn điện áp trên lưới còn khá lớn nên chất lượng điện hầu như không đạt yêu cầu.

Để giảm hao tổn điện áp ngành điện đã sử dụng rất nhiều phương pháp nâng cao chất lượng điện năng, những phương pháp mang lại hiệu quả cao đó là phương pháp bù công suất phản kháng và phương pháp điều chỉnh đầu phôn ỏp của máy biến áp. Hai phương pháp này có thể thực hiện bằng tay hoặc tự động hoàn toàn. Nhưng do yêu cầu ngày càng cao về chế độ làm việc tin cậy và chính xác của thiết bị nên cần phải có hệ thống tự động điều khiển các thiết bị trong quá trình vận hành.

Hiện nay việc ứng dụng kỹ thuật điều khiển tự động trong quá trình vận hành các thiết bị bự (mỏy bự đồng bộ, tụ bự...) và việc điều chỉnh điện áp cho thấy rằng hiệu quả của nó mang lại là vô cùng to lớn trong việc nâng cao chất lượng điện năng bởi tính chính xác và khả năng tạo ra sự làm việc ổn định, an

toàn cho các thiết bị làm việc trong hệ thống điện. Do vậy cần phải ứng dụng rộng rãi trong việc tự động điều khiển cho hệ thống điện.

Trước yêu cầu đó, được sự phân công của Bộ môn cung cấp và sử dụng Điện năng, Khoa Cơ Điện, Trường ĐH Nông Nghiệp HN, dưới sự hướng dẫn của thầy giáo Vũ Hải Thuận chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu và thực hiện đề tài: “Nâng cao chất lượng điện bằng cách thay đổi hệ số công suất $\cos\varphi$ và thiết kế hệ thống tự động điều chỉnh dung lượng bù”.

PHẦN I: ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM VỀ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP

Do khoảng cách đường dây từ các trạm biên áp tiêu thụ đến các hộ tiêu thụ rất lớn nên đó làm tổn thất điện áp trên đường dây rất cao (12 – 20%) thêm vào đó là việc lắp đặt các thiết bị không đúng chủng loại, không đồng bộ hoặc đó quả cũ nọt đó làm ảnh hưởng đến các thông số kỹ thuật của lưới dẫn đến chất lượng điện ở hầu hết các hộ tiêu thụ cuối đường dây không đạt yêu cầu.

Mặt khác các hộ sinh hoạt sử dụng chủ yếu thiết bị điện một pha nên dẫn đến việc mất đối xứng giữa các pha cũng làm ảnh hưởng đến chất lượng điện trong mạng vào những giờ cao điểm. Có pha vẫn đảm bảo yêu cầu, song có pha không đảm bảo yêu cầu do tổn thất trên pha đủ quả lớn. Do vậy mà việc đối xứng hóa ở lưới điện sinh hoạt là việc làm hết sức cần thiết để phần nào đó cải thiện được chất lượng điện ở các hộ tiêu thụ sinh hoạt.

Như vậy để đảm bảo chất lượng điện trên toàn bộ hệ thống lưới điện thì việc làm cần thiết là làm sao giảm tổn thất trên lưới tới mức thấp nhất để nâng cao điện áp lên mức cho phép.

Lưới điện được đảm bảo yêu cầu khi thỏa mãn độ an toàn, độ tin cậy cung cấp điện, chất lượng điện và kinh tế nhất. Chất lượng điện được đánh giá qua hai chỉ tiêu chính là chỉ tiêu tần số và chỉ tiêu điện áp. Trong đó, điện áp mang tính chất cục bộ, còn tần số mang tính hệ thống. Tần số đạt giá trị định mức khi có sự cân bằng công suất tác dụng phát ra với công suất tác dụng của phụ tải. Điện áp đạt giá trị định mức khi có sự cân bằng công suất phản kháng phát ra với công suất phản kháng của phụ tải. Chất lượng điện áp được đánh giá qua bốn chỉ tiêu

1.1. Độ lệch điện áp

Điện áp đạt giá trị định mức khi công suất phản kháng phát ra cân bằng với công suất phản kháng của phụ tải. Giá trị điện áp tại một điểm nào đó trong hệ thống điện phụ thuộc vào khoảng cách từ nguồn đến điểm đó, tình trạng của phụ tải và việc nâng cao điện áp tại nguồn và cốc mỷ biến áp, vì vậy tại một điểm trong hệ thống điện luôn tồn tại độ lệch điện áp, độ lệch điện áp được biểu thị dưới dạng:

1.1.1. Độ lệch điện áp tuyệt đối

Độ lệch điện áp tuyệt đối là độ chênh lệch giữa điện áp thực tế đo tại một điểm so với giá trị định mức, được xác định theo biểu thức (1.1):

$$V = U - U_{dm}, V \quad (1.1)$$

Trong đó:

V: Độ lệch điện áp tại điểm khảo sát, V

U: Điện áp thực tế đo được, V

U_{dm} : Điện áp định mức, V

Độ lệch điện áp tại một điểm i bất kỳ trên lưới điện còn được xác định theo biểu thức (1.2):

$$V_i = V_{ng} + \sum E_{MBAj} - \Delta U_i, V \quad (1.2)$$

Trong đó:

V_i : Độ lệch điện áp tuyệt đối tại điểm i , V

V_{ng} : Độ lệch điện áp tại đầu nguồn, V

E_{MBAj} : Độ gia tăng điện áp tại MBA thứ j từ nguồn đến điểm khảo sát, V

ΔU_i : Hao tổn điện áp trên đoạn dây thứ i từ nguồn đến điểm khảo sát, V

1.1.2. Độ lệch điện áp tương đối

Độ lệch điện áp tương đối là độ lệch điện áp tuyệt đối tính theo phần trăm so với giá trị định mức, được xác định theo biểu thức (1.3):

$$V\% = \frac{U - U_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100 \quad (1.3)$$

Trong đó:

V%: Độ lệch điện áp tương đối tại điểm khảo sát, %

U: Điện áp thực tế tại điểm đó, V

U_{dm} : Điện áp định mức tại điểm cần xác định độ lệch điện áp, V

Chỉ tiêu độ lệch điện áp thỏa mãn khi nằm trong giới hạn cho phép. Mỗi khu vực, mỗi quốc gia đưa ra các tiêu chuẩn khác nhau về giá trị độ lệch điện áp cho phép. Theo tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn độ lệch điện áp cho phép đối

với từng loại thụ điện khác nhau là khác nhau, ở chế độ làm việc bình thường được quy định như sau:

Bảng 1.1: Độ lệch điện áp cho phép ở chế độ làm việc bình thường

STT	Thụ điện	Giới hạn dưới V_{cp}^-	Giới hạn trên V_{cp}^+
1	Động cơ điện	-5	+10
2	Chiếu sáng	-2,5	+5
3	Thiết bị điện Công nghiệp	-5	+5
4	Thiết bị điện Nông nghiệp	-7,5	+7,5

1.2. Độ dao động điện áp

Dao động điện áp là sự biến thiên nhanh của điện áp xảy ra trong khoảng thời gian tương đối ngắn với tốc độ không quá 1%/s, được xác định:

$$V_{dd\%} = U_{\max\%} - U_{\min\%}, \% \quad (1.4)$$

$U_{\max\%}$, $U_{\min\%}$: Lần lượt là điện áp lớn nhất và điện áp nhỏ nhất tính theo phần trăm so với giá trị định mức khi xảy ra dao động điện áp, %

Độ dao động điện áp cho phép được xác định:

$$V_{ddcp\%} = 1 + \frac{6}{n} = 1 + \frac{\Delta t}{10} (\%) \quad (1.5)$$

Trong đó:

n: Số lần xảy ra dao động điện áp trong 1 giờ, lần/h

Δt : Thời gian trung bình giữa các lần dao động, phút

1.3 Độ hình sin của điện áp

Điện áp và dòng điện 3 pha biến thiên theo chu kỳ hình sin tần số 50Hz. Thực tế không bao giờ nhận được đường cong hình sin trọn vẹn, mà luận cú độ méo mó của đường cong nhất định gọi là độ khụng hõnh sin.

Giá trị hiệu dụng điện áp không sin được xác định:

$$U_{hdks} \approx \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} U_{hdk}^2}, (V) \quad (1.6)$$

Trong đó:

U_{hdks} : giá trị điện áp hiệu dụng không sin, V

U_{hdk} : giá trị hiệu dụng của thành phần điện áp sóng hài bậc cao, V

Thực tế mạng điện chỉ có sóng bậc 3 có giá trị đáng kể nhất, các thành phần sóng bậc hài chẵn và bậc cao nhất. Nên người ta chỉ tính đến bậc 13, khi đó giá trị hiệu dụng điện áp không sin tính gần đúng:

$$U_{hdks} \approx 0.005 \sqrt{\sum_{k=3}^{13} U_{hdk}^2}, V \quad (1.7)$$

Hệ số khựng hõnh sin k_{ks} được xác định:

$$K_{ks} = \frac{U_{hdks} - U_1}{U_1} \cdot 100, \% \quad (1.8)$$

Trong đó:

U_1 : Điện áp hiệu dụng thành phần sóng cơ bản, V

Hệ số không sin cho phép $k_{ks} = 5\%$

1.4. Độ đối xứng của điện áp

Do sử dụng nhiều thiết bị một pha, tải phân bố không đều dẫn đến sự không đối xứng giữa các pha làm xuất hiện ngoài thành phần thứ tự thuận U_1 cũn cú còc thành phần thứ tự nghịch U_2 và thứ tự không U_0 .

Độ không đối xứng của điện áp và dòng điện được biểu diễn thông qua các hệ số không đối xứng:

Theo dòng điện:

$$K_{kdxI_2} = \frac{I_2}{I_1} \cdot 100, K_{kdxI_0} = \frac{I_0}{I_1} \cdot 100 \quad (1.9)$$

Theo điện áp:

$$K_{kđxU_2} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100, K_{kđxU_0} = \frac{U_0}{U_1} \cdot 100 \quad (1.10)$$

Trong đó:

- $k_{kđxU_2}, k_{kđxU_0}$: Lần lượt là hệ số không đối xứng thành phần điện áp thứ tự nghịch, không
 - U_1, U_2, U_0 : Lần lượt là thành phần điện áp thứ tự thuận, nghịch, không, V
- Hệ số không đối xứng tiêu chuẩn $k_{kđxtc} = 2 - 5 \%$

CHƯƠNG II: CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP

2.1. Đánh giá chất lượng điện áp theo độ lệch điện áp

2.1.1. Đánh giá chất lượng điện áp theo độ lệch giới hạn của điện áp

Để đánh giá chất lượng điện áp tại một điểm chúng ta có thể căn cứ vào độ lệch điện áp thực tế tại các nút mạng điện, từ đó so sánh với giá trị độ lệch điện áp cho phép đối với các phụ tải nối vào điểm đánh giá độ lệch điện áp đó.

Hao tổn điện áp tuyệt đối và tương đối trong một đoạn mạng điện được xác định theo công thức:

$$\Delta U^{(2)} = \frac{P^{(2)}R + Q^{(2)}X}{U}, \quad (2.1)$$

$$\Delta U^{(1)} = \frac{P^{(1)}R + Q^{(1)}X}{U}, \quad (2.2)$$

$$\Delta U\%^{(2)} = \frac{\Delta U^{(2)}}{U_N} \cdot 100, \quad (2.3)$$

$$\Delta U\%^{(1)} = \frac{\Delta U^{(1)}}{U_N} \cdot 100, \quad (2.4)$$

Trong đó:

- P, Q: Công suất tác dụng và công suất phản kháng truyền tải trên đoạn mạng điện

- U: Điện áp thực tế của điểm cuối của mạng điện

- U_{dm} : Điện áp định mức của đoạn mạng điện

Độ lệch điện áp tại đầu vào hộ dùng điện, thường được xác định tại thời điểm phụ tải cực đại và phụ tải cực tiểu, giá trị của độ lệch điện áp tại một điểm có thể đánh giá bằng cách đo điện áp tại điểm muốn đánh giá chất lượng, hoặc đo tại nguồn.

Điện áp đo được tại điểm khảo sát được đánh giá theo các bước:

Xác định được độ lệch giới hạn cho phép V_{cp}^+ ; V_{cp}^- theo bảng 1.1

Đo giá trị điện áp thực tế tại điểm đó.

Từ số liệu điện áp đo được, ta xác định được điện áp nhỏ nhất U_{\min} (lúc phụ tải cực đại) và điện áp lớn nhất U_{\max} (lúc phụ tải cực tiểu).

Theo công thức (1.3) ta xác định được độ lệch điện áp lúc phụ tải cực đại (2) và lúc phụ tải cực tiểu (1):

$$V^{(2)} = \frac{U^{(2)} - U_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} \cdot 100\%$$

$$V^{(1)} = \frac{U^{(1)} - U_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} \cdot 100\%$$

Nếu độ lệch điện áp lúc phụ tải cực đại $V^{(2)}$ và lúc phụ tải cực tiểu $V^{(1)}$ nằm trong giới hạn cho phép thì chất lượng được đảm bảo.

Khi điện áp đo được tại nguồn:

$$V^{(2)} = V_{ng}^{(2)} - \sum_{i=1}^m \Delta U_i^{(2)} + \sum_{j=1}^n E_j, \quad (2.5)$$

$$V^{(1)} = V_{ng}^{(1)} - \sum_{i=1}^m \Delta U_i^{(1)} + \sum_{j=1}^n E_j, \quad (2.6)$$

Trong đó:

V_{ng} : Độ lệch tại đầu nguồn

ΔU_i : Hao tổn điện áp trên công đoạn thứ i

E_j : Độ gia tăng điện áp tại trạm thứ j

Các số (2), (1) ứng với giá trị khi phụ tải cực đại và cực tiểu. Điện áp được coi là đảm bảo tiêu chuẩn về độ lệch điện áp khi: $V_{cp}^- \leq V \leq V_{cp}^+$

V_{cp}^- , V_{cp}^+ : Độ lệch điện áp cho phép ứng với từng loại phụ tải tại thời điểm phụ tải cực đại và tại thời điểm phụ tải cực tiểu.

2.1.2. Đánh giá chất lượng điện áp theo tiêu chuẩn tích phân điện áp

Do số lượng phụ tải lớn nên không thể hạn chế độ lệch điện áp và tiêu chuẩn hóa V_{cp} cho mỗi loại phụ tải mà phải đặt ra chỉ tiêu trung bình đối với toàn bộ nhóm thụ điện do đó chọn V_{cp} trung bình cho một chu kỳ T , vì vậy để đánh giá chất lượng điện cần phải xét hàm độ lệch điện áp phụ thuộc vào thời

gian $V = f(t)$. Với hàm này ta có thể xác định được điện áp trung bình sau một chu kỳ xét T nào đó và độ lệch trung bình bình phương của nó.

Giá trị độ lệch trung bình của điện áp so với định mức ở điểm bất kỳ của lưới điện được xác định theo biểu thức:

$$V_i = \frac{1}{T} \int_0^T (V(t)) dt, \quad (2.7)$$

$V(t)$: Sự thay đổi theo thời gian của độ lệch điện áp, %

T : chu kỳ khảo sát

Đặc trưng đầy đủ hơn của chất lượng điện áp là độ lệch trung bình bình phương của nó hay còn gọi là độ bất định của điện áp, nó được xác định theo biểu thức:

$$H_i = \frac{1}{T} \int_0^T (V(t))^2 dt, \quad (2.8)$$

H_i : Độ bất định của điện áp tại điểm i sau chu kỳ T

H gọi là tính không nhất quán, hay độ bất định của điện áp hay tiêu chuẩn tích phân độ lệch điện áp.

Đối với điện áp trong lưới điện hình tia có n điểm thì độ bất định của điện áp là:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (2.9)$$

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n H_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (2.10)$$

P_i : Công suất cực đại của phụ tải thứ i , kW

n : Số lượng các điểm xét

2.1.3. Đánh giá chất lượng điện áp theo mô hình xác suất thống kê

Giả sử độ lệch điện áp trong mạng điện là một đại lượng ngẫu nhiên tuân theo quy luật hàm phân bố chuẩn, tức là hàm mật độ xác suất có dạng:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v_i - \bar{v})^2}{2\sigma_v^2}}, \quad (2.11)$$

Trong đó:

V: Độ lệch điện áp so với định mức

\bar{V} : Kỳ vọng toán học của độ lệch điện áp (%)

σ_v : Độ lệch trung bình bình phương của độ lệch điện áp, xác định theo phương sai, %

Theo lý thuyết xác suất, độ bất định điện áp xem như đại lượng thứ hai ngẫu nhiên nên:

$$H_i = V_{itb}^2 + \sigma_{vi}^2 \quad (2.12)$$

$$\sigma_{vi}^2 = D = \frac{1}{T} \int_0^t [V_i(t) - V_{itb}]^2 dt, \quad (2.13)$$

Giữa độ lệch trung bình bình phương và độ lệch chuẩn của điện áp có mối quan hệ:

$$\sigma_v = \frac{\sigma_u}{U_n} \cdot 100, \quad (2.14)$$

U_n : Điện áp định mức

σ_u xác định theo quy tắc “ba xích ma” dựa vào quan hệ:

$$U_{min} = \bar{U} - 3\sigma_u \leq U \leq \bar{U} + 3\sigma_u = U_{max}, \quad (2.15)$$

\bar{U} : kỳ vọng toán học của điện áp hay còn gọi là giá trị điện áp trung bình

$U_{max} - U_{min} = 6\sigma_u$, nên ta có:

$$\sigma_u = \frac{U_{max} - U_{min}}{6}$$

Giá trị điện áp trung bình trong một số trường hợp có thể xác định: $(U_{min} + U_{max})/2$.

Từ đây chúng ta có thể xác định được các giá trị σ_u và U_{tb} một cách đơn giản.

Xác suất chất lượng điện áp là xác suất mà độ lệch điện áp V của điểm nút ta xét nằm trong giới hạn cho phép.

$$\begin{aligned} p_{CL} &= p(V_{cp}^- < V < V_{cp}^+) = \int_{V_{cp}^-}^{V_{cp}^+} f(V) dV = \int_{V_{cp}^-}^{V_{cp}^+} \frac{dV}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V-\bar{V})^2}{2\sigma_v^2}} \\ &= F(X_2) - F(X_1) \quad (2.16) \end{aligned}$$

Trong đó:

$$X_1 = \frac{v^- - v_{tb}}{\sigma_v}; X_2 = \frac{v^+ - v_{tb}}{\sigma_v}$$

F(X)_Hàm Laplace, giá trị hàm Laplace được tính sẵn trong các bảng của lý thuyết xác suất thống kê với chú ý đây là hàm lẻ nên giá trị F(-X)=-F(X). Biết được xác suất chất lượng p_{CL} có thể dễ dàng xác định được:

$$+ \text{Thời gian điện năng đảm bảo chất lượng } T_{CL} = p_{CL} \cdot T(h)$$

$$+ \text{Điện năng đảm bảo chất lượng } A_{CL} = p_{CL} \cdot A(kWh)$$

Trong đó: A là tổng điện năng tiêu thụ trong thời gian xét T, kWh

Trong thực tế khi cú cốc dỏy số liệu về điện áp có thể xác định các đại lượng U_{tb} , σ_u ... theo quy tắc xác suất thống kê.

2.1.4. Đánh giá chất lượng điện áp theo tương quan giữa công suất và điện áp

P, U tại mỗi nút của lưới điện là một đại lượng ngẫu nhiên, có quan hệ mật thiết, giả sử f(P,U) hàm mật độ của P, U và hàm phân phối chuẩn xác suất có dạng:

$$F(P, U) = \int_{-\infty}^P \int_{-\infty}^U f(P, U) dudp$$

Xác suất P, U trong giới hạn $P_1 - P_2$, $U_1 - U_2$, có thể viết:

$$f(P)\{(P_1 < P < P_2); (U_1 < U < U_2)\} = \int_{P_1}^{P_2} \int_{U_1}^{U_2} f(P, U) dudp$$

Nếu P_1 tiến đến P_{min} , P_2 tiến đến P_{max} ; U_1 , U_2 nằm trong giới hạn: $U_{CPmin} - U_{CPmax}$ thì xác suất p biểu thị xác suất điện năng có chất lượng:

$$f(P)\{(P_{min} < P < P_{max}); (U_{cpmin} < U < U_{cpmax})\} = \int_{P_{min}}^{P_{max}} \int_{U_{cpmin}}^{U_{cpmax}} f(P, U) dudp$$

Tương tự có thể viết biểu thức xác định lượng điện năng đảm bảo chất lượng:

$$A_{CL} = T \int_0^{\infty} \int_{U_{cpmin}}^{U_{cpmax}} P f(P, U) dudp$$

Với tổng điện năng tiêu thụ:

$$A_{\Sigma} = T \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} P f(P, U) dudp$$

Điện năng không đảm bảo chất lượng: $A_{KCL} = A_{\Sigma} - A_{CL}$

Việc tính toán A_{CL} theo phương pháp tròn khó phức tạp, để đơn giản ta có thể sử dụng phương pháp quy hồi thực nghiệm để xác định gần đúng A_{CL}

Đường quy hồi thực nghiệm viết theo công suất có dạng:

$$P = \frac{M(P, U)}{\sigma_v^2} (U - U_{tb}) + P_{tb}$$

P_{tb} , U_{tb} : giá trị trung bình của công suất, điện áp

$M(P, U)$: mụmen tương quan giữa P và U .

Giả sử điện áp tuân theo quy luật hàm phân bố chuẩn có thể xác định thời gian chất lượng theo công thức:

$$T_{CL} = \int_{U_{cpmin}}^{U_{cpmax}} f(U) du = T \left\{ F \left(\frac{U_{cpmax} - U_{tb}}{\sigma_u} \right) - F \left(\frac{U_{cpmin} - U_{tb}}{\sigma_u} \right) \right\}$$

Trong đó: F là hàm Laplace ta có thể tra bảng để xác định giá trị của hàm số

Điện năng chất lượng:

$$A_{CL} = T_{CL} \cdot P_{CL} = T \cdot P_{tb} \left\{ F \left(\frac{U_{tbmax} - U_{tb}}{\sigma_u} \right) - F \left(\frac{U_{tbmin} - U_{tb}}{\sigma_u} \right) \right\}$$

Để tăng độ chính xác của phép tính ta có thể chia miền điện áp $U_{cpmin} - U_{cpmax}$ ra thành nhiều khoảng, ở mỗi khoảng xác định giá trị P_{tbi} và U_{tbi}

2.2. Đánh giá độ đối xứng của điện áp

2.2.1 Phương pháp phân tích các thành phần đối xứng

Bất kỳ một hệ thống ba pha không đối xứng nào cũng có thể phân tích thành 3 hệ thống vecto đối xứng: thứ tự thuận, thứ tự nghịch, thứ tự không.

$$U_A^* = U_{A1}^* + U_{A2}^* + U_{A0}^* = U_1^* + U_2^* + U_0^*$$

$$U_B^* = U_{B1}^* + U_{B2}^* + U_{B0}^* = a^2 U_1^* + a U_2^* + U_0^*$$

$$U_C^* = U_{C1}^* + U_{C2}^* + U_{C0}^* = aU_1^* + a^2U_2^* + U_0^*$$

Giải hệ phương trình ta được:

$$U_1^* = \frac{1}{3}(U_A^* + aU_B^* + a^2U_C^*)$$

$$U_2^* = \frac{1}{3}(U_A^* + a^2U_B^* + aU_C^*)$$

$$U_3^* = \frac{1}{3}(U_A^* + U_B^* + U_C^*)$$

Trong đó: a là toán tử quay

$$-a = e^{j120^\circ} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}; a^2 = e^{j240^\circ} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$a^3 = 1; a^4 = a; a^2 + a + 1 = 0$$

Từ đó xác định được hệ số không đối xứng:

$$k_{kđx} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\%$$

Trong lưới điện 3 pha 4 dây để đánh giá độ đối xứng của điện áp ta có thể xác định hệ số không đối xứng của dòng điện như sau:

Xác định giá trị dòng điện thứ tự thuận, thứ tự nghịch và thứ tự không

$$I_1 = \frac{\sqrt{M_{1t}^2 + M_{1a}^2}}{3}; I_2 = \frac{\sqrt{M_{2t}^2 + M_{2a}^2}}{3}; I_0 = \frac{\sqrt{M_{0t}^2 + M_{0a}^2}}{3}$$

Trong đó:

$$M_{1t} = (I_A + I_B + I_C)\cos\varphi; M_{1a} = (I_A + I_B + I_C)\sin\varphi;$$

$$M_{2t} = I_A \cos\varphi - \frac{1}{2}(I_B + I_C)\cos\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}(I_B - I_C)\sin\varphi$$

$$M_{2a} = I_A \sin\varphi - \frac{1}{2}(I_B + I_C)\sin\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2}(I_B - I_C)\cos\varphi$$

$$M_{0t} = I_A \cos\varphi - \frac{1}{2}(I_B + I_C)\cos\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}(I_B - I_C)\sin\varphi$$

$$M_{0a} = I_A \sin\varphi - \frac{1}{2}(I_B + I_C)\sin\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}(I_B - I_C)\cos\varphi$$

$$\text{Với } \varphi_A = \varphi_B = \varphi_C = \varphi$$

Trường hợp tổng ba vectơ dòng điện hoặc điện áp = 0

Giả sử ta có tổng các vectơ $X_1 = X_2 = X_0 = 0$ các thành phần đối xứng xác định theo các biểu thức thực nghiệm sau:

$$X_1 = \sqrt{\frac{X_A^2 + X_B^2 + X_C^2 + 4\alpha\sqrt{3}}{6}}$$

$$X_2 = \sqrt{\frac{X_A^2 + X_B^2 + X_C^2 - 4\alpha\sqrt{3}}{6}}$$

$$X_0 = 0$$

Với:

$$\alpha = \sqrt{b(b - X_A) \cdot (b - X_B) \cdot (b - X_C)}$$

$$b = \frac{X_A + X_B + X_C}{2}$$

$$\rightarrow K_{kdx} = \frac{X_2}{X_1}$$

2.2.2 Đánh giá độ đối xứng theo phương pháp xác suất

Theo phương pháp này người ta xác định tỷ số giữa xác suất của thụ điện 1 pha đóng vào lưới điện các pha so với xác suất các thụ điện 1 pha đóng đều vào 3 pha.

2.3. Đánh giá mức độ hình sin

Có thể dựa vào phương pháp đánh giá tổn thất điện năng của mạng điện ở chế độ hình sin và không sin để đánh giá mức độ không sin của điện áp.

$$K_{ksin} = \frac{\Delta A_{ksin} - \Delta A}{\Delta A}$$

Trong đó: A_{ksin} và A là tổn thất điện năng ở chế độ không sin và chế độ hình sin của điện áp.

Thực tế người ta có thể dùng cơ cấu đo đặc biệt và các von mét tự ghi để xác định các thành phần điện áp cao tần.

PHẦN II: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG BẰNG CÁCH ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP

CHƯƠNG I: CÁC BIỆN PHÁP CHUNG NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP

Các phương pháp nâng cao chất lượng điện phải được chú ý từ khâu thiết kế đến quá trình vận hành hệ thống điện, mỗi một phương pháp nâng cao chất lượng điện có những quy mô khác nhau dẫn đến hiệu quả cũng khác nhau, thực tế có hai nhóm biện pháp.

1.1. Các biện pháp tổ chức vận hành

Các biện pháp tổ chức vận hành hợp lý không đòi hỏi chi phí lớn nhưng đòi hỏi những người thực hiện phải hiểu rõ tình trạng làm việc của hệ thống điện, nhóm biện pháp này gồm:

- *Phân bố lại phụ tải hợp lý*: Việc phân bố lại phụ tải hợp lý sẽ làm giảm tình trạng có những thời điểm phụ tải quá lớn hoặc có những thời điểm phụ tải quá nhỏ hay nói cách khác là biện pháp san phẳng đồ thị phụ tải, biện pháp này sẽ làm giảm khoảng giới hạn của độ lệch điện áp do làm thay đổi sự chênh lệch về hao tổn điện áp lúc phụ tải cực đại và lúc phụ tải cực tiểu, biện pháp này cũng giúp nâng cao hiệu suất sử dụng lưới điện.

- *Chọn sơ đồ cung cấp điện hợp lý*: Việc chọn sơ đồ cấp điện hợp lý sẽ dẫn đến giảm các thông số R và X trong lưới điện do đó sẽ giảm tới mức tối đa hao tổn điện áp dẫn đến giảm độ lệch điện áp tại các nút của lưới điện.

- *Chọn điện áp đầu vào thụ điện thích hợp với chế độ làm việc của thụ điện*: Thông thường MBA và đường dây được tính toán lựa chọn theo chế độ tải cực đại và cực tiểu. Nhưng phụ tải thực tế trong quá trình vận hành tại phần lớn thời gian lại khác chế độ tính toán. Do đó, việc chọn điện áp đầu vào của các thụ điện một cách hợp lý sẽ làm giảm sự sai khác độ lệch điện áp tại đầu vào các thụ điện này.

- *Điều chỉnh chế độ làm việc của thụ điện một cách hợp lý*: Việc điều chỉnh chế độ làm việc của thụ điện một cách hợp lý sẽ kết hợp được phụ tải phản kháng giữa các hộ dùng điện. Do đó, giảm được hao tổn công suất và hao tổn điện áp của lưới điện tại các thời điểm khác nhau.

- *Lựa chọn tiết diện dây trung tính hợp lý:* Đối với lưới điện có dây trung tính, nếu lựa chọn tiết diện dây trung tính quá nhỏ sẽ làm tăng hao tổn điện áp trên dây trung tính dẫn đến mất đối xứng trong lưới điện.

- *Phân bố đều phụ tải giữa các pha, tăng cường sử dụng thiết bị điện 3 pha:* Biện pháp này làm giảm sự mất đối xứng trong lưới điện.

- *Không vận hành thiết bị non tải:* Các thiết bị vận hành non tải làm cho hệ số công suất thấp, tăng công suất phản kháng làm tăng hao tổn dẫn đến tăng độ lệch điện áp.

1.2. Các biện pháp kỹ thuật

Các biện pháp kỹ thuật bao gồm:

- *Điều chỉnh điện áp:* điều chỉnh điện áp trên lưới điện thực hiện bởi các thiết bị có thể tăng hoặc giảm điện áp như: thay đổi đầu phôn ỏp của máy biến áp, sử dụng máy biến áp hỗ trợ điện áp.

- *Điều hòa công suất phản kháng trong lưới điện:* Để thực hiện điều hòa công suất phản kháng trong lưới điện có thể sử dụng các thiết bị bù công suất phản kháng lắp đặt trên lưới điện như: sử dụng tụ bù, mỏy bù đồng bộ.

- *Đối xứng hóa lưới điện:* Đối xứng hóa lưới điện là thực hiện lắp đặt các thiết bị đối xứng.

CHƯƠNG II: PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP

2.1. Khái niệm chung

Nếu điện áp đặt vào phụ tải không hoàn toàn đúng với điện áp định mức của phụ tải yêu cầu thỡ ỏt hay nhiều tình trạng làm việc của phụ tải đó cũng trở nên không tốt. Nói cách khác, độ lệch điện áp càng lớn thì chỉ tiêu kinh tế của các thiết bị dùng điện càng thấp.

Theo định nghĩa độ lệch điện áp bằng:

$$\Delta U = U - U_{dm}, kV \quad (2.1)$$

Độ lệch điện áp tính theo phần trăm so với điện áp định mức bằng:

$$\delta U\% = \frac{U - U_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

U là điện áp thực tế đặt vào phụ tải (V, kV);

U_{dm} là điện áp định mức của mạng điện (V, kV);

Độ lệch điện áp sinh ra ở nơi tiêu thụ điện là do bởi hai nguyên nhân: nguyên nhân phát sinh ở bản thân các hộ dùng điện, và nguyên nhân phát sinh do sự biến đổi về tình trạng vận hành của hệ thống điện

Xét nguyên nhân phát sinh ở bản thân các hộ dùng điện. Phụ tải của các hộ dùng điện luôn luôn thay đổi gây nên độ lệch điện áp, vì phụ tải thay đổi khiến công suất chuyên chở trong mạng điện thay đổi, mức tổn thất công suất và mức độ tổn thất điện áp trong mạng điện cũng thay đổi, gây ra các độ lệch khác nhau về điện áp. Đây là các biến đổi tự nhiên và chậm. Ví dụ đèn thấp sáng vào ban ngày chỉ bằng 10-15% vào buổi tối, hay là ở các khu công nghiệp lớn, phụ tải ban đêm chỉ bằng 40-50% của phụ tải lớn nhất.

Xét đến nguyên nhân phát sinh do sự biến đổi về tình trạng vận hành của hệ thống điện. Phương thức vận hành của các nhà máy điện trong hệ thống hoặc một sự thay đổi nào đó trong cấu trúc lưới cũng khiến cho sự phân bố công suất trong toàn bộ hệ thống bị thay đổi, do đó mức tổn thất điện áp cũng thay đổi và làm biến đổi luôn cả độ lệch điện áp ở nơi dùng điện. Ví dụ, các nhà máy thủy điện nếu không có hồ chứa nước thì mùa nước sẽ vận hành mãn tải, còn tới mùa cạn tất sẽ phải cho dừng bớt một số máy phát, giảm bớt phần cung cấp cho hệ thống; nhà máy điện nào cũng phải có thời kỳ đại tu, lúc đó phải cho dừng một số máy. Đặc biệt khi có sự cố trong hệ thống điện gây ra quá trình quá độ điện từ và có thể làm cho một hoặc một số phần tử ngừng hoạt động đột ngột. Các biến đổi này xảy ra rất nhanh, đồng thời gây ra các độ lệch điện áp đột ngột với biên độ khá lớn.

Sự biến đổi điện áp đó dẫn đến hậu quả là:

a. Chất lượng điện năng ở các thiết bị dùng điện không đạt yêu cầu.

Đối với động cơ không đồng bộ, khi điện áp trên cực động cơ bị giảm thấp thì momen quay và tốc độ quay sẽ giảm, dòng điện trong stato tăng lên làm tăng phát nóng trong động cơ, động cơ khó khởi động, thời gian khởi động kéo dài. Khi xét cả máy công cụ do động cơ truyền động thì ảnh hưởng của điện áp còn liên quan đến phụ tải cơ, đến hiệu suất công tác của thiết bị.

Đối với thiết bị chiếu sáng thì khi điện áp giảm, quang thông của đèn nung nóng sẽ giảm, điện áp giảm 5% thì quang thông giảm 10%, dẫn đến giảm năng suất và chất lượng lao động, không đảm bảo an toàn lao động. Khi điện áp tăng cao, tuổi thọ của đèn sẽ giảm, điện áp luôn tăng 1% so với điện áp định mức của đèn, tuổi thọ của đèn giảm 15%; Khi điện áp luôn tăng 5%, tuổi thọ giảm một nửa và khi điện áp luôn tăng 10 – 20 % bóng đèn sẽ bị cháy. Đối với đèn huỳnh quang, điện áp tăng 10%, tuổi thọ của đèn giảm từ 20 – 35%. Nếu điện áp giảm, đèn khó khởi động. Khi điện áp giảm trên 20% đèn không khởi động được.

Đối với các lò điện, sự biến đổi điện áp ảnh hưởng nhiều đến đặc tính kinh tế - kỹ thuật của các lò điện. Ví dụ khi điện áp ở lò luyện kim giảm từ 10 - 15% thì thành phẩm có thể giảm từ 15 – 20% do hư hỏng và do thời gian bị kéo dài.

b. Ảnh hưởng xấu đến công tác của hệ thống điện.

Điện áp tăng quá cao gây nguy hiểm cho thiết bị hệ thống điện. Ví dụ điện áp trên đường dây dài trong chế độ không tải, điện áp tăng rất cao gây nguy hiểm cho thiết bị và quá tải máy phát điện. Điện áp thấp làm giảm ổn định tĩnh của hệ thống tải điện, giảm khả năng ổn định động và ổn định tổng quát, nộ thấp quá có thể gây mất ổn định phụ tải.

Đối với máy biến áp, khi điện áp tăng, làm tăng tổn thất không tải, tăng tự cảm ứng trong lõi thép và có thể dẫn đến nguy hiểm do máy bị phát nóng cục bộ, khi điện áp tăng cao quá sẽ làm hỏng cách điện. Điện áp giảm sẽ làm giảm lượng công suất phản kháng do máy phát điện và các thiết bị bù sinh ra. Mức

điện áp trong hệ thống điện ảnh hưởng lớn đến tổn thất công suất và tổn thất điện năng trong hệ thống điện.

Độ lệch điện áp cao nhất thường xuất hiện trong lúc sự cố: đứt dây, hoặc máy phát lớn nhất của nhà máy điện bị hỏng phải ngừng hoạt động,...

Trên thực tế không thể nào giữ được điện áp ở phụ tải luôn luôn đúng bằng định mức, nhưng nếu giữ được với một độ lệch điện áp tương đối nhỏ thờ các phụ tải vẫn giữ được một chỉ tiêu kinh tế tốt.

2.2. Các phương pháp điều chỉnh điện áp

Để điều chỉnh điện áp ta có thể sử dụng các phương pháp sau đây:

- 1. Điều chỉnh điện áp máy phát điện bằng cách điều chỉnh dòng điện kích thích*
- 2. Điều chỉnh điện áp đầu ra của máy biến áp tăng áp và của máy biến áp giảm áp bằng cách đặt đầu phôn ỏ cố định hoặc điều áp dưới tải.*
- 3. Điều chỉnh điện áp trên đường dây tải điện bằng máy biến áp điều chỉnh và máy biến áp bổ trợ.*
- 4. Đặt các thiết bị bù ngang có điều chỉnh để thay đổi tổn thất điện áp trên đường dây, có thể dùng bộ tụ điện, mỗy bị đồng bộ hoặc động cơ điện đồng bộ có điều chỉnh kích từ.*
- 5. Đặt thiết bị bù dọc trên đường dây để thay đổi điện kháng đường dây nhằm thay đổi tổn thất điện áp.*

Về địa điểm thực hiện điều chỉnh điện áp, có thể ở nhà máy điện, trên mạng điện khu vực và ở mạng điện địa phương hoặc đặt ngay tại thiết bị dùng điện.

Theo bản chất vật lý, chỉ có hai phương pháp điều chỉnh điện áp, hoặc tăng thêm nguồn công suất phản kháng (các phương pháp 1 và 4) hoặc phân bố lại công suất phản kháng trong mạng điện (các phương pháp còn lại), phương pháp sau chỉ có hiệu quả khi hệ thống có đủ công suất phản kháng. Khi hệ thống điện thiếu công suất phản kháng, phương pháp duy nhất để điều chỉnh điện áp là tăng thêm các nguồn công suất phản kháng.

Do sự phức tạp về cấu trúc của hệ thống điện, về chế độ làm việc của phụ tải và sự phân cấp trong thiết kế, thi công và quản lý vận hành, việc điều chỉnh

điện áp một cách thống nhất trong toàn hệ thống điện là không thể thực hiện được. nhiệm vụ điều chỉnh điện áp được phân chia cho từng khu vực của hệ thống điện: ở nhà máy điện, ở mạng điện khu vực và mạng điện địa phương. Ở mỗi khu vực việc điều chỉnh điện áp nhằm đảm bảo các yêu cầu về điện áp ở đầu ra và được tiêu chuẩn hóa. Cụ thể ở nhà máy điện điều chỉnh điện áp nhằm đảm bảo điện áp đầu vào của mạng điện khu vực bằng cách điều chỉnh điện áp máy phát phối hợp với sử dụng đúng đầu phôn ộp của máy biến áp tăng áp. Điều chỉnh điện áp ở mạng điện khu vực phải đảm bảo điện áp đầu ra của các trạm biến áp khu vực đã được quy định. Cũn mạng điện địa phương (mạng điện phân phối) trực tiếp cung cấp điện năng cho các hộ tiêu thụ, nên việc điều chỉnh điện áp ở đây rất quan trọng và là nhiệm vụ chính để đảm bảo chất lượng điện áp nói chung.

Để có thể điều chỉnh tốt điện áp, quá trình điều chỉnh được chia theo thời gian thành ba đoạn, mà hệ thống điều chỉnh điện áp của điện lực pháp thực hiện có hiệu quả là: điều chỉnh sơ cấp, điều chỉnh thứ cấp và điều chỉnh cấp ba.

*** Điều chỉnh sơ cấp:**

Điều chỉnh sơ cấp là quá trình đáp ứng nhanh và tức thời các biến đổi nhanh và ngẫu nhiên điện áp của thiết bị điều chỉnh điện áp máy phát và cốc mỏy bự tĩnh. Điều chỉnh sơ cấp thực hiện tự động trong thời gian vài chục phần trăm giây. Điều chỉnh sơ cấp nhằm mục đích giữ điện áp lưới điện ở mức an toàn, tránh nguy cơ suy áp trong chế độ vận hành bình thường và nhất là khi sự cố.

*** Điều chỉnh thứ cấp:**

Điều chỉnh thứ cấp để đối phó với các biến đổi chậm của điện áp. điều chỉnh thứ cấp hiệu chỉnh lại các giá trị điện áp chỉnh định của các thiết bị điều chỉnh sơ cấp trong miền nó phụ trách và điều chỉnh các tụ bự, cốc không điện và cốc mỏy biến áp điều áp dưới tải trong từng miền. Quỏ trình này kết thúc trong vòng 3 phút.

Hệ thống điện được chia thành từng miền tương đối độc lập về phương diện biến động điện áp, các miền có khả năng tự thỏa mãn yêu cầu công suất

phản kháng. Mức điện áp trong mỗi miền được điều chỉnh bằng một hệ thống điều chỉnh thứ cấp riêng. Hệ thống này tác động nhanh và có phối hợp với các nguồn công suất phản kháng trong miền. Hoạt động của hệ thống dựa trên sự theo dõi và điều chỉnh điện áp tại một điểm đặc biệt của miền gọi là điểm quan sát (hay gọi là điểm hoa tiêu). Thiết bị điều chỉnh đặt ở điều độ miền nhận giá trị điện áp đo tại điểm quan sát (cứ 10 giây đo một lần) và so sánh với giá trị chỉnh định của điểm này đã được tính trước (là giá trị điện áp cần được giữ vững tại điểm quan sát), nếu có sai khác thì đưa ra lệnh điều khiển đến các nguồn công suất phản kháng và máy biến áp điều áp dưới tải ở trong miền. Lệnh này có thể là tăng thêm công suất phản kháng phát ra, cũng có thể là tiêu thụ công suất phản kháng thừa.

Sự phân chia thành miền làm cho quá trình điều chỉnh nhanh và đáp ứng được các yêu cầu cục bộ. Tuy nhiên, chia hệ thống điện thành các miền độc lập không phải dễ, các miền vẫn có ảnh hưởng và phụ thuộc lẫn nhau, cho nên hệ thống điều khiển phối hợp với mức độ tự động hóa cao, ngày nay đã được phát triển và áp dụng để giải quyết vấn đề này.

Gần đây có máy vi tính được sử dụng trong điều chỉnh các bộ tự bù theo sát yêu cầu của phụ tải.

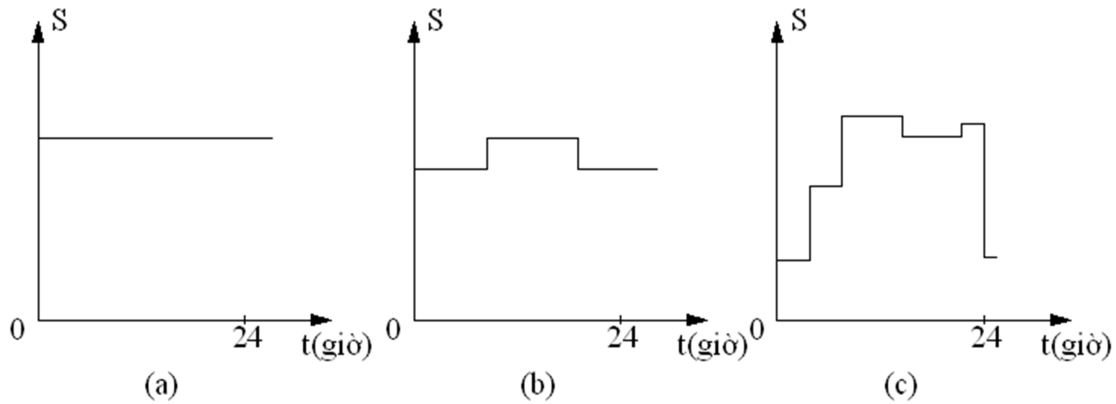
*** Điều chỉnh cấp 3:**

Điều chỉnh cấp 3 để điều hòa mức điện áp giữa các miền điều chỉnh thứ cấp, với mục đích tối ưu hóa mức điện áp của hệ thống điện theo tiêu chuẩn kinh tế và an toàn. Quá trình này có thể thực hiện bằng tay hay tự động. Thực hiện nhiệm vụ này do hệ thống điều độ trung tâm đảm nhiệm.

Điều chỉnh điện áp miền có thể là điều chỉnh tập trung tại các trung tâm cung cấp điện (các trạm biến áp khu vực), và cũng có thể là điều chỉnh cục bộ trực tiếp tại các hộ tiêu thụ.

Tự theo đặc điểm thay đổi của phụ tải, các phương thức điều chỉnh điện áp lại có thể chia ra theo các dạng sau. Ví dụ, phương thức điều chỉnh điện áp tập trung lại chia ra ba dạng điều chỉnh: ổn định điện áp, điều chỉnh hai bậc điện áp, điều chỉnh đối ứng điện áp.

Điều chỉnh điện áp ổn định điện áp được thực hiện đối với hệ tiêu thụ thực tế phụ tải là không đổi. Đồ thị phụ tải ngày đêm của loại phụ tải này cho tròn hình a. điều chỉnh 2 bậc điện áp thường được thực hiện với loại hệ tiêu thụ có đồ thị phụ tải 2 bậc cho tròn hình b, ví dụ như các xí nghiệp làm một ca. khi đó chỉ cần giữ hai mức điện áp trong suốt ngày đêm tương ứng với đồ thị phụ tải. còn trường hợp phụ tải thay đổi trong suốt ngày đêm như trên hình c thì ta phải thực hiện điều chỉnh đối ứng. Với một giá trị phụ tải sẽ có một trị số điện áp và tổn thất điện áp, tất nhiên bản thân điện áp sẽ biến đổi theo sự thay đổi của phụ tải.



Hình 2.1: đồ thị phụ tải ngày đêm

a: Không đổi; b: Hai bậc; c: Nhiều bậc

Để độ lệch điện áp không ra khỏi miền giá trị cho phép, cần phải điều chỉnh điện áp, ví dụ điều chỉnh điện áp theo sự thay đổi dòng điện phụ tải.

Phụ tải biến đổi không chỉ trong ngày đêm mà còn thay đổi trong suốt năm. tùy theo vĩ độ của mỗi nước cách xa đường xích đạo, phụ tải lớn nhất trong năm là vào thu đông và nhỏ nhất là vào mùa hè. Vậy điều chỉnh đối ứng bao gồm việc thay đổi điện áp theo phụ tải không chỉ ngày đêm mà còn theo mùa trong năm. Như vậy cần phải giữ điện áp tại thanh cái nhà máy điện và trạm biến áp cao hơn trong thời gian có phụ tải cao nhất và hạ thấp đến điện áp định mức trong thời gian phụ tải thấp nhất.

2.3. Các thiết bị điều chỉnh điện áp

Các thiết bị sử dụng để điều chỉnh điện áp gồm có:

- Đầu phôn ỏp của máy biến áp
- Máy biến áp điều áp dưới tải
- Máy biến áp hỗ trợ và máy biến áp điều chỉnh đường dây
- Mỏy bù đồng bộ
- Bộ tụ điện điều chỉnh
- Động cơ đồng bộ có điều chỉnh kích từ

CHƯƠNG III: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP BẰNG PHƯƠNG PHÁP THAY ĐỔI TỔNG TRỞ ĐƯỜNG DÂY

3.1. Cơ sở lý thuyết

Điện áp hộ tiêu thụ điện phụ thuộc vào độ sụt áp trong mạng điện, và độ sụt áp này lại phụ thuộc vào tổng trở đường dây. Ví dụ thành phần dọc trục của vecto điện áp giông tròn đường dây được mô tả tròn hỡnh 3.1a bằng:

$$\Delta U_{12} = \frac{P_{12}^c r_{12} + Q_{12}^c x_{12}}{U_2} \quad (3.1)$$

Trong đó: P_{12}^c , Q_{12}^c , U_2 là công suất và điện áp tại cuối đường dây;

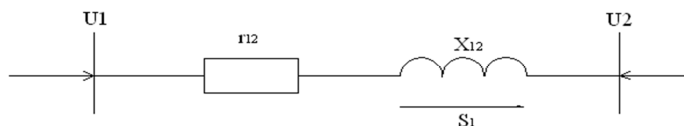
R_{12} , x_{12} : thành phần điện trở tác dụng và phản kháng của đường dây phụ thuộc vào tiết diện dây dẫn và chiều dài đường dây.

Trên hình 3.1 b ta thấy, quan hệ giữa điện trở và điện kháng theo tiết diện dây dẫn của mạng điện phân phối và mạng điện cung cấp là khác nhau.

Trong mạng điện phân phối, điện trở lớn hơn điện kháng, $r_0 > x_0$.

Trong biểu thức 3.1, thành phần $P_{12}^c r_{12}$ sẽ lớn hơn thành phần $Q_{12}^c x_{12}$.

Sơ đồ thay thế một đoạn đường dây dài có thể mô tả trên hình vẽ:



Hình 3.1a: Sơ đồ thay thế đường dây 12

Khi thay đổi tiết diện dây dẫn trong mạng phân phối, thì r_{12} thay đổi, làm thay đổi tổn thất điện áp ΔU_{12} và thay đổi điện áp tại hộ tiêu thụ. Vì vậy trong các mạng điện này thường được lựa chọn dây dẫn theo tổn thất điện áp cho phép.

Trong mạng điện cung cấp thì ngược lại, $x_0 > r_0$, tổn thất ΔU_{12} chủ yếu là do điện kháng của đường dây, mà điện kháng đường dây phụ thuộc rất ít vào tiết diện. Chọn tiết diện dây dẫn trong mạng điện cung cấp theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép là không hợp lý và kinh tế. Vậy ta có thể thay đổi tiết diện kháng của đường dây để điều chỉnh điện áp. Để thay đổi điện kháng của đường dây, ta mắc nối tiếp vào đường dây các tụ điện.

Trước khi đặt tụ điện vào đường dây thì sụt ỏp trên đường dây được xác định bằng biểu thức 3.1.

Giả thiết điện áp U_2 ở cuối đường dây thấp hơn giá trị cho phép.

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} < U_{2cp}$$

Ta mắc nối tiếp vào đường dây các tụ điện để nâng cao điện áp U_2 đến giá trị U_{2cp} . Vậy ta có biểu thức sau:

$$U_{2cp} = U_1 - \frac{P_{12}^c r_{12} + Q_{12}^c (x_{12} - x_k)}{U_2} \quad (3.2)$$

Trong đó x_k là dung kháng của bộ tụ điện.

Mắc nối tiếp tụ điện vào đường dây gọi là bù dọc. Thiết bị bù dọc có thể làm giảm điện kháng đường dây và giảm được tổn thất điện áp trên đường dây hình 3.2a.

Biểu đồ vectơ mô tả việc điều áp đó được giới thiệu trong hình 3.2b.

Ta có:

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 - \sqrt{3}I_{12}(r_{12} + jx_{12}) \quad (3.3)$$

$$\dot{U}_{2CF} = \dot{U}_1 - \sqrt{3}I_{12}(r_{12} + jx_{12}) - \sqrt{3}I_{12}(-jx_k) \quad (3.4)$$

I_{12} : là dòng điện chạy trên đường dây

Thành phần $\sqrt{3}I_{12}jx_k$ Điện áp giống ỡm hay là sức điện động phụ E đưa vào lưới. Hao tổn điện áp sau khi mắc tụ bù nối tiếp với đường dây xác định theo biểu thức:

$$\Delta U_{12CF} = \frac{P_{12}^c r_{12} + Q_{12}^c (x_{12} - x_k)}{U_2} \quad (3.5)$$

Từ công thức trên ta có thể tìm được giá trị trở kháng của tụ bù dọc:

$$X_k = X_{12} - \frac{\Delta U_{12CF} \cdot U_2 - P_{12} R_{12}}{Q_{12}} \quad (3.6)$$

Các đại lượng có đơn vị là $\Omega, MW, MVAr, kV$

Phương pháp này gọi là bù dọc (mắc tụ nối tiếp với đường dây). Để thiết kế một bộ tụ bù dọc mắc nối tiếp với đường dây thì ta có trình tự như phần 3.2.

3.2. Trình tự tiến hành

- Xác định U_{2tt} tại chế độ tải cực đại và chế độ tải cực tiểu. Và kiểm tra lại xem độ lệch điện áp có nằm trong giới hạn cho phép $V_{CP}^+ \leq V \leq V_{CP}^-$?

- Xác định U_{2dm} .

- Xác định U_{2CF}

- Xác định công suất tác dụng và công suất phản kháng truyền tải trên đoạn đường dây P_{12}, Q_{12} .

- Xác định điện trở và điện kháng đoạn đường dây R_{12}, X_{12} (Bằng cách xác định mã hiệu dây, tiết diện dây và chiều dài đoạn dây hoặc xem trong hồ sơ thiết kế).

- Dựa vào công thức (4.5) tính X_k

- Xác định dòng điện đi qua bộ tụ

$$I_k = I_{12} = \frac{S_{12}}{\sqrt{3}U_{12}} \quad (4.6)$$

Điện áp U_k đặt lên bộ tụ điện:

$$U_k = I_{12} \cdot x_k \quad (4.7)$$

Lựa chọn tụ theo tình hình thực tế:

Chú ý mấy tham số cần chọn:

+ Điện áp định mức của tụ: U_c

+ Công suất của một tụ Q_c

+ Số pha của tụ

Dòng điện định mức của một tụ điện bằng:

$$I_c = \frac{Q_c}{U_c} \quad (4.8)$$

Nếu điện áp định mức của một tụ điện là U_c bé hơn U_k , trong một pha ta phải đặt nối tiếp một số tụ điện. Số tụ điện đặt nối tiếp trong một pha:

$$n = \frac{U_k}{U_c} \quad (4.9)$$

Nếu $I_c < I_k$ thì ta phải mắc song song m nhánh tụ điện. Vậy:

$$m = \frac{I_k}{I_c} \quad (4.10)$$

Ta cũng có thể tính số nhánh song song m bằng cách khác:

$$m = \frac{nx_c}{x_k}$$

Trong đó:

$$x_c = \frac{1}{\omega C} \text{ hay } x_c = \frac{U_c^2}{Q_c}$$

C là điện dung của 1 tụ.

Tỷ số tính theo phần trăm giữa dung kháng của bộ tụ điện với điện kháng của đường dây gọi là độ bù:

$$b\% = \frac{x_k}{x_{12}} \cdot 100$$

Thực tế, người ta chỉ bù một phần hoặc không toàn phần ($b < 100\%$) điện kháng của đường dây. Người ta bù hoàn toàn hoặc quá bù ($b \geq 100\%$) trong mạng điện phân phối trực tiếp cung cấp điện cho phụ tải, việc làm này sẽ dẫn đến hậu quả là điện áp trong mạng điện cao quá giá trị cho phép.

Đặc biệt nguy hiểm khi dòng điện phụ tải đột ngột tăng cao (khi mở máy động cơ lớn) và cũng vì hiện tượng cộng hưởng nên gây ra hiện tượng quá điện áp rất lớn. Để khắc phục hiện tượng này, khi đó người ta đóng điện trở song song với tụ hoặc nối tắt tụ điện lại.

Dùng thiết bị bù dọc cải thiện tốt tình trạng điện áp của mạng điện.

Tuy nhiên, dùng tụ bù dọc để nâng cao điện áp lại phụ thuộc vào trị số và góc pha của dòng điện chạy qua thiết bị bù dọc, do đó khả năng điều chỉnh liên tục tụ điện bị hạn chế nếu không muốn nói là không thực hiện. Việc bù dọc chỉ được sử dụng chủ yếu tại các đường dây hình tia bị quá tải. Với mục đích điều áp, bù dọc chỉ có lợi khi hệ số công suất $\cos\varphi$ của phụ tải tương đối thấp (0.6-0.9).

Việc chọn vị trí đặt tụ điện cũng cần phải phân tích và cân nhắc kỹ. Nên đặt ở đâu, ở giữa hay ở cuối đường dây tùy thuộc vào vị trí của các phụ tải trên đường dây và yêu cầu điện áp của từng phụ tải. Nếu công suất của tụ điện không lớn và điện áp của mạng điện không cao, những bộ tụ điện này có thể đặt ngay trên trụ điện của đường dây. Bộ tụ điện có công suất lớn và điện áp của đường dây từ 35-500 kV, thì được đặt ở trong trạm. Với đường dây điện áp từ 20kV đến 500kV bù dọc bằng tụ điện tĩnh, mục đích chủ yếu để tăng khả năng tải của mạng mà không phải là điều chỉnh điện áp.

CHƯƠNG IV: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP BẰNG PHƯƠNG PHÁP THAY ĐỔI DẪNG CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

4.1. Khái niệm về công suất phản kháng và hệ số $\cos\varphi$

4.1.1 Công suất phản kháng:

* *Khái niệm:*

Phần lớn các thiết bị dùng điện đều tiêu thụ công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q. Những thiết bị tiêu thụ nhiều công suất phản kháng là:

- Động cơ không đồng bộ, chúng tiêu thụ khoảng 60 – 65% tổng công suất phản kháng của mạng;
- Máy biến áp tiêu thụ khoảng 20-25%;
- Đường dây trên không, điện kháng và các thiết bị điện khác tiêu thụ khoảng 10%.

Như vậy động cơ không đồng bộ và máy biến áp là hai loại máy điện tiêu thụ nhiều công suất phản kháng nhất. Công suất tác dụng P là công suất được biến thành cơ năng hoặc nhiệt năng trong các máy dụng điện; còn công suất phản kháng Q là công suất từ hóa trong các máy điện xoay chiều, nó không sinh ra công. Quá trình trao đổi công suất phản kháng giữa máy phát điện và hệ dùng điện là một quá trình dao động. Mỗi chu kỳ của dòng điện, Q đổi chiều bốn lần, giá trị trung bình của Q trong 1 chu kỳ của dòng điện bằng không. Cho nên việc tạo ra công suất phản kháng không đòi hỏi tiêu tốn năng lượng của động cơ sơ cấp quay máy phát điện. Mặt khác công suất phản kháng cung cấp cho hệ dùng điện không nhất thiết phải lấy từ nguồn (máy phát điện). Vì vậy để tránh truyền tải một lượng Q khá lớn trên đường dây, người ta đặt gần các hệ dùng điện các máy sinh ra Q (tụ điện, máy bù động bộ) để cung cấp trực tiếp cho phụ tải, làm như vậy được gọi là bù công suất phản kháng. Khi bù công suất phản kháng thờ góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp trong mạch sẽ nhỏ đi, do đó hệ số công suất $\cos\varphi$ của mạng được nâng cao, giữa P, Q và góc φ có quan hệ sau:

$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P}$$

Khi lượng P không đổi, nhờ có bù công suất phản kháng, lượng Q truyền tải trên đường dây giảm xuống, do đó góc φ giảm, kết quả là $\cos \varphi$ tăng lên.

- *Các nguồn công suất phản kháng:*

- a. Động cơ đồng bộ*

Động cơ đồng bộ được sử dụng nhiều trong lĩnh vực công nghiệp. Chúng được sử dụng để truyền động trong các cơ cấu làm việc với chế độ dài hạn như bơm, quạt, máy nén khí, băng truyền... Trong các nhà máy có $\cos \varphi > 0,9$ thì các động cơ đồng bộ bị loại ra và có thể sử dụng để làm nguồn công suất phản kháng. So với động cơ không đồng bộ thì giá thành rất cao, song nó có nhiều ưu điểm:

- Tốc độ quay không phụ thuộc vào tải nên có tác dụng nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm.
- Momen quay phụ thuộc tuyến tính vào điện áp
- Có thể làm việc ở tốc độ thấp mà không cần bộ biến đổi
- Hiệu suất sử dụng cao

Đặc biệt động cơ đồng bộ có thể tiêu thụ hoặc phát công suất phản kháng trên lưới tùy thuộc vào chế độ kích từ của nó, cho nên nó làm tăng chế độ ổn định cho lưới.

Khả năng kỹ thuật có thể sử dụng động cơ đồng bộ làm phần tử bù giới hạn bởi công suất phản kháng cực đại mà nó có thể sản sinh ra mà không làm quá nhiệt cách điện cuộn dây và lõi sắt. Công suất đó được gọi là công suất phản kháng sản sinh của động cơ.

Các thông số cơ bản của động cơ đồng bộ:

+ Hệ số tải theo công suất tác dụng và công suất phản kháng được tính bằng:

$$P^0 = \beta = \frac{P}{P_n}$$

$$Q^0 = \alpha = \frac{Q}{Q_n}$$

+ Điện áp tương đối của chế độ:

$$U^* = \frac{U}{U_n}$$

Ở điều kiện định mức, khi $\beta = 1$ và $U^* = 0,45 \div 1,05$ thì động cơ có thể liên tục phát ra công suất phản kháng định mức. Khi các thông số định mức trên không đảm bảo thì công suất phản kháng sinh ra được tính theo:

$$Q_M = \alpha_M Q_n$$

Trong đó: $\alpha_M = f(\beta, U^*)$ là giá trị cực đại cho phép của α

+ Hao tổn công suất tác dụng trong động cơ đồng bộ được xác định theo:

$$\Delta P = \varphi(\alpha, \beta, U^*)$$

Đặc tính phụ thuộc ΔP vào α, β, U^* không đối đối với tất cả các động cơ. Sự thay đổi của β, U^* ngoài giới hạn không dẫn tới thay đổi tiếp theo của ΔP .

b. Máy phát điện đồng bộ

Máy phát điện đồng bộ là nguồn công suất chủ yếu của công suất phản kháng.

Nguồn tạo ra công suất phản kháng chính trong lưới điện là các máy phát trong các nhà máy sản xuất điện năng và cốc mỏy bự đồng bộ. Công suất phản kháng sinh ra trong chúng điều hòa tổn hao công suất phản kháng trên mạng và cung cấp cho tải. Theo các tiêu chuẩn về kinh tế, kỹ thuật thì việc vận chuyển công suất phản kháng từ các máy phát tới tận nơi tiêu thụ là không kinh tế. Tổn hao do việc phát công suất phản kháng trong máy không lớn song tổn hao trên lưới do truyền công suất phản kháng lại rất lớn, mặt khác còn làm giảm khả năng truyền tải công suất tác dụng trên lưới. Vì vậy công suất tối ưu phát từ máy phát cần được tính toán kỹ thuật để đạt được các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật. Phần công suất phản kháng còn lại cần để cung cấp cho tải được tạo ra từ các thiết bị bù.

c. Tụ bù

Khi khoa học ngày càng phát triển thì việc sử dụng tụ bù là rất phổ biến và chiếm phần lớn so với việc dùng động cơ đồng bộ bởi nó có những ưu điểm sau:

+ Tổn hao công suất tác dụng (năng lượng riêng) trong tụ nhỏ hơn nhiều lần so với thiết bị khác.

+ Cho phép đặt ở các vị trí khác nhau và gam công suất của chúng rộng có thể từ 10kVAr ÷ 25MVA r hoặc lớn hơn.

+ Cho phép tăng dần công suất của tụ bằng cách nối thêm cốc cụm mới theo yêu cầu tăng tiêu thụ công suất phản kháng trên lưới.

+ Tụ điện có độ tin cậy cao hơn và đơn giản hơn trong vận hành vì tụ không có phần động và bộ phận kích từ.

+ Vốn đầu tư ban đầu nhỏ, giá thành riêng không phụ thuộc vào công suất mà chỉ phụ thuộc vào điện áp.

+ Tụ điện cải thiện được hình dáng đường cong điện áp.

Do các ưu điểm trên, tụ điện được sử dụng nhiều hơn và trong điều kiện khoa học kỹ thuật như ngày nay khi mà các hộ tiêu thụ công suất phản kháng ngày càng phát triển thì không thể không dùng tụ bù.

Ngoài những ưu điểm kể trên tụ cũn cú những nhược điểm:

+ Chỉ sản sinh ra công suất phản kháng.

+ Tuổi thọ của tụ thấp (8 ÷ 10 năm) và không phục hồi lại được.

+ Công suất phát của tụ tỷ lệ với bình phương điện áp:

$$Q_{t\grave{u}} = \omega . C . U^2 10^3 \text{ (kVA r)}$$

Cho nên khi U giảm thì công suất công suất phản kháng phát ra giảm, đặc biệt nếu U giảm quá giới hạn sẽ gây ra hiện tượng thác sụt áp.

+ Khi cần phát công suất lớn thì tụ phải có kích thước lớn.

d. Mỏy bù Thyristor

Gần đây mỏy bù Thyristor đã được chế tạo, nó là một cầu dọc bap ha dùng Thyristor kết hợp với cuộn kháng có điện trở phản kháng nhỏ. Ưu điểm cơ bản của loại này là tác động nhanh. Nó có thể dùng kết hợp với các phương tiện bù khác.

Nhược điểm của mỏy bù Thyristor là giá thành cao, tổn hao công suất lớn (gấp 2 ÷ 2,5 lần so với tụ) vì thế mỏy bù Thyristor chỉ dùng để điều chỉnh điện

áp, hạn chế các dao động điện áp trong mạng điện công nghiệp, nơi có những thay đổi nhanh của tải.

Nhận xét:

Qua phân tích các ưu, nhược điểm của các nguồn công suất phản kháng ở trên chúng ta nhận thấy tụ bù là một nguồn phát công suất phản kháng trên lưới mang lại một hiệu quả kinh tế lớn hơn so với các nguồn công suất phản kháng khác.

4.1.2 Các định nghĩa về hệ số công suất $\cos\varphi$:

a. Hệ số công suất thực $\cos\varphi$:

Giá trị $\cos\varphi$ thực có thể được xác định theo các số chỉ của các đồng hồ đo $\cos\varphi$ hoặc tính toán theo các số chỉ của oot một, vụn một và ampe mét theo công thức (giá trị trung bình đối với hệ thống ba pha).

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{3}UI}$$

Giá trị $\cos\varphi$ thực đặc trưng cho góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp của thiết bị đã cho tại mỗi thời điểm.

Theo bảng giá trị các giá trị $\cos\varphi$ thực tại mỗi thời điểm có thể đánh giá được tính ổn định của giá trị công suất phản kháng tiêu thụ, vì một nguyên nhân nào đó giá trị này có thể thay đổi, dựa vào đó có thể đánh giá được mức gia tăng tổn thất công suất tác dụng cũng như độ lệch điện áp so với định mức do xét tới sự dao động của công suất phản kháng theo thời gian.

b. Hệ số công suất trung bình $\cos\varphi$

Giá trị $\cos\varphi_{tb}$ đặc trưng cho giá trị của hệ số công suất của thiết bị trong một khoảng thời gian nào đó. Về giá trị, $\cos\varphi_{tb}$ không thể đánh giá được về sự thay đổi thực tế như $\cos\varphi$ thực.

$$\cos\varphi_{tb} = \cos \arctg \frac{Q_{tb}}{P_{tb}}$$

c. Hệ số công suất tự nhiên $\cos\varphi_m$

Hệ số công suất $\cos\varphi_m$ là hệ số công suất mà giá trị của nó khụng xột tới sự làm việc của các thiết bị bù chuyên dụng (mỏy bự đồng bộ và tụ điện tĩnh).

Hệ số công suất tự nhiên có thể đặc trưng cho cả hệ số công suất thực $\cos\varphi$ lẫn hệ số công suất trung bình $\cos\varphi_{tb}$.

d. Hệ số công suất chung $\cos\varphi_{ch}$

Hệ số công suất chung $\cos\varphi_{ch}$ là hệ số công suất mà giá trị của nó có xột tới cả sự làm việc của các thiết bị bù.

Cũng như hệ số công suất tự nhiên $\cos\varphi_{tn}$, hệ số $\cos\varphi_{ch}$ có thể đặc trưng cho cả giá trị của hệ số công suất thực lẫn hệ số công suất trung bình.

4.2. Sự tương quan giữa Q và chất lượng điện áp

Nhu cầu công suất phản kháng thay đổi gây ra sự biến đổi điện áp. Trong lưới hệ thống siêu cao áp, điện trở R của đường dây nhỏ hơn nhiều so với điện kháng X nên thành phần dọc trục δU hoàn toàn phụ thuộc vào công suất Q tải trên lưới. Do đó để điều chỉnh điện áp, ta phải điều chỉnh dòng công suất phản kháng trong hệ thống điện. Điều chỉnh dòng công suất phản kháng tức là điều chỉnh sự cân bằng công suất phản kháng trong hệ thống điện.

Trong lưới điện cao áp và nhất là lưới trung, hạ áp, R khá lớn do đó dòng công suất tác dụng cũng ảnh hưởng đến điện áp. Nhưng không thể dùng cách điều chỉnh dòng công suất tác dụng để điều chỉnh điện áp được, vì công suất tác dụng là yêu cầu của phụ tải để sinh ra năng lượng, chỉ có thể được cung cấp từ các nhà máy điện. Còn công suất phản kháng không sinh dụng, nó chỉ là dòng công suất gây từ trường dao động trên lưới điện, rất cần thiết nhưng có thể cấp tại chỗ cho phụ tải. Do đó trong các lưới này vẫn phải điều chỉnh điện áp bằng cách điều chỉnh cân bằng công suất phản kháng.

Khi điện áp tại một điểm nào đó của hệ thống điện nằm trong phạm vi cho phép thì có nghĩa là dòng công suất phản kháng của nguồn đủ đáp ứng yêu cầu của phụ tải tại điểm đó. Nếu điện áp cao thì là thừa công suất phản kháng, còn khi điện áp thấp thì là thiếu công suất phản kháng.

Công suất phản kháng thường thiếu trong chế độ phụ tải max cần phải có thêm nguồn, còn trong chế độ tải cực tiểu thì lại có nguy cơ thừa do điện dung của đường dây và cáp gây ra, cần phải có thiết bị tiêu thụ.

Cân bằng công suất phản kháng vừa có tính chất hệ thống vừa có tính chất địa phương. Do đó điều chỉnh cân bằng công suất phản kháng phải thực hiện cả ở cấp hệ thống lẫn cấp địa phương. Ở cấp hệ thống điều chỉnh ở mức điện áp trung bình của hệ thống, còn ở cấp địa phương điều chỉnh nhằm đạt được yêu cầu điện áp cụ thể của địa phương.

Điều chỉnh điện áp hay cân bằng công suất phản kháng được thực hiện bằng hai cách:

- Điều chỉnh công suất phản kháng của các nguồn công suất phản kháng (như nhà máy điện, máy bù đồng bộ, các bộ tụ bù...)

- Điều chỉnh dòng công suất phản kháng hay là phân bố lại công suất phản kháng trên mạng điện bằng cách điều chỉnh đầu phôn ỏ ở cốc máy biến áp, điều chỉnh thiết bị tụ bù dọc...

Khi tính toán điều chỉnh điện áp chỉ cần xét hai chế độ đặc trưng của phụ tải, đó là chế độ công suất cực đại (max) và chế độ công suất cực tiểu (min). Nếu đảm bảo chất lượng điện áp ở hai chế độ này thì sẽ bảo đảm điện áp ở các chế độ còn lại.

Khi tính toán điều chỉnh điện áp cũng không cần phải xét đến mọi điểm trong mạng điện hạ áp, chỉ cần xét đến một số điểm, bảo đảm chất lượng điện áp ở các điểm đó thờ ở các điểm còn lại cũng được đảm bảo, ta gọi đó là các điểm kiểm tra. Những điểm kiểm tra được chọn là điểm gần nguồn nhất và điểm xa nguồn nhất. Có thể quy định điểm kiểm tra khác nữa ở mạng điện cao áp nếu ở đó có thiết bị điện.

Vấn đề đảm bảo chất lượng điện áp phải được quán triệt từ quá trình thiết kế đến vận hành mạng điện. Khi thiết kế phải căn cứ vào các đặc điểm vận hành trong tương lai, lựa chọn đỳng cốc phân tử của mạng điện theo điều kiện điện áp, lựa chọn đỳng và đặt đỳng chỗ các thiết bị điều chỉnh điện áp. Trong vận hành phải thường xuyên theo dõi điện áp ở các điểm kiểm tra, đề ra các phương thức điều chỉnh thích hợp để đảm bảo chất lượng điện áp. Khi phụ tải luôn thay đổi theo thời gian, cần phải kịp thời đề ra các biện pháp sao cho chất lượng điện áp luôn luôn đạt tiêu chuẩn quy định.

4.3. Lựa chọn tụ bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số $\cos\varphi$

Các biện pháp nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ được chia làm hai nhóm chính: Nhóm các biện pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên (không dùng thiết bị bù) và nhóm các biện pháp nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ bằng cách bù công suất phản kháng

4.3.1 *Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ tự nhiên.*

Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ tự nhiên là tóm các biện pháp để các hộ dùng điện giảm bớt được lượng công suất phản kháng Q tiêu thụ như: Áp dụng các quá trình công nghệ tiên tiến, sử dụng hợp lý các thiết bị điện...

Như vậy nâng cao hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên rất có lợi vì đưa lại hiệu quả kinh tế mà không phải đặt thêm thiết bị bù. Vì thế khi xét đến vấn đề nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ bao giờ cũng phải xét tới các biện pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên trước tiên, sau đó mới xét tới các biện pháp bù công suất phản kháng.

4.3.1.1 *Thay đổi và cải tiến quy trình công nghệ để các thiết bị điện làm việc ở chế độ hợp lý nhất.*

Căn cứ vào điều kiện cụ thể sắp xếp quy trình công nghệ một cách hợp lý nhất. Việc giảm bớt những động tác, những nguyên cụng thừa và áp dụng các phương pháp gia công tiên tiến...đều đưa tới hiệu quả tiết kiệm điện, giảm bớt điện năng tiêu thụ cho một sản phẩm.

Trong xí nghiệp, các thiết bị có công suất lớn thường là nơi tiêu thụ nhiều điện năng nhất, vì thế cần nghiên cứu để các thiết bị đó vận hành ở chế độ kinh tế và tiết kiệm điện nhất.

Ở các nhà máy cơ khí lớn, máy nén khí thường tiêu thụ 30 – 40% điện năng cung cấp cho toàn nhà máy. Vì vậy chế độ vận hành hợp lý cho máy nén khí có ảnh hưởng lớn đến vấn đề tiết kiệm điện. Theo kinh nghiệm vận hành khi hệ số phụ tải của máy nén khí gần bằng 1 thì điện năng tiêu hao cho một đơn vị sản phẩm sẽ giảm tới mức tối thiểu. Vì vậy cần bố trí sao cho các máy nén khí luôn luôn làm việc đầy tải; lúc phụ tải của xí nghiệp nhỏ (ca 3) thờ nòn cắt bớt máy nén khí.

Máy bơm và máy quạt cũng là những hộ tiêu thụ điện nhiều. Khi có nhiều máy bơm hay máy quạt làm việc song song thì phải điều chỉnh tốc độ, lưu lượng của chúng để đạt được phương thức vận hành kinh tế và tiết kiệm điện nhất. Các loại lò điện (điện trở, điện cảm, hồ quang) thường có công suất lớn và vận hành liên tục trong thời gian dài. Vì thế cần sắp xếp để chúng làm việc phân bố đều trong ba ca, tránh tình trạng làm việc cùng một lúc gây tình trạng căng thẳng về phương tiện cung cấp điện.

4.3.1.2 Thay thế động cơ không đồng bộ làm việc non tải bằng động cơ có công suất nhỏ hơn.

Khi làm việc động cơ không đồng bộ tiêu thụ lượng công suất phản kháng bằng:

$$Q = Q_0 + (Q_{dm} - Q_0)k_{pt}^2$$

Trong đó: Q_0 Công suất phản kháng lúc động cơ làm việc không tải.

Q_{dm} Công suất phản kháng lúc động cơ làm việc định mức.

k_{pt} Hệ số phụ tải

Công suất phản kháng không tải Q_0 thường chiếm khoảng 60 – 70% công suất phản kháng định mức Q_{dm} .

Hệ số công suất của động cơ được tính theo công thức sau:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{Q_0 + (Q_{dm} - Q_0)k_{pt}^2}{P_{dm} \cdot k_{pt}}}}$$

Từ các công thức trên chúng ta dễ thấy rằng nếu động cơ làm việc non tải (k_{pt} bộ) thì $\cos\varphi$ sẽ thấp.

Ví dụ, nếu một động cơ có $\cos\varphi=0,8$ thì $k_{pt}=1$ khi $k_{pt}=0,5$ thì $\cos\varphi=0,65$ và khi $k_{pt}=0,3$ thì $\cos\varphi=0,51$.

Rõ ràng thay thế động cơ làm việc non tải bằng động cơ có công suất nhỏ hơn ta sẽ tăng được hệ số phụ tải k_{pt} , do đó nâng cao được $\cos\varphi$ của động cơ.

Điều kiện kinh tế cho phép thay thế động cơ là: việc thay thế phải giảm được tổn thất công suất tác dụng trong mạng và động cơ, vớ cú như vậy việc thay thế mới có lợi. các tính toán cho thấy rằng:

- Nếu $k_{pt} < 0,45$ thì việc thay thế bao giờ cũng có lợi;
- Nếu $0,45 < k_{pt} < 0,7$ thì phải so sánh kinh tế kỹ thuật mới xác định được việc thay thế có lợi hay không.

Điều kiện kỹ thuật cho phép thay thế động cơ là: việc thay thế phải đảm bảo nhiệt độ động cơ nhỏ hơn nhiệt độ cho phép, đảm bảo điều kiện mở máy và làm việc ổn định của động cơ.

4.3.1.3 Giảm điện áp của những động cơ làm việc non tải

Biện pháp này được dùng khi không có điều kiện thay thế động cơ làm việc non tải bằng động cơ có công suất nhỏ hơn.

Công suất phản kháng mà động cơ không đồng bộ tiêu thụ được tính như sau:

$$Q = k \frac{U^2}{\mu} fV$$

Trong đó:

K_Hằng số; U_Điện áp tròn cực động cơ; μ _Hệ số dẫn từ; f_Tần số của dòng điện; V_Thể tích của mạch từ.

Từ biểu thức trên chúng ta thấy rằng công suất phản kháng Q tỷ lệ với bình phương của điện áp U, vì vậy nếu ta giảm U thì Q giảm đi rõ rệt và do đó $\cos\varphi$ của động cơ được nâng lên.

Trong thực tế người ta thường dùng các biện pháp sau đây để giảm điện áp đặt lên các động cơ không đồng bộ làm việc non tải:

- Đổi nối dây quấn stato từ tam giác sang sao;
- Thay đổi cách phân nhóm của dây quấn stato;
- Thay đổi đầu phôn ỏp của máy biến áp để hạ thấp điện áp của mạng phân xưởng.

Khi đổi nối dây quấn stato từ tam giác sang sao thì điện áp đặt lên một pha của động cơ sẽ giảm đi $\sqrt{3}$ lần, do đó $\cos\varphi$ và hiệu suất của động cơ đều

được nâng lên. Đồng thời momen cực đại của động cơ sẽ giảm đi ba lần so với trước, vì vậy chúng ta phải kiểm tra lại khả năng mở máy và làm việc ổn định của động cơ. Biện pháp này thường được dùng cho động cơ có $U < 1000V$ và hệ số phụ tải nằm trong khoảng $0,35 - 0,4$.

Biện pháp thay đổi các phân nhóm của dây quấn stato thường được dùng đối với động cơ công suất lớn có nhiều mạch nhánh song song trong một pha. Biện pháp này khó thực hiện vì phải tháo động cơ ra mới thay đổi được cách đấu dây của stato.

Biện pháp thay đổi đầu phôn ỏp của máy biến áp để giảm điện áp của mạng phân xưởng chỉ được thực hiện khi tất cả các động cơ trong phân xưởng đều làm việc non tải và phân xưởng không có các thiết bị yêu cầu cao về mức điểm áp. Trong thực tế biện pháp này ít được dùng.

4.3.1.4 Hạn chế động cơ chạy không tải.

Các máy công cụ, trong quá trình gia công thường nhiều lúc tải chạy không tải, chẳng hạn như khi chuyển từ động tác gia công này sang động tác gia công khác, khi chạy lùi dao hoặc rà mỏy... Cũng có thể do thao tác của công nhân không hợp lý mà nhiều lúc mỏy phải chạy không tải. Nhiều thống kê cho thấy rằng đối với máy công cụ, thời gian chạy không tải chiếm khoảng $35 - 65\%$ toàn bộ thời gian làm việc. Chúng ta đã biết khi động cơ chạy non tải thì $\cos\varphi$ của nó rất thấp. Vì thế hạn chế động cơ chạy không tải là một trong những biện pháp tốt để nâng cao $\cos\varphi$ của động cơ.

Biện pháp hạn chế động cơ chạy không tải được thực hiện theo hai hướng:

- Hướng thứ nhất là vận động công nhân hợp lý hóa thao tác, hạn chế đến mức thấp nhất thời gian máy chạy không tải;

- Hướng thứ hai là đặt bộ hạn chế chạy không tải trong sơ đồ khống chế động cơ. Thông thường nếu động cơ chạy không tải quá thời gian chỉnh định t_0 nào đó thì động cơ bị cắt ra khỏi mạng.

4.3.1.5 Dùng động cơ đồng bộ thay thế động cơ không đồng bộ

Ở những máy sản xuất có công suất tương đối lớn và không yêu cầu điều chỉnh tốc độ như máy bơm, máy quạt, máy nén khí... ta nên dùng động cơ đồng

bộ. Vì động cơ đồng bộ có những ưu điểm rõ rệt sau đây đối với động cơ không đồng bộ:

- Hệ số công suất cao, khi cần có thể làm cho việc ở chế độ quá kích từ để trở thành một máy bù cung cấp thêm công suất phản kháng cho mạng.
- Momen quay tỷ lệ bậc nhất với điện áp của mạng, vì vậy ít phụ thuộc vào sự dao động của điện áp. Khi tần số của nguồn không đổi, tốc độ quay của động cơ không phụ thuộc vào phụ tải, do đó năng suất làm việc của máy cao.

Khuyết điểm của động cơ không đồng bộ là cấu tạo phức tạp, giá thành đắt. Chính vì vậy động cơ đồng bộ mới chỉ chiếm khoảng 20% tổng số động cơ dùng trong công nghiệp. Ngày nay nhờ đã chế tạo được những động cơ tự kích từ giá thành hạ và có dải công suất tương đối rộng nên người ta có xu hướng sử dụng ngày càng nhiều động cơ đồng bộ.

4.3.1.6 Nâng cao chất lượng sửa chữa động cơ

Do chất lượng sửa chữa động cơ không tốt nên sau khi sửa chữa các tính năng của động cơ thường kém trước: tổn thất trong động cơ tăng lên, $\cos\varphi$ giảm...Vỡ thế cần chú trọng đến khâu nâng cao chất lượng sửa chữa động cơ góp phần giải quyết vấn đề cải thiện hệ số $\cos\varphi$ của xí nghiệp

4.3.1.7 Thay thế những máy biến áp làm việc non tải bằng những máy biến áp có dung lượng nhỏ hơn.

Máy biến áp là một trong những máy điện tiêu thụ nhiều công suất phản kháng (sau động cơ không đồng bộ). Vì vậy, nếu trong tương lai tương đối dài mà hệ số phụ tải của máy biến áp không có khả năng vượt quá 0,3 thì nên thay nó bằng máy có dung lượng nhỏ hơn. Đúng về mặt vận hành mà xột thõ trong thời gian phụ tải nhỏ (ca 3) nên cắt bớt cọc máy biến áp non tải, biện pháp này cũng có tác dụng lớn để nâng cao hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên của xí nghiệp.

4.3.2 Dùng phương pháp bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$

4.3.2.1 *Đương lượng kinh tế của công suất phản kháng*

Việc bù công suất phản kháng sẽ đưa lại hiệu quả và nâng cao được hệ số công suất $\cos\varphi$ và giảm được tổn thất công suất tác dụng trong mạng. Để đánh giá hiệu quả của việc giảm tổn thất công suất tác dụng ta đưa ra một chỉ tiêu gọi là đương lượng kinh tế của công suất phản kháng k_{kt}

Đương lượng kinh tế của công suất phản kháng k_{kt} là lượng công suất tác dụng (kW) tiết kiệm được khi bù kvar công suất phản kháng.

Như vậy nếu biết được k_{kt} và lượng công suất bù $Q_{bù}$ thì chúng ta tính được công suất tác dụng tiết kiệm được do bù là:

$$P_{\text{tiết kiệm}} = k_{kt} \cdot Q_{bù} \quad (4.1)$$

Sau đây chúng ta sẽ phân tích xem đương lượng kinh tế của công suất phản kháng phụ thuộc vào những yếu tố nào.

Chúng ta biết rằng tổn thất công suất tác dụng trên đường dây được tính theo công thức sau:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R \quad (4.2)$$

Sau khi bù do lượng tổn thất ΔP giảm nên công suất tác dụng truyền tải trên đường dây cũng giảm, do đó lượng tổn thất $\frac{P^2}{U^2} R$ giảm. Song lượng thay đổi này không đáng kể nên ta có thể bỏ qua, mà chỉ quan tâm đến thành phần tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra: $\frac{Q^2}{U^2} R$ mà thôi.

Trước khi bù, thành phần tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra là:

$$\Delta P_1 = \frac{Q^2}{U^2} R$$

Sau khi bù một lượng $Q_{bù}$ thành phần tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra là:

$$\Delta P_2 = \frac{(Q - Q_{bù})^2}{U^2} \cdot R$$

Vậy lượng công suất tác dụng tiết kiệm được là:

$$\Delta P = \Delta P_1 - \Delta P_2 = \frac{Q^2}{U^2} R - \frac{(Q - Q_{bù})^2}{U^2} \cdot R$$

Theo định nghĩa:

$$K_{kt} = \frac{\Delta P}{Q_{bù}} = \frac{QR}{U^2} \left(2 - \frac{Q_{bù}}{Q} \right), \frac{\text{kW}}{\text{kvar}} \quad (4.3)$$

Từ công thức trên chúng ta nhận xét rằng:

Nếu dung lượng $Q_{bù}$ nhỏ hơn nhiều so với công suất phản kháng truyền tải trên đường dây Q (điều này thường xảy ra trong thực tế), tức là có thể coi $\frac{Q_{bù}}{Q} = 0$, lúc này đương lượng kinh tế của công suất phản kháng được tính theo công thức đơn giản sau:

$$K_{kt} = 2 \frac{QR}{U^2}$$

- Nếu Q và R càng lớn thì k_{kt} càng lớn, nghĩa là nếu phụ tải phản kháng càng lớn và càng ở xa nguồn thì việc bù càng có hiệu quả kinh tế. Thường $k_{kt} = 0,02 - 0,12 \text{ kw/kvar}$. Trong tính toán có thể lấy các giá trị như sau đối với các loại hộ dùng điện.

- Hộ dùng điện do máy phát điện cung cấp:

$$K_{kt} = 0,02 - 0,04$$

- Hộ dùng điện qua một lần biến áp

$$K_{kt} = 0,04 - 0,06$$

- Hộ dùng điện qua hai lần biến áp

$$K_{kt} = 0,05 - 0,07$$

- Hộ dùng điện qua ba lần biến áp

$$K_{kt} = 0,08 - 0,12$$

4.3.2.2 Phân phối dung lượng bù trong mạng điện

a. Vị trí đặt thiết bị bù

Sau khi tính dung lượng bù và chọn loại thiết bị bù thì vấn đề quan trọng là bố trí thiết bị bù vào trong mạng sao cho đạt hiệu quả kinh tế nhất. Thiết bị bù có thể được đặt ở phía điện áp cao (lớn hơn 1000V) hoặc ở phía điện áp thấp

(nhỏ hơn 1000V), nguyên tắc bố trí thiết bị bù là làm sao đạt được chi phí tính toán nhỏ nhất.

Mỏy bù đồng bộ, vì có công suất lớn nên thường được đặt tập trung ở những điểm quan trọng của hệ thống điện. Ở xí nghiệp lớn, mỏy bù nếu có thường được đặt ở phía điện áp cao của trạm biến áp trung gian.

Tụ điện có thể được đặt ở mạng điện áp cao hoặc ở mạng điện áp thấp.

- Tụ điện điện áp cao (6 – 15 kV) được đặt tập trung ở thanh cái của trạm biến áp trung gian, hoặc trạm phân phối. Nhờ đặt tập trung nên việc theo dõi vận hành các tụ điện dễ dàng và có khả năng thực hiện việc tự động hóa điều chỉnh dung lượng bù. Bù tập trung ở mạng điện áp cao cũn cú ưu điểm nữa là tận dụng được hết khả năng của tụ điện, nói chung các tụ điện vận hành liên tục nờn chýng phát ra công suất bù tối đa. Nhược điểm của phương pháp này là khụng bù được công suất phản kháng ở mạng điện áp thấp, do đó không có tác dụng giảm tổn thất điện áp và công suất ở mạng điện áp thấp.

- Tụ điện áp thấp (0.4kV) được đặt theo ba cách: đặt tập trung ở thanh cỏi phóa điện áp thấp của trạm biến áp phân xưởng, đặt thành nhóm ở tủ phân phối động lực, và đặt phân tán ở từng thiết bị dùng điện.

Đúng về mặt giảm tổn thất điện năng mà xột thờ việc đặt phân tán các tụ bù ở từng thiết bị điện có lợi hơn cả. Song với các đặt này khi thiết bị điện nghỉ thì tụ điện cũng nghỉ theo, do đó hiệu suất sử dụng không cao. Phương án này chỉ được dùng để bù cho những động cơ không đồng bộ có công suất lớn.

Phương án đặt tụ điện thành nhóm ở tủ phân phối động lực hoặc đường dây chính trong phân xưởng được dùng nhiều hơn vì hiệu suất sử dụng cao, giảm được tổn thất cả trong mạng điện áp cao lẫn mạng điện áp thấp. Vỡ cỏi tụ được đặt thành từng nhóm nhỏ (khoảng 30 – 100kvar) nờn chýng khụng chiếm diện tích lớn, hoặc trên xà nhà các phân xưởng. Nhược điểm của phương pháp này là cỏi nhóm tụ điện nằm phân tán khiến việc theo dõi chúng trong khi vận hành không thuận tiện và khó thực hiện việc tự động điều chỉnh dung lượng bù.

Phương án đặt tụ tập trung ở thanh cái điện áp thấp của trạm biến áp phân xưởng được dùng trong trường hợp dung lượng bù khá lớn hoặc khi có yêu cầu

tự động điều chỉnh dung lượng bù để ổn định điện áp của mạng. Nhược điểm của phương pháp này là không giảm được tổn thất trong mạng phân xưởng.

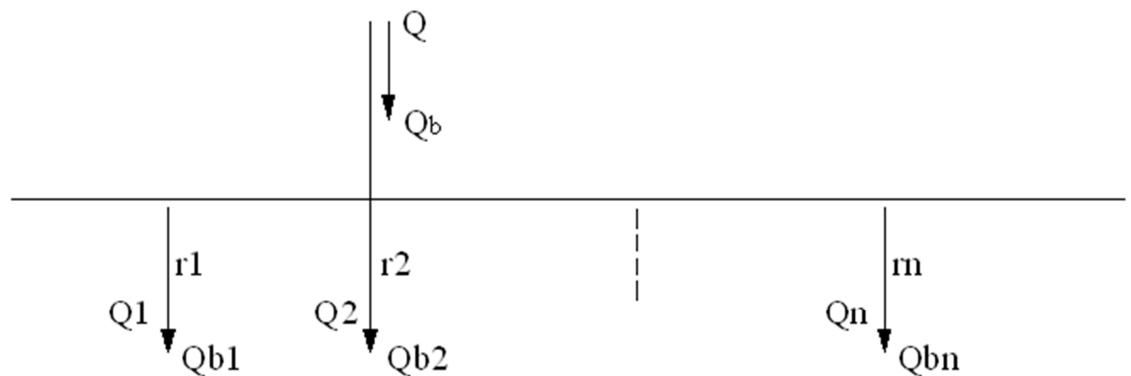
Trong thực tế tùy tình hình cụ thể mà chúng ta phối hợp cả ba phương án đặt tụ điện kể trên.

b. Phân phối dung lượng bù trong mạng điện

** Phân phối dung lượng bù trong mạng điện hình tia.*

Bài toán đặt ra là trong một mạng hình tia có n nhánh, tổng dung lượng bù là $Q_{bù}$, hãy phân phối dung lượng bù trên các nhánh sao cho tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra là nhỏ nhất để hiệu quả bù đạt được lớn nhất.

Giả sử dung lượng bù được phân phối trên các nhánh là $Q_{bù1}, Q_{bù2}, \dots, Q_{bùn}$ và r_1, r_2, \dots, r_n



Tổn thất công suất tác dụng do công suất phản kháng gây ra được tính theo biểu thức sau:

$$\Delta P = \frac{(Q_1 - Q_{bù1})^2}{U^2} r_{1+} + \frac{(Q_2 - Q_{bù2})^2}{U^2} r_{2+} + \dots + \frac{(Q_n - Q_{bùn})^2}{U^2} r_n$$

$$= f(Q_{bù1}, Q_{bù2}, \dots, Q_{bùn})$$

Với điều kiện ràng buộc về cân bằng công suất bù là:

$$\varphi(Q_{bù1}, Q_{bù2}, \dots, Q_{bùn}) = Q_{bù1} + Q_{bù2} + \dots + Q_{bùn} - Q_{bù} = 0$$

Để tìm cực tiểu của hàm nhiều biến:

$\Delta P = f(Q_{bù1}, Q_{bù2}, \dots, Q_{bùn})$ chúng ta có thể dùng phương pháp nhân tử Lagrangio.

Chọn nhân tử λ bằng:

$$\lambda = \frac{2L}{U^2}$$

Trong đó: L là hằng số sẽ được xác định sau.

Theo phương pháp phân tử Lagrangio, điều kiện để P có cực tiểu là các đạo hàm riêng của hàm

$F = f(Q_{bù1}, Q_{bù2}, \dots, Q_{bù n}) + \lambda \varphi(Q_{bù1}, Q_{bù2}, \dots, Q_{bù n})$ đều triệt tiêu. Do đó, ta có hệ phương trình (4.4) sau:

$$\frac{\partial F}{\partial Q_{bù1}} = -\frac{2(Q_1 - Q_{bù1})}{U^2} r_1 + \frac{2L}{U^2} = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial Q_{bù2}} = -\frac{2(Q_2 - Q_{bù2})}{U^2} r_2 + \frac{2L}{U^2} = 0$$

.....

$$\frac{\partial F}{\partial Q_{bù n}} = -\frac{2(Q_n - Q_{bù n})}{U^2} r_n + \frac{2L}{U^2} = 0$$

Giải hệ phương trình trên chúng ta có:

$$L = [(Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) - (Q_{bù 1} + Q_{bù 2} + \dots + Q_{bù n})] \times \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \right)^{-1}$$

Đặt $\sum_{i=1}^n Q_i = Q_{\text{Tổng}}$ phụ tải phản kháng của mạng;

$\sum_{i=1}^n Q_{bù i} = Q_{bù}$ Tổng dung lượng bù của toàn mạng;

$\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \right)^{-1} = R_{td}$ Điện trở tương đương của những nhánh có

đặt thiết bị bù của mạng.

Vậy có thể viết:

$$L = (Q - Q_{bù}) R_{td}$$

Thay L vào hệ phương trình trên, chúng ta tìm được dung lượng bù tối ưu của các nhánh: Hệ phương trình (4.5)

$$Q_{bù 1} = Q_1 - \frac{(Q - Q_{bù})}{r_1} R_{td}$$

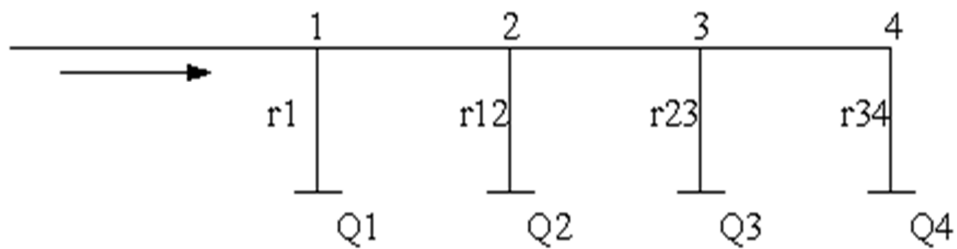
$$Q_{bù 2} = Q_2 - \frac{(Q - Q_{bù})}{r_2} R_{td}$$

.....

$$Q_{bù n} = Q_n - \frac{(Q - Q_{bù})}{r_n} R_{td}$$

Để thuận tiện trong vận hành và giảm bớt các thiết bị đóng cắt, đo lường cho các nhóm tụ, người ta quy định rằng nếu dung lượng bù tối ưu của một nhánh nào đó nhỏ hơn 30KVAR thì không nên đặt tụ điện ở nhánh đó nữa mà nên phân phối dung lượng bù đó sang các nhánh lân cận.

** Phân phối dung lượng bù trong mạng điện phân nhánh*



Giả sử mạng phân nhánh có thể coi là nhiều mạng hình tia ghép lại. Ví dụ tại 3 điểm chúng ta có thể coi như có 2 nhánh hình tia r_3 và r_4 ; tại điểm 2 ta coi như có 2 nhánh hình tia, một nhánh r_2 và nhánh nữa có điện trở tương đương của phần sau.

Nếu quan niệm như vậy ta áp dụng công thức (4.5) để tính cho mạng phân nhánh.

Dung lượng bù của nhánh thứ n được tính theo công thức sau:

$$Q_{bn} = Q_n - \frac{(Q_{(n-1)n} - Q_{bđặtn}) R_{tdn}}{r_n} \quad (4.6)$$

Trong đó: Q_n Phụ tải phản kháng của nhánh thứ n

$Q_{(n-1)n}$ Phụ tải phản kháng chạy trên đoạn từ điểm (n-1) tới điểm n.

$Q_{bđặtn}$ Dung lượng bù đặt tại điểm n

R_{tdn} Điện trở tương đương của mạng kể từ điểm n trở về sau.

* Phân phối dung lượng bù phía sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp phân xưởng.

Chúng ta biết rằng giá 1kVAr tụ điện áp cao (6 – 10kV) rẻ hơn giá 1kVAr tụ điện áp thấp (0,4kV) song việc đặt tụ phía điện áp thấp lại giảm tổn thất công suất nhiều hơn so với việc đặt tụ phía điện áp cao. Vì vậy chúng ta phải giải bài toán cần tìm dung lượng bù tối ưu phía điện áp thấp.

Gọi $Q_{b\text{ thấp}}$ là dung lượng bù phía hạ áp. Chênh lệch vốn đầu tư khi đặt thêm tụ bù thấp ở phía hạ áp sao cho khi đặt một dung lượng như vậy phía cao áp là:

$$\Delta U = (a_{\text{thấp}} - a_{\text{cao}})Q_{b\text{ thấp}}$$

$a_{\text{thấp}}, a_{\text{cao}}$ _Giá thành 1kVAr tụ hạ áp, đ/kVAr

Số tiền tiết kiệm được mỗi năm do đặt tụ phía hạ áp là:

$$V = \frac{[Q^2 - (Q - Q_{b\text{ thấp}})^2] (R_b - R_{td})k\beta t}{U^2 10^3}, \frac{\text{đồng}}{\text{năm}}$$

Trong đó:

Q _Phụ tải phản kháng máy biến áp tiêu thụ (bao gồm cả ΔQ trong máy biến áp, kVAr).

$Q_{b\text{ thấp}}$ _Dung lượng bù phía hạ áp, kVAr

R_b _Điện trở máy biến áp quy đổi về phía hạ áp, Ω

R_{td} _Điện trở tương đương của mạng hạ áp

K _Hệ số xét đến số ca làm việc trong ngày (1 ca: $k=0,3$; 2 ca: $k=0,55$; 3 ca $k=0,75$).

β _Giá 1 kWh điện năng

T _Số giờ làm việc trong năm, $t = 8760\text{h}$

U _Điện áp định mức phía hạ áp

Gọi n là thời gian thu hồi vốn đầu tư (năm). Sau thời gian đó số tiền tiết kiệm được là nV . Số tiền này không những bù đắp chênh lệch vốn đầu tư mà còn lớn hơn một lượng bằng F , F là hiệu quả kinh tế của việc phân phối dung lượng bù $Q_{b\text{ thấp}}$ sang phía hạ áp của máy biến áp phân xưởng.

$$F = nV - \Delta V$$

$$= \frac{[Q^2 - (Q - Q_{b \text{ thấp}})^2] (R_b - R_{td}) k \beta t n}{U^2 10^3} - (a_{thấp} - a_{cao}) Q_{b \text{ thấp}}$$

$$= f(Q_{b \text{ thấp}})$$

Hiệu quả kinh tế của phương án là một hàm với $Q_{b \text{ thấp}}$, Bằng cách lấy đạo hàm chúng ta có thể dễ dàng tìm được $Q_{b \text{ thấp}}$ tối ưu để hàm f đạt cực đại.

Giá trị $Q_{b \text{ thấp}}$ tối ưu được xác định theo biểu thức sau:

$$Q_b = Q - \frac{(a_{thấp} - a_{cao}) 10^3 U^2}{2nk\beta t (R_b + R_{td})} \quad (4.7)$$

$$N = \frac{(a_{thấp} - a_{cao}) 10^3 U^2}{2nk\beta t}$$

Vậy công thức (4.7) có thể viết:

$$Q_{b \text{ tối ưu}} = Q - \frac{N}{(R_b + R_{td})}$$

Thông thường vì chưa biết rõ sẽ đặt tụ ở nhiều nhánh nhỏ của mạng hạ áp nên người thiết kế không có số liệu để tính toán R_{td} qua điện trở máy biến áp R_B theo công thức sau:

$$R_{td} = \lambda R_B$$

Đối với trạm trong kệ phân xưởng

Mạng là dây dẫn hoặc cáp: $\lambda=0,4$

Mạng là thanh cái: $\lambda=0,6$

Đối với trạm ngoài phân xưởng: $\lambda=0,8$

Vậy dung lượng bù phứa điện áp thấp của máy biến áp phân xưởng là:

$$Q_{b \text{ tối ưu}} = Q - \frac{N}{R_B (1 + \lambda)}, \quad kVAr$$

Do đó $Q_{b \text{ bù cao}} = Q_b - Q_{b \text{ thấp tối ưu}}$

4.3.2.3 Lựa chọn công suất của tụ điện

Tụ điện chủ yếu được chọn theo điện áp định mức. Số lượng tụ điện tùy thuộc vào dung lượng bù. Dung lượng do tụ điện sinh ra được tính theo biểu thức:

$$Q_{td} = 2\pi f U^2 C = 0,314 U^2 C, \text{ kvar}$$

Trong đó:

U_điện áp đặt lên cực của tụ điện, kV

C_điện dung của tụ điện, μF

Vì công suất phản kháng do tụ điện sinh ra tỷ lệ với bình phương của điện áp đặt lên điện cực của nó, nên chúng ta cần cho tụ điện làm việc đúng điện áp định mức để tận dụng hiệu suất của nó.

Tụ điện điện áp thấp thường được chế tạo thành tụ ba pha, ba phần tử của nó được nối thành hình tam giác. Tụ điện điện áp cao thường được chế tạo thành tụ một pha, chúng được ghép lại theo hình tam giác, có cầu chì bảo vệ riêng cho từng pha.

4.3.2.4 Sơ đồ điều khiển dung lượng của tụ điện

Như chúng ta đã biết hệ thống bù mang lại hiệu quả rất cao trong việc giảm tổn thất điện áp, nâng cao chất lượng điện năng trong hệ thống.

Tuy nhiên không phải lúc nào nó cũng đem lại hiệu quả, ngược lại nó có thể gây ra sự mất ổn định trong hệ thống. Như khi điện áp trên lưới gần định mức lúc đó đưa toàn bộ dung lượng bù vào lưới không những không hiệu quả mà nó lại làm tăng cao điện áp gây hiện tượng quá điện áp cho các thiết bị dùng điện. Chính vì vậy đòi hỏi phải tự động đưa dung lượng bù vào lưới tùy thuộc vào điện áp trên đường dây.

Việc điều chỉnh dung lượng bù của tụ điện được thực hiện bằng tay hoặc tự động.

Việc điều chỉnh tự động dung lượng bù của tụ điện thường chỉ được đặt ra trong trường hợp bù tập trung với dung lượng lớn. Có bốn cách tự động điều chỉnh dung lượng bù:

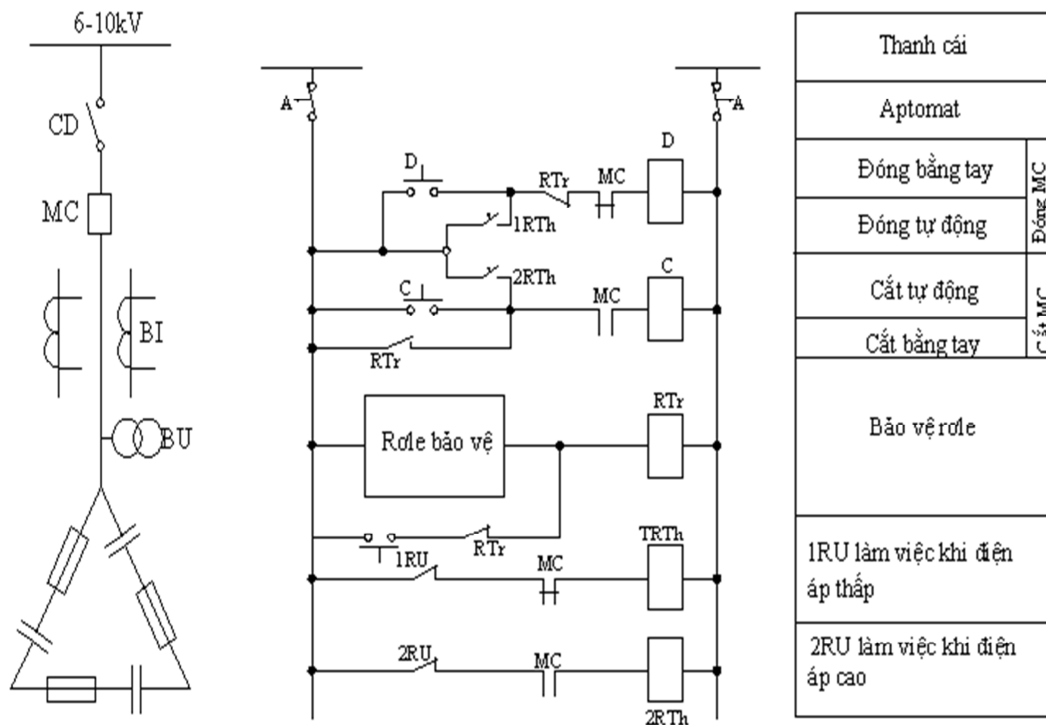
- Điều chỉnh dung lượng bù theo nguyên tắc điện áp.
- Điều chỉnh dung lượng bù theo thời gian.
- Điều chỉnh dung lượng bù theo dòng điện phụ tải.
- Điều chỉnh dung lượng bù theo hướng đi của công suất phản kháng.

Hiện nay tự động điều chỉnh dung lượng bù theo nguyên tắc điện áp và thời gian hay được dùng hơn cả bởi hiệu quả của nó mang lại.

a. Điều chỉnh dung lượng bù của tụ điện theo điện áp.

Căn cứ vào điện áp trên thanh cái của trạm biến áp để tiến hành điều chỉnh tự động dung lượng bù. Nếu điện áp của mạng sụt xuống dưới định mức, có nghĩa là mạng thiếu công suất phản kháng, thì cần phải đóng thòm tụ điện vào làm việc. Ngược lại, khi điện áp quá giá trị định mức thì cần phải cắt bớt tụ điện, vì lúc này mạng thừa công suất phản kháng. Phương pháp điều chỉnh tự động dung lượng bù theo điện áp và giải quyết được yêu cầu bù công suất phản kháng, nâng cao hệ số công suất $\cos\phi$ vừa có tác dụng ổn định điện áp nên được dùng phổ biến.

Hình 4.1 trình bày một ví dụ về sơ đồ điều chỉnh một cấp dung lượng bù theo nguyên tắc điện áp:



Hình 4.1: Sơ đồ điều chỉnh tự động dung lượng bù theo điện áp.

Cơ cấu đo lường trong sơ đồ này là hai role điện áp. Role điện áp thấp 1RU dùng để đóng tụ điện vào làm việc khi điện áp của mạng sụt xuống. Role điện áp cao 2RU dùng để cắt tụ điện ra khi điện áp của mạng vượt quá giá trị

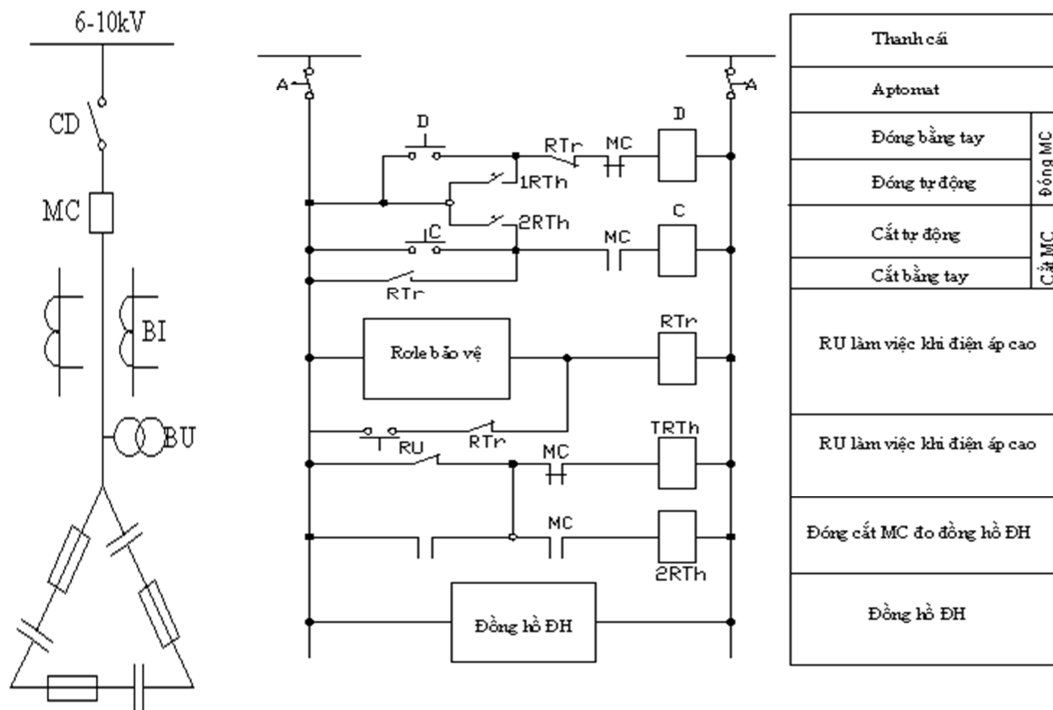
định mức. Để tránh cho sơ đồ tác động khi có dao động điện áp (khi mở máy động cơ có công suất lớn..) trong sơ đồ có bố trí rơle thời gian Rth với tiếp điểm đóng chậm có thời gian duy trì hoãn 2 – 3 phút.

Khi điện áp sụt xuống quá mức cho phép, rơle điện áp thấp 1RU tác động cấp nguồn cho rơle thời gian 1 RTh. Sau thời gian đã chỉnh định, tiếp điểm của nó đóng lại cấp nguồn cho cuộn dây đóng Đ để đóng máy cắt MC đưa tụ điện vào làm việc. Khi điện áp cao quá định mức ($U \geq 110\%U_{dm}$) rơle điện áp cao 2 RU tác động cấp nguồn cho rơle thời gian 2RTh đóng tiếp điểm của nó lại, cấp nguồn cho cuộn dây cắt C để cắt máy cắt MC ra, tụ được cắt khỏi mạng. Nếu trong quá trình vận hành có sự cố, thiết bị rơle bảo vệ làm việc cấp nguồn cho rơle trung gian RTr. Rơle RTr tác động đóng mạch cuộn cắt để cắt máy cắt ra.

b. Điều chỉnh tự động dung lượng bù theo nguyên tắc thời gian:

Căn cứ vào sự biến đổi của phụ tải phản kháng trong một ngày đêm mà người ta đóng hoặc cắt bớt tụ điện. Phương pháp này được dùng khi đồ thị phụ tải phản kháng hàng ngày biến đổi theo một quy luật tương đối ổn định và người vận hành nắm vững đồ thị đó.

Hình 4.2 đưa ra một ví dụ về sơ đồ điều chỉnh tự động dung lượng bù theo nguyên tắc thời gian.

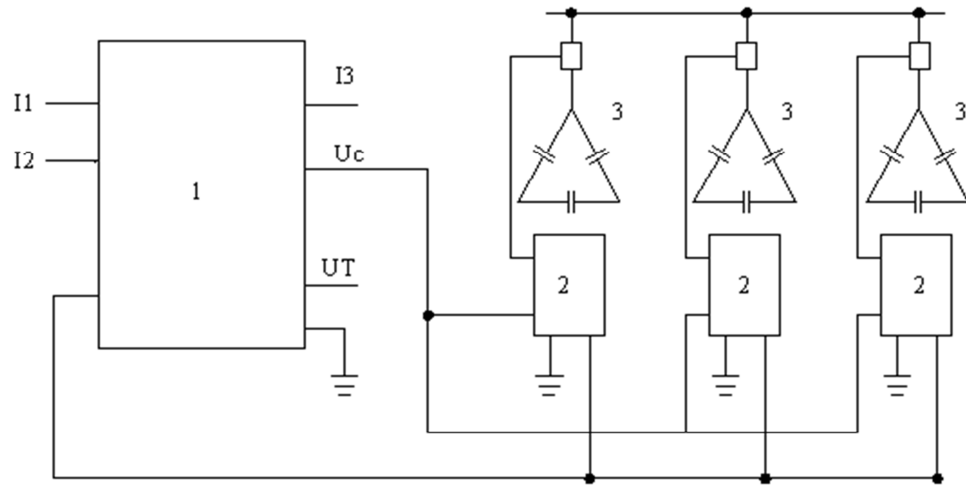


Hình 4.2. Sơ đồ điều chỉnh dung lượng bù theo nguyên tắc thời gian

Cơ cấu để tác động đóng cắt tự điện trong sơ đồ này là đồng hồ điện ĐH. Các tiếp điểm của đồng hồ xác định chương trình và cắt tự điện. Căn cứ vào sự biến thiên có tính chu kỳ của phụ tải người ta xác định thời điểm cần đóng và cắt tự điện và điều chỉnh cơ cấu đồng hồ làm việc theo chương trình đã định.

Giả sử tụ chưa làm việc, MC đang cắt ra, nếu tiếp điểm của đồng hồ ĐH đóng lại thì role thời gian 1RTh có điện và tác động đi đóng máy cắt theo trình tự như ở sơ đồ tròn hình 4.1. Nếu tụ đang làm việc đến thời gian cần cắt tiếp điểm, ĐH đóng lại và role thời gian 2 RTh có điện tác động đi cắt máy cắt tương tự như ở sơ đồ hình 4.1. Role điện áp cao RU dùng để bảo vệ tụ điện tránh bị quá điện áp.

Trong thời gian gần đây người ta chế tạo nhiều bộ điều chỉnh tự động dung lượng bù làm việc theo các nguyên tắc hỗn hợp. Một trong những thiết bị đó là bộ điều chỉnh “Aro-kun” do Nga chế tạo (hình 4.3)



Hình 4.3: Bộ điều chỉnh tự động dung lượng bù “Aro-kun”

Bộ “Aro-kun” có thể tiến hành điều chỉnh dung lượng bù theo nguyên tắc điện áp hoặc theo điện áp có hiệu chỉnh theo dòng điện và hệ số $\cos\phi$.

Thiết bị “Aro-kun” gồm có bộ tạo lệnh 1 và các cơ cấu điều khiển 2. Các tín hiệu dòng và áp được đưa đến bộ tạo lệnh 1, ở đây chúng được so sánh với các giá trị cho trước, đồng thời tạo ra các lệnh đưa đến các cơ cấu điều khiển 2 để đóng cắt các nhóm tụ điện 3.

c. Điều chỉnh tự động dung lượng bù theo dòng điện phụ tải được dùng trong trường hợp phụ tải thường biến đổi đột ngột.

Ở các trạm biến áp cung cấp cho các hộ dùng điện phụ tải luôn luôn biến đổi theo thời gian trong ngày, sự thay đổi của phụ tải kéo theo sự thay đổi của công suất phản kháng. Như vậy, có thể điều chỉnh công suất phản kháng theo dòng điện phụ tải. Sơ đồ nguyên lý này được thể hiện trên hình 4.4.

-
- (a) Sơ đồ mắc tụ vào thanh cái trạm
 - (b) Mạch vòng
 - (c) Mạch điều khiển, bảo vệ và tự động hóa của trạm tụ C_1
 - (d) Mạch điều khiển, bảo vệ và tự động hóa của trạm tụ C_2

Điều chỉnh công suất của mỗi tụ được thực hiện bởi hai role dòng mắc trong một pha (1RI, 2RI hay 3RI, 4RI) ứng với ngưỡng khởi động đã định. Một trong các role (1RI hoặc 3RI) sẽ đóng tụ khi phụ tải tăng quá ngưỡng, còn role kia (2RI hoặc 4RI) sẽ ngắt tụ khi phụ tải giảm.

Ngưỡng khởi động của role dòng được chọn phù hợp, ví dụ:

Đối với tụ C_1 : $I_{kd1RI} = 5A$; $I_{kd2RI} = 4A$

Đối với tụ C_2 : $I_{kd3RI} = 4A$; $I_{kd4RI} = 3A$

Nguyên tắc hoạt động:

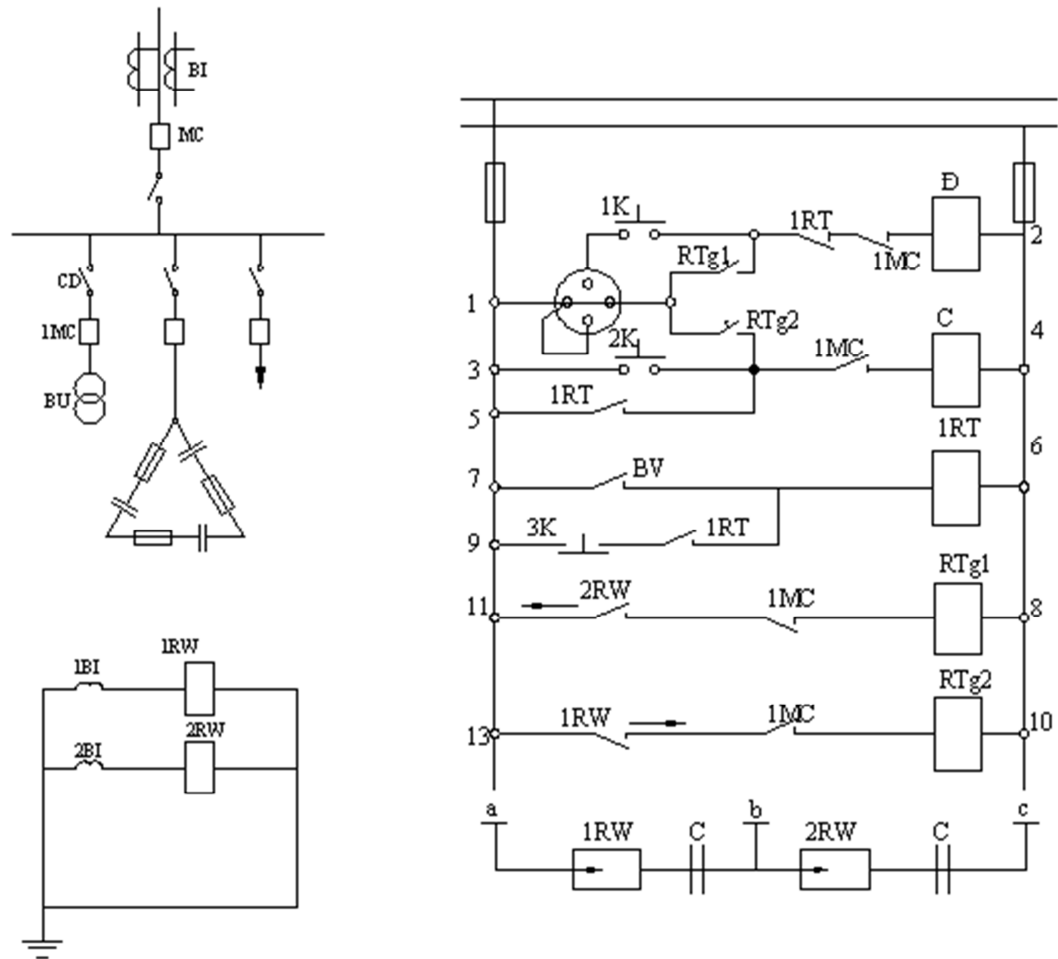
Khi phụ tải nhỏ ngưỡng hoạt động của role 1RI và 3RI thì tụ 1 và 2 sẽ được cắt khỏi mạch. Nếu phụ tải tương ứng với ngưỡng của role 2RI và 4RI thời cơ role này sẽ tác động và đúng cực tiếp điểm thường mở tương ứng ở mạch của role 2RT và 4RT (mạch 11 – 8 và 111 – 108). Nhưng các role này chưa hoạt động được vì trong mạch cũn cú cực tiếp điểm 1 MC và 2MC thường mở. Khi phụ tải tăng đến một giá trị tương ứng với ngưỡng khởi động của role 3RI, nó sẽ tác động và đóng mạch 113 – 108. Role 4RT tác động và đóng công tắc 4RT ở mạch 115 – 110. Lúc này role RTg3 được cấp điện và với một thời gian trễ, nó sẽ đóng tiếp điểm thường mở ở mạch của cuộn dây đóng máy cắt 2MC (101 – 02) và cụm tụ được đóng.

Khi phụ tải tiếp tục tăng, role 1RI sẽ tác động và qua role trung gian của mình 2RT, role thời gian RTg1 đóng máy cắt 1MC. Khi phụ tải giảm đến giá trị ngưỡng của role 2RI, nó sẽ mở tiếp điểm của mình ở mạch của role 2RT (11 – 08). Role này đóng tiếp điểm 2RT ở mạch của role RTg2 (17 – 12). RTg2 với một thời gian trễ sẽ đúng cực tiếp điểm của mình ở mạch cắt của máy cắt 1MC (1 – 4) và máy cắt 1MC sẽ cắt tụ. Khi phụ tải tiếp tục giảm đến giá trị khởi động của role 4RI, nó sẽ tác động cắt máy cắt 2MC.

Để tránh ảnh hưởng của dao động phụ tải, việc đóng, cắt máy cắt 1MC và 2MC được thực hiện với một thời gian trễ do các role thời gian RTg1 ÷ RTg4 tạo nên.

d. Điều chỉnh dung lượng bù theo hướng đi của công suất phản kháng.

Phương pháp điều chỉnh này không được sử dụng rộng rãi vì không phải bao giờ cũng mang lại hiệu quả kinh tế. Chẳng hạn, lúc phụ tải cực đại, khi cần đóng cắt tụ bù thờ dẫn tới hiện tượng chảy ngược của dòng công suất phản kháng từ các hộ dùng điện vào hệ thống. Do đó, cần phải cắt bớt tụ bất đắc dĩ, phương pháp này thường được dùng khi trạm biến áp ở cuối đường dây và xa nguồn.



Hình 4.5: Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh công suất tụ bù theo hướng dòng công suất phản kháng

- (a) Sơ đồ mắc tụ
- (b) Mạch vòng

(c) Mạch điều khiển, bảo vệ, tự động của trạm tụ bù

(d) Mạch máy biến điện áp

Để kiểm tra hướng của công suất phản kháng cần một role cú mụmen quay ứng với biểu thức:

$$M_q = kUI\sin\varphi$$

Trong đó:

k_ Hệ số tỷ lệ

U,I_ Điện áp và dòng đi đưa tới role

φ _ Góc giữa vecto U và vecto I

Thường thì người ta sử dụng role công suất (1RW và 2RW) được chuyển đổi từ Cosin sang Sin bằng cách mắc nối tiếp với cuộn áp của role 1RW và 2RW một điện dung $9\mu F$. Dưới tác động của mụmen quay role 1RW và 2RW đóng tiếp điểm của mình khi hướng công suất phản kháng đi từ trạm vào hệ thống, còn role 2RW đi từ hệ thống về trạm.

Sơ đồ hoạt động theo nguyên tắc sau:

Khi hướng công suất phản kháng đi từ hệ thống về trạm, role 2RW đóng tiếp điểm của mình ở mạch 11 – 8, role RTg1 tác động với một thời gian đóng trễ tiếp điểm của mình ở mạch 1 – 2, máy cắt 1MC được đóng. Nếu các cụm tụ phát công suất phản kháng lớn hơn giá trị cần thiết cho các thụ điện của trạm thờ dững công suất phản kháng có hướng từ trạm vào hệ thống. Khi hướng công suất thay đổi, role 2RW mở tiếp điểm, còn role 1RW thì ngược lại, đóng tiếp điểm ở mạch 13 -10 role RTg2 tác động, đóng tiếp điểm ở mạch 1 – 4 và máy cắt 1MC được cắt.

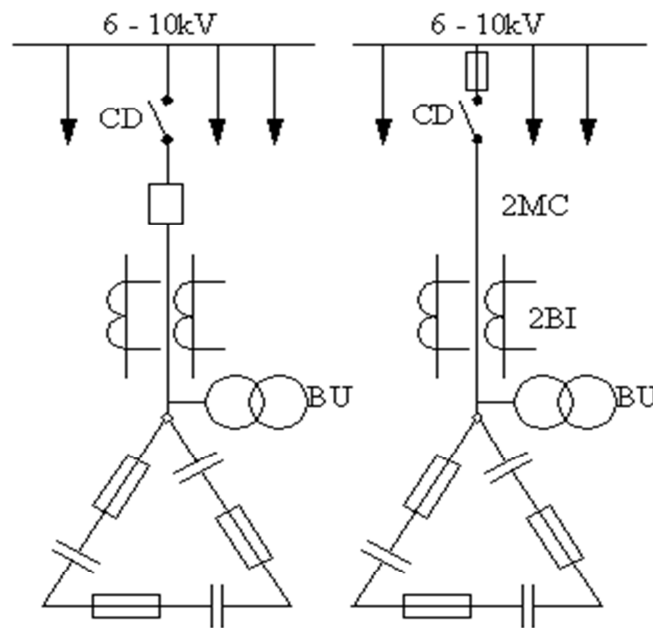
Để loại trừ sự hoạt động khi có hiện tượng thay đổi hướng tức thời, người ta lắp thêm hai role thời gian RTg1 và RTg2 với thời gian trễ lớn.

Trong các phương pháp trên, trong thực tế phương pháp tự động bù theo nguyên tắc điện áp đang được dùng phổ biến vì vừa giải quyết được việc tự động bù CSPK, nâng cao chất lượng điện vừa có tác dụng nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$.

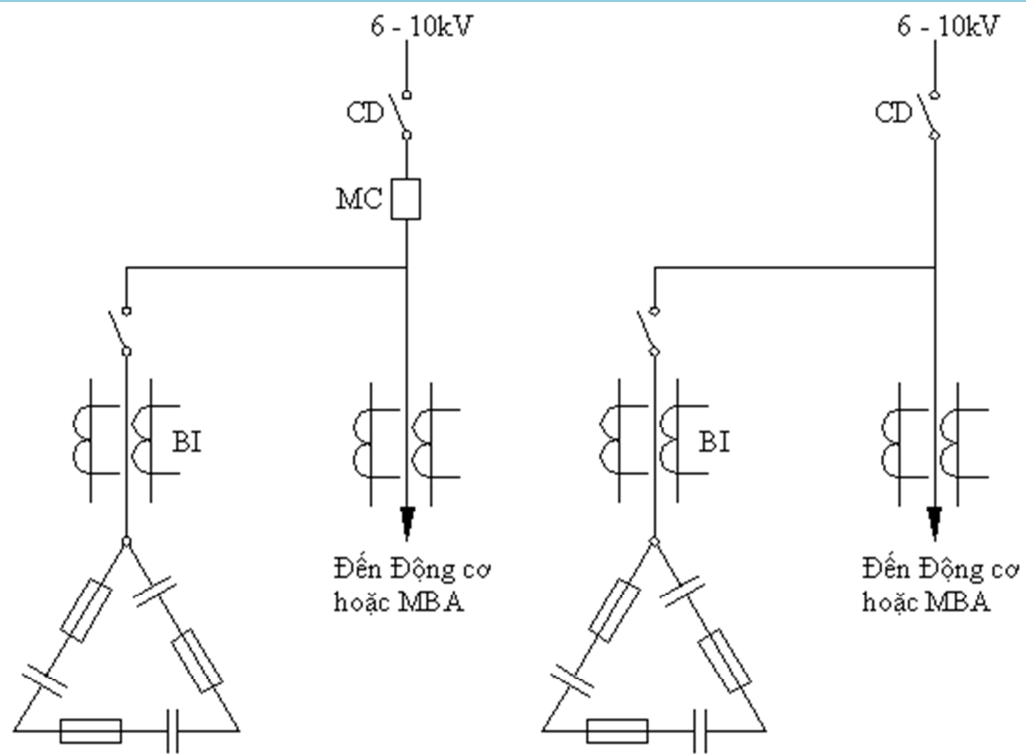
4.3.2.5 Vận hành tụ điện

Sơ đồ nối dây và điện trở phóng điện

Sơ đồ nối dây của tụ điện điện áp cao được trình bày trên hình 4.6. Vì tụ pha điện điện áp cao là loại một pha nên chùng được nối lại với nhau thành hình tam giác, mỗi pha có cầu chì bảo vệ riêng, khi cầu chì một pha nào đó bị đứt, tụ điện ở hai pha còn lại vẫn tiếp tục làm việc. Thiết bị đóng cắt cho nhóm tụ điện có thể là máy cắt hình 4.6a hoặc máy cắt phụ tải có kèm theo cầu chì hình 4.6b. Để đo lường và bảo vệ người ta đặt cở mỏy biến dòng BI và máy biến điện áp BU. Máy biến điện áp BU ngoài nhiệm vụ đo lường và bảo vệ nói trên còn được dùng làm điện trở phóng điện cho tụ điện khi nó được cắt ra khỏi mạng. Vì vậy BU phải được nối vào phía dưới các thiết bị đóng cắt và ở ngay đầu cực của nhóm tụ điện.



Sơ đồ nối dây của tụ điện điện áp cao

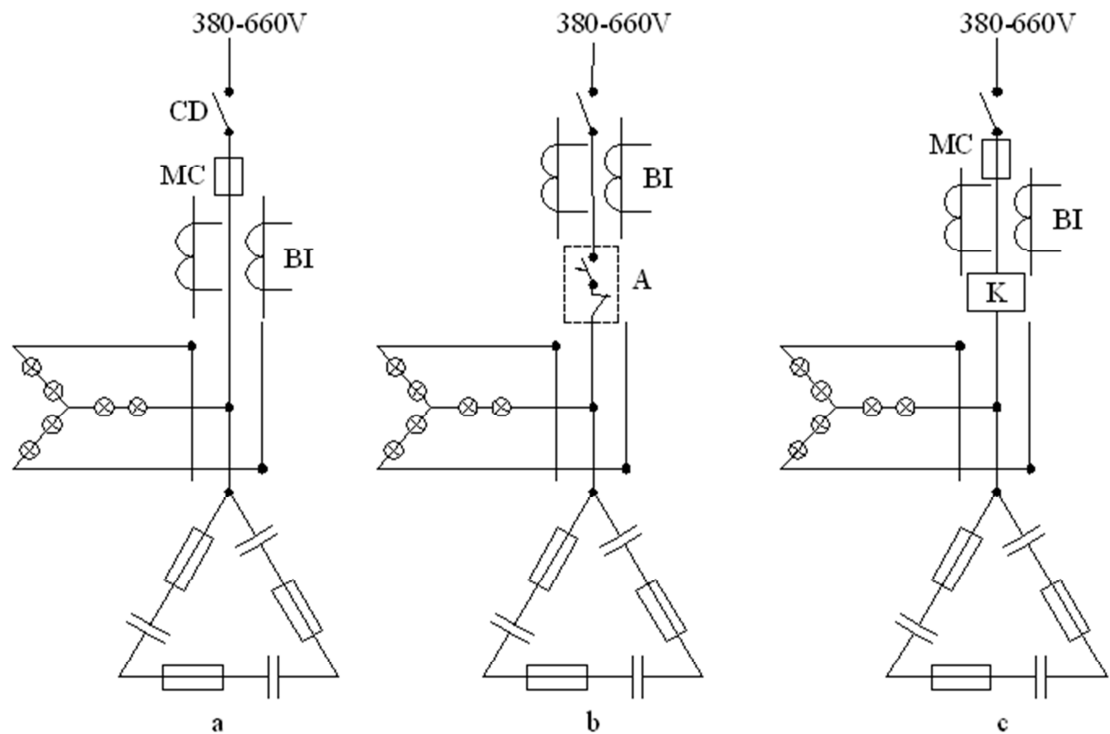


Hình 4.6: Sơ đồ nối dây của tụ điện điện áp cao

Trong trường hợp tụ điện tự rời

cho động cơ hoặc máy biến áp thì không phải dùng BU để làm điện trở phóng điện, mà có thể dùng ngay cuộn dây stato của động cơ hoặc cuộn sơ cấp của máy biến áp để làm điện trở phóng điện hình 4.6c và 4.6d.

Sơ đồ nối dây của tụ điện ở điện áp thấp, thiết bị đóng cắt và bảo vệ có thể là cầu dao, cầu chì, optomat hoặc contactor. Tụ điện hạ áp là tụ điện ba pha, các phần tử đã nối thành hình tam giác ở bên trong.



Hình 4.7: Sơ đồ nối dây của tụ điện điện áp thấp

Người ta dựng bóng đèn dây tóc công suất phản kháng khoảng 15 – 40W để làm điện trở phóng điện cho tụ. Dựng bóng đèn có ưu điểm là khi điện áp đặt của tụ phóng hết thờ đồn tắt nên dễ theo dõi vận hành (đề phòng đốn chỏy).

Điện trở phóng điện của tụ phải thỏa mãn theo hai yêu cầu:

- Giảm điện áp đặt trên tụ để đảm bảo an toàn cho người vận hành, người ta quy định sau 30 phút điện áp dư trên tụ phải giảm xuống dưới 65V, ở trạng thái làm việc bình thường tổn thất công suất tác dụng trên điện trở phóng điện so với dung lượng của tụ điện không vượt quá trị số 1W/1kVAr.

Điện trở phóng điện được tính theo công thức:

$$R_{pd} = 15 * 10^{-6} * \frac{U_{pha}^2}{Q}, \Omega$$

Để có thể sẵn sàng làm việc ngay sau khi tụ điện cắt ra khỏi mạng, điện trở phóng điện phải được nối phía dưới các thiết bị đóng cắt và ở ngay đầu cực của nhóm tụ điện. Các bóng đèn làm điện trở có thể nối theo hình sao hoặc hình tam giác. Cách nối tam giác có ưu điểm hơn vì khi 1 pha của điện trở phóng điện bị đứt thì 3 pha của tụ vẫn có thể phóng điện qua hai pha còn lại của tụ.

Dòng điện định mức của dây chảy của tụ điện không vượt quá 110% dòng điện định mức của nhóm tụ điện. Thiết bị bảo vệ quá dòng điện không được chỉnh định quá 120% dòng điện định mức của nhóm tụ.

Vận hành tụ:

Tụ điện phải được đặt ở nơi cao ráo, ít bụi bặm, không dễ cháy nổ và không có không khí ăn mòn.

Tụ điện điện áp cao phải được đặt trong phòng riêng, có biện pháp chống cháy nổ. Tụ phải được đặt ở nơi có thông gió tốt, giữ nhiệt độ trong phòng không quá 35°C . Khi lắp bộ tụ cỡ tầng có thể là giá sắt nhưng không quá 3 tầng. Giữa các tụ điện trong một tầng phải có khoảng cách thích hợp để thông gió dễ dàng.

Tụ điện điện áp thấp khi đặt tập trung thường được bố trí trong tủ thành một hoặc hai tầng. Khi dùng phương pháp bù phân tán cỡ tụ được đặt trong các tủ để bên cạnh tủ phân phối động lực hoặc đặt ngay xà nhà xưởng.

Nguyên nhân chủ yếu làm hỏng tụ là do điện áp đặt lên tụ vượt quá giá trị định mức, khiến cường độ điện trường trong tụ vượt quá giới hạn cho phép (2 – 12kV/mm). Khi đó trong tụ điện phát sinh hiện tượng ion hóa dầu cách điện dẫn đến sự cố ngắn mạch do cách điện bị chọc thủng. Khi tụ điện làm việc, do tổn thất công suất tác dụng nên bản thân nó bị nóng lên. Nếu nhiệt độ của tụ vượt quá nhiệt độ cho phép dầu sẽ bốc hơi làm phình tụ, làm hỏng giấy cách điện, gây ngắn mạch và có thể dẫn tới làm nổ tụ điện.

Vì vậy khi vận hành tụ điện chúng ta phải đảm bảo hai điều kiện:

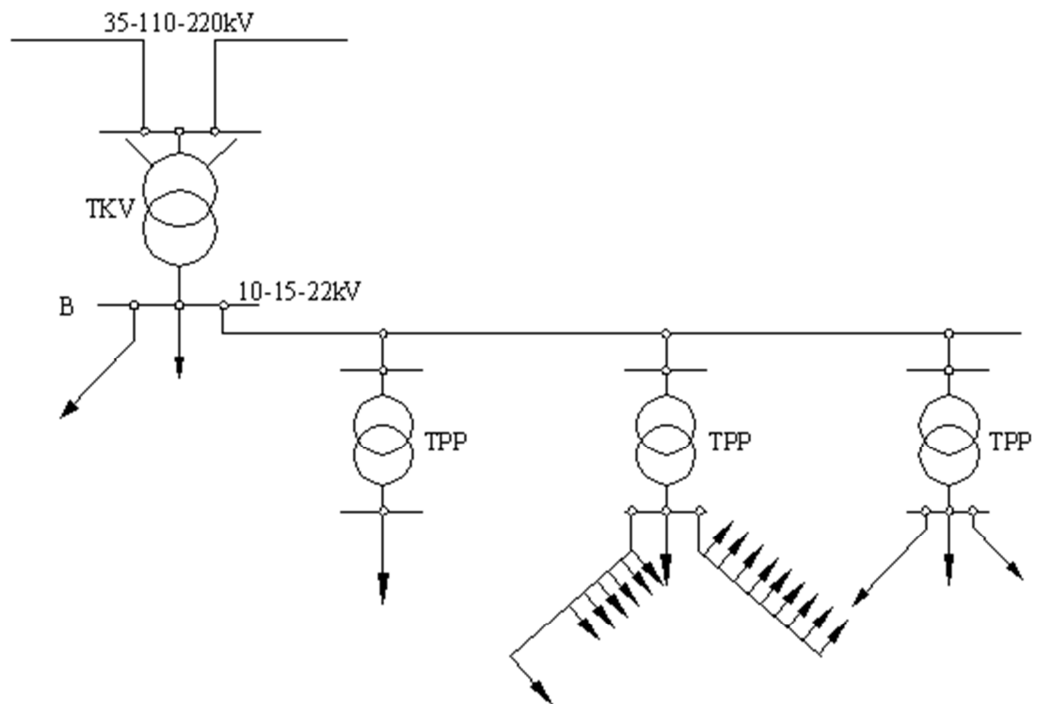
- Điều kiện nhiệt độ: Phải giữ cho nhiệt độ không khí xung quanh tụ không vượt quá 35°C .
- Điều kiện điện áp: Khi điện áp của mạng vượt quá giá trị cho phép nói trên thì phải cắt tụ điện ra khỏi lưới.

Cần chú ý rằng để tránh ảnh hưởng của dao động điện áp một số tụ điện được chế tạo với điện áp định mức cao hơn điện áp định mức của mạng điện là 5%.

Trong lúc vận hành nếu thấy tụ điện bị phình ra thì phải cắt ngay tụ ra khỏi mạng vì đó là sự cố nguy hiểm, tụ điện có thể bị nổ.

CHƯƠNG V: ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP BẰNG CÁCH THAY ĐỔI ĐẦU PHÂN ÁP

Ta biết rằng tất cả các máy biến áp động lực được sản xuất và bán trên thị trường, dù với công suất nhỏ (máy biến áp phân phối) hoặc với công suất lớn (máy biến áp của trạm trung gian, của trạm biến áp khu vực, của trạm phân phối nguồn), ngoài đầu phân áp chính còn có một số đầu phân áp phụ. Vì vậy việc tính toán, lựa chọn sử dụng đúng đầu phân áp đạt được yêu cầu điều áp là biện pháp quan trọng, tích cực và mang lại hiệu quả cao về kinh tế - kỹ thuật. Tùy theo vị trí và nhiệm vụ của trạm biến áp trong hệ thống điện, người ta có quy định yêu cầu chuẩn riêng về điều áp cho trạm đó. Ví dụ như ở trạm biến áp khu vực yêu cầu điều chỉnh điện áp nhằm đảm bảo điện áp yêu cầu ở đầu ra của nó, tức là đầu vào của mạng điện địa phương. Các yêu cầu về giá trị điện áp này được xác định theo điều kiện của mạng điện địa phương nhằm đảm bảo chất lượng điện áp ở các thiết bị dùng điện. Có hai loại yêu cầu điện áp ở đầu ra của trạm biến áp khu vực cung cấp điện cho mạng điện địa phương (mạng điện phân phối) là yêu cầu cao hay là yêu cầu khác thường và yêu cầu thấp hay là yêu cầu bình thường.



Hình 5.1: Sơ đồ mạng điện địa phương nhận điện từ trạm biến áp khu vực (TKV).

a. Yêu cầu cao (tại thanh cái thứ cấp B, điện áp 10, 15, 22kV của trạm biến áp khu vực).

- Ở chế độ phụ tải max: $\delta U^{(2)} = +5\%$
- Ở chế độ phụ tải min: $\delta U^{(1)} = 0\%$
- Ở chế độ sự cố: $0\% \leq \delta U^{(sc)} \leq 5\%$

b. Yêu cầu thấp:

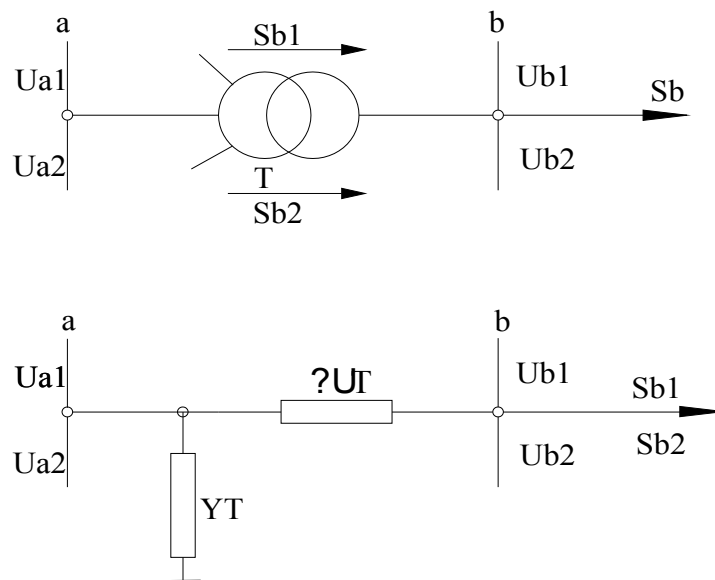
- Ở chế độ phụ tải max: $\delta U^{(2)} \geq +2,5\%$
- Ở chế độ phụ tải min: $\delta U^{(1)} \leq +7,5\%$
- Ở chế độ sự cố: $\delta U^{(sc)} \geq -2,5\%$

Như vậy với yêu cầu thấp thì trong chế độ max và min có $2,5\% \leq \delta U \leq +7,5$ là đạt yêu cầu.

Tính toán lựa chọn đầu phôn ỏp theo yêu cầu điều áp của cỏc mỏy biến ỏp hai dỏy quỏn và ba dỏy quỏn.

5.1. Chọn đầu phôn ỏp của mỏy biến ỏp giảm ỏp hai dỏy quỏn

Giỏ thiết biết điện ỏp trờn thanh cái cao ỏp a của trạm biến ỏp T là $U_a^{(1)}$ lúc phụ tải cực tiếu và là $U_a^{(2)}$ lúc phụ tải cực đỏi. Cần phải chọn đầu phôn ỏp của mỏy biến ỏp T sao cho tại phụ tải b đỏi được trỏ số điện ỏp là $U_b^{(1)}$ lúc phụ tải cực tiếu và $U_b^{(2)}$ lúc phụ tải cực đỏi.



Hình 5.2: Sơ đồ thay thế của máy biến áp hai dây quấn

Dựa vào sơ đồ thay thế của máy biến áp, ta có điện áp tròn thanh góp điện áp thấp đã được quy đổi về bên cao áp bằng:

$$\begin{cases} U_b^{(1)} = U_a^{(1)} - \Delta U_T^{(1)} \\ U_b^{(2)} = U_a^{(2)} - \Delta U_T^{(2)} \end{cases} \quad (5.1)$$

Trong đó: $\Delta U_T^{(1)}$ và $\Delta U_T^{(2)}$ là tổn thất điện áp trong máy biến áp khi phụ tải cực tiểu và cực đại.

Mặt khác ta cũng có thể viết:

$$\begin{cases} U_b^{(1)} = U_b^{(1)} \cdot n_T \\ U_b^{(2)} = U_b^{(2)} \cdot n_T \end{cases} \quad (5.2)$$

Trong đó n_T là tỷ số máy biến áp, đó là tỷ số điện áp cuộn dây cao áp và hạ áp khi máy biến áp ở trạng thái không tải.

Ta thấy rằng, điện áp của cuộn dây cao áp lúc không tải chính là điện áp đầu phôn ỏp U_{pa} mà ta dựng, cũn điện áp cuộn dây hạ áp lúc không tải ta có thể biết được.

$$n_T = \frac{U_{pa}}{U_{kt}} \quad (5.3)$$

Thay trị số của n_T vào công thức (5.2) và cân bằng về phải của (5.1) và (5.2) ta có:

$$U_{pa}^{(1)} = \left(U_a^{(1)} - \Delta U_T^{(1)} \right) \cdot \frac{U_{kt}}{U_b^{(1)}} \quad (5.4)$$

$$U_{pa}^{(1)} = \left(U_a^{(1)} - \Delta U_T^{(1)} \right) \cdot \frac{U_{kt}}{U_b^{(1)}} \quad (5.5)$$

Nếu máy biến áp không có bộ chuyển đổi đầu phôn ỏp dưới tải, ta phải chọn một đầu chung cho cả hai trạng thái phụ tải cực đại và phụ tải cực tiểu, muốn vậy ta lấy trị số trung bình:

$$U_{pa} = \frac{U_{pa}^{(1)} + U_{pa}^{(2)}}{2}$$

Dựa vào trị số tính được, chọn đầu phôn ỏp tiêu chuẩn gần nhất. Cuối cùng phải thử lại xem với một đầu phôn ỏp cố định đã chọn, khi phụ tải cực đại

và cực tiểu, điện áp thực tế có được ở thanh cái hạ áp của trạm có xê dịch quá phạm vi cho phép không.

Nếu độ xê dịch quá lớn thì không dùng được đầu phõn ỏp đú mà phải tìm cách khác để điều chỉnh điện áp.

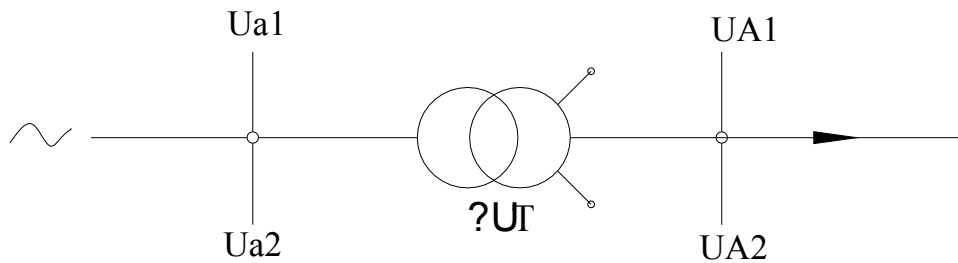
Nếu máy biến áp có bộ chuyển đổi đầu phõn ỏp dưới tải, thì ứng với mỗi chế độ vận hành từ công thức (5.4) và (5.5) ta tính được đầu phõn ỏp và chọn ngay đầu phõn ỏp tiêu chuẩn riêng cho từng chế độ.

5.2. Chọn đầu phõn ỏp của máy biến áp tăng áp hai dây quấn

Gọi U_{pa} là đầu phõn ỏp ta chọn và ΔU_T là tổn thất điện áp trong máy biến áp tăng áp. Ta có thể viết:

$$U_B = U_{pa} - \Delta U_T$$

Trong đó U_B là điện áp của cuộn dây cao áp của máy biến áp khi điện áp cuộn dây hạ áp là định mức.



Hình 5.3: Sơ đồ trạm biến áp tăng áp

Điện áp định mức của cuộn dây hạ áp chính là điện áp định mức của máy phát điện. Trên thực tế lúc vận hành, cuộn dây có điện áp là U_A khác với U_B thì máy phát phải vận hành với điện áp là U_F khác với $U_{Fđm}$. Vậy ta có thể viết biểu thức quan hệ đó như sau:

$$\frac{U_F}{U_{Fđm}} = \frac{U_A}{U_B}$$

Từ đó có:

$$U_F = U_{Fđm} \cdot \frac{U_A}{U_B} = U_{Fđm} \cdot \frac{U_A}{U_{pa} - \Delta U_T}$$

Trong điều kiện vận hành với phụ tải cực đại ta có:

$$U_F^{(2)} = U_{Fđm} \cdot \frac{U_A^{(2)}}{U_{pa}^{(2)} - \Delta U_T^{(2)}} \quad (5.6)$$

Trong điều kiện vận hành với phụ tải cực tiểu:

$$U_F^{(1)} = U_{Fđm} \cdot \frac{U_A^{(1)}}{U_{pa}^{(1)} - \Delta U_T^{(1)}} \quad (5.7)$$

Từ (5.6) và (5.7) ta có thể rút ra được:

$$U_{pa}^{(2)} = \frac{U_{Fđm}}{U_F^{(2)}} \cdot U_A^{(2)} + \Delta U_T^{(2)} \quad (5.8)$$

$$U_{pa}^{(1)} = \frac{U_{Fđm}}{U_F^{(1)}} \cdot U_A^{(1)} + \Delta U_T^{(1)} \quad (5.9)$$

Nếu máy biến áp tăng áp không có bộ chuyển đổi đầu phôn ỏp dưới tải, ta phải chọn một đầu chung cho cả hai trạng thái cực đại và cực tiểu:

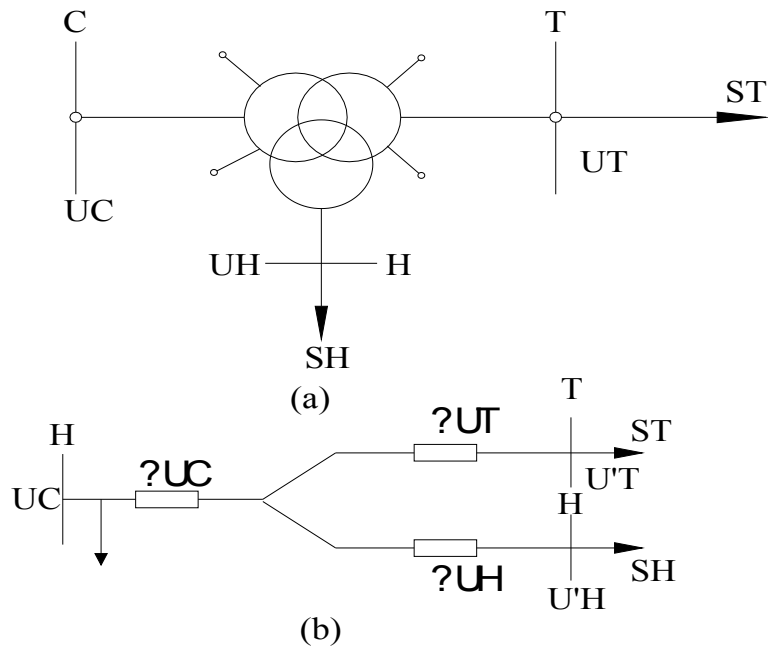
$$U_{pa} = \frac{U_{pa}^{(1)} + U_{pa}^{(2)}}{2}$$

Căn cứ vào trị số U_{pa} tính được, chọn đầu phôn ỏp tiêu chuẩn gần nhất. Cuối cùng với một đầu phôn ỏp tiêu chuẩn đó, từ công thức (5.8) và (5.9) ta thử lại với điện áp cần phải có ở bên cao áp là $U_A^{(1)}$ và $U_A^{(2)}$ thì máy phát điện phải vận hành với điện áp là $U_F^{(1)}$ và $U_F^{(2)}$, khác $U_{Fđm}$ là bao nhiêu, nghĩa là kiểm tra xem độ xê dịch điện áp có vượt quá khả năng thay đổi điện áp của máy phát điện không? Theo tiêu chuẩn thử cỏc máy phát điện, nói chung có thể tăng, giảm điện áp được $\pm 5\%$ so với điện áp định mức của nó.

5.3. Chọn đầu phôn ỏp cho máy biến áp ba pha dây quấn

Với máy biến áp bap ha dây quấn, chỉ có các đầu phôn ỏp phụ ở cuộn cao áp và cuộn trung áp. Cuộn hạ áp không có đầu phôn ỏp phụ.

Trước hết ta chọn đầu phôn ỏp của cuộn cao áp theo yêu cầu điện áp trên thanh góp hạ áp H của máy biến áp. Tiếp theo chọn đầu phôn ỏp của cuộn trung áp dựa theo yêu cầu điện áp trên thanh góp trung áp T và dựa theo đầu phôn ỏp của cuộn cao áp C đã được chọn.



Hình 5.4: Sơ đồ máy biến áp ba dây quấn

Giả thiết đã biết điện áp trên thanh cái cao áp là U_C , điện áp yêu cầu trên thanh cái hạ áp là U_H và điện áp yêu cầu trên thanh cái trung áp là U_T . Phụ tải của cuộn trung áp là S_T và cuộn hạ áp là S_H .

Từ sơ đồ thay thế của máy biến áp ba dây quấn, mô tả trên hình 5.4

Ta có thể viết:

$$U'_H = U_C - (\Delta U_C + \Delta U_H)$$

Trong đó:

U_C là điện áp trên thanh cái cao áp

$\Delta U_C, \Delta U_H$ là tổn thất điện áp trên cuộn cao áp và hạ áp của máy biến áp ba dây quấn. Mặt khác có thể viết:

$$U'_H = U_H \cdot n_{T(C-H)}$$

$$U_{pa(C)} = U'_H \cdot \frac{U_{pa(C)}}{U_{kt(H)}}$$

Vậy đầu phôn ỏp của cuộn cao áp cần tìm là:

$$U_{pa(C)} = \frac{\Delta U_C - (\Delta U_C + \Delta U_H)}{U_H} \cdot U_{ktai(H)} \quad (5.10)$$

Ta cũng tiến hành với hai trường hợp vận hành cực đại và cực tiểu, ta tính được hai đầu phôn ỏp lỳc phụ tải cực đại và cực tiểu, sau đó tính đầu phôn ỏp trung bình rồi lựa chọn đầu phôn ỏp tiêu chuẩn của cuộn cao áp.

Tiếp theo tìm đầu phõn ỏp cho cuộn trung ỏp, tương tự như trên ta có:

$$U'_T = U_C - (\Delta U_C + \Delta U_T)$$

Mặt khác ta cũng có thể viết:

$$U'_T = U_T \cdot n_{T(C-T)} =$$

$$U'_T = U_T \cdot \frac{U_{pa(C)}}{U_{kt(T)}}$$

Vậy đầu phõn ỏp của cuộn trung ỏp cần tìm là:

$$U_{pa(T)} = \frac{U_{pa(C)} U_T}{U_C - (\Delta U_C + \Delta U_T)}$$

Ta cũng tính toán với hai trạng thái vận hành cực đại và cực tiểu, rồi tìm một đầu phõn ỏp tiêu chuẩn, cuối cùng với đầu phõn ỏp tiêu chuẩn của cuộn trung ỏp đủ ta thử xem lại xem có đạt yêu cầu điện ỏp tại thanh cái trung ỏp khụng?

**PHẦN III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TỤ BÙ CHO
TRẠM BIẾN ÁP TIÊU THỤ 560KVA-35/0,4KV**

CHƯƠNG I: TRẠM BIẾN ÁP 560KVA-35/0,4KV

1.1. Giới thiệu về trạm biến áp

1.1.1 Cơ sở pháp lý, tiêu chuẩn kỹ thuật của đề án

a. Cơ sở pháp lý:

Đề án thiết kế thi công công trình: “ĐZ 35kV và trạm biến áp 560kVA-35/0,4kV cấp điện cho công ty TNHH xây dựng và thương mại H&B địa chỉ cụm công nghiệp Hà Mãn – Trí Quả huyện Thuận Thành” được lập trên cơ sở pháp lý sau:

- Căn cứ quyết định cấp công suất và điểm đầu của công ty Điện lực Bắc Ninh.

- Nhu cầu điện phục vụ cho NM sản xuất thiết bị trường học và phụ kiện của công ty TNHH xây dựng và thương mại H&B.

- Căn cứ quy trình, quy phạm, các văn bản, quy định hiện hành.

- Qua khảo sát kỹ thuật thực tế.

b. Tiêu chuẩn kỹ thuật của đề án

Đề án thiết kế kỹ thuật thi công công trình “ĐZ 35kV và trạm biến áp 560kVA- 35/0,4kV cấp điện cho công ty TNHH xây dựng và thương mại H&B địa chỉ cụm công nghiệp Hà Mãn – Trí Quả huyện Thuận Thành” được tuân theo:

- Các tiêu chuẩn kỹ thuật của quy phạm trang bị điện: 11-TCN-18-2006 và 11-TCN-19-2006 ban hành kèm theo quyết định số 19/2006/QĐ-BCN ngày 11/07/2006 của bộ trưởng Bộ Công Nghiệp.

- Nghị định số 106/2005/NĐ-CP ngày 17 tháng 08 năm 2005 của Chính phủ về việc bảo vệ an toàn công trình lưới điện cao áp và nghị định 81/2009/NDD-CP ngày 12/10/2009.

- Vật tư, thiết bị theo các tiêu chuẩn Việt Nam và IEC.

- Áp lực gió theo tiêu chuẩn Việt Nam “Tải trọng và tác động tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737-1995” do Nhà nước ban hành năm 1995.

1.1.2. Vị trí đặt trạm biến áp:

Trạm biến áp có công suất 560kVA-35/0,4kV cấp điện cho công ty TNHH xây dựng và thương mại H&B địa chỉ cụm công nghiệp Hà Môn-Trở Quaxây dựng mới được đặt bên trong khu đất của công ty TNHH xây dựng và thương mại H&B, vị trí trạm không ảnh hưởng đến các công trình kiến trúc xung quanh. Vị trí này cao rất thuận lợi trong xây lắp và quản lý vận hành sau này.

1.1.3 Đầu nối trạm biến áp

- Điểm đầu: từ cột 05 ĐZ dây 35kV xây dựng mới rẽ nhánh 90^0 vào xó hóm công TBA (bao gồm 01 bộ xà X1F-35 và 01 bộ X3F-35).

- Điểm cuối: Thanh cái TBA công ty TNHH xây dựng và thương mại H&B.

1.1.4 Quy mô xây dựng trạm:

- Trạm biến áp công ty TNHH xây dựng và thương mại H&B có công suất 560kVA, điện áp 35/0,4kV sử dụng kết cấu treo trên 02 cột bê tông ly tâm cao 12m loại b (tâm 2 cột cách nhau 3,2m).

- Các xà hãm công TBA, xà đỡ sứ, giàn thao tác, giá đỡ thiết bị và đỡ máy biến áp đều được chế tạo bằng thép hình CT3 và được bảo vệ bằng mạ kẽm nhúng nóng.

- Tủ điện hạ thế 500-800A trọn bộ xuất tuyến bằng các aptomat và chế tạo bằng thép tấm sơn tĩnh điện chịu được mưa nắng, bên trong có lắp đặt các thiết bị đóng cắt và đo đếm điện. Tủ được treo trên cột trạm.

1.1.5. Sơ đồ nối điện chính và đo lường bảo vệ:

a. Phía trung thế 35kV:

- Phía trung thế 35kV có một lộ đến từ đường dây 35kV được đấu nối theo sơ đồ đường dây máy biến áp. Đầu nối từ đường dây trung thế vào trạm dung dẫy nhậm lừi thộp AC-50/8.

- Phía trên cùng là 01 bộ xà đơn X1F-35kV và 01 bộ xà kép X3F-35kV (TBA dọc tuyến), tiếp xuống là 01 bộ xà đỡ sứ và dây TG, xà CDLD 35kV và xà đỡ SI+SCV.

- Máy biến áp: Sử dụng loại máy biến áp điện lực 3 pha 2 cuộn dây, làm mát tự nhiên bằng dầu cách điện do Việt Nam sản xuất.

+ Cấp điện áp: $35 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4 \text{ kV}$.

+ Công suất định mức: 560kVA

+ Tổ đấu dây: Y/Y₀-12

+ Tần số: 50Hz.

- Bảo vệ quá điện áp khí quyển máy biến áp dùng chống sét van do hãng Cooper sản xuất loại 42kV hoặc dùng loại có đặc tính kỹ thuật tương đương.

- Thao tác đóng cắt máy biến áp phía 35kV dùng cầu dao liên động 35kV loại chém ngang mã hiệu DN-35kV/400A.

- Bảo vệ ngắn mạch dùng cầu chì tự rơi SI-35kV.

- Đầu nối phía trung thế từ sau CD-35kV xuống MBA dùng thanh đồng tròn $\Phi 8$.

b. Phía hạ thế 0,4kV:

Đầu nối từ sứ hạ thế mặt MBA đến tủ điện 0,4kV dùng cốp đồng bọc PVC loại lõi đơn mã hiệu Cu/XLPE/PVC-1x185 chập đôi cho dây pha và chập đơn cho dây trung tính. Dây trung tính phải được đi vòng qua ngăn chống tổn thất rồi mới vòng xuống HT thanh cái 0,4kV.

Đầu cực MBA phải có thanh đồng tăng cường loại 50x6mm để bắt cáp vào cực hạ thế MBA.

Trung tính MBA được nối đất bằng 01 sợi cáp đơn loại Cu/XLPE/PVC-1x185.

Vỏ MBA cũng được nối đất bằng cáp đồng tiết diện 120mm² ép đầu cốt chắc chắn.

*** Tủ điện phân phối hạ thế:**

Tủ điện hạ thế 500V-800A chế tạo theo quy định của ngành điện có ngăn chống tổn thất điện năng bao gồm các thiết bị chính và công dụng sau:

- Trong ngăn chống tổn thất điện năng có bố trí không gian đủ để lắp đặt:

+ 03 máy biến dòng điện 600V-.../5A có dung lượng $\geq 10 \text{ VA}$, cấp chính xác 0,5 dùng chế tạo dòng thứ cấp cho hệ đo đếm điện năng.

+ 02 công tơ đo đếm điện năng hữu công và vụ dụng.

- Trong ngăn thao tác các thiết bị phân phối có bố trí:

+ 03 máy biến dòng điện và 03 đồng hồ đo dòng Ampemet cùng loại 800/5, để hiển thị dòng tải.

+ 01 von mét 0-500V cú khóa chuyển mạch để đo điện áp dõy và điện áp pha.

+ Bảo vệ ngắn mạch, quá tải cho MBA và đóng cắt phía hạ thế dùng 01 aptomat tổng 800A.

+ Cấp điện vào cách nhà xưởng sử dụng 02 ATM 400A và 01 ATM 200A đấu nối sau HT thanh cái 0,4kV loại TC đồng 50x5mm² có khả năng chịu được dòng ngắn mạch $\geq 50\text{kA}/1\text{sec}$. hệ thống thanh cái này phải cú vỏch nhựa mờca trong suốt bảo vệ khi đóng cắt.

+ Tại thanh cái tủ 0,4kV lắp đặt 03 chống sét van hạ thế GZ-500 để chống sùng sột truyền từ đường dây 0,4kV vào trạm.

1.1.6. Nối đất:

Nối đất trung tính máy biến áp và nối đất an toàn cho trạm biến áp được đấu nối vào một hệ thống chung. Theo TCVN-21-2006 quy định $R_{nd} < 4$. Hệ thống nối đất sử dụng kiểu cọc và tia hỗn hợp loại T8C-2,5. Các cọc dùng sắt V63x63x6 dài 2,5m, các tia sắt tròn CT3Ø14 hoặc dẹt 40x4.

Sơ đồ kết lưới đường dây trung thế vào trạm biến áp, xem bản vẽ sơ đồ một sợi.

1.1.7. Phần xây dựng:

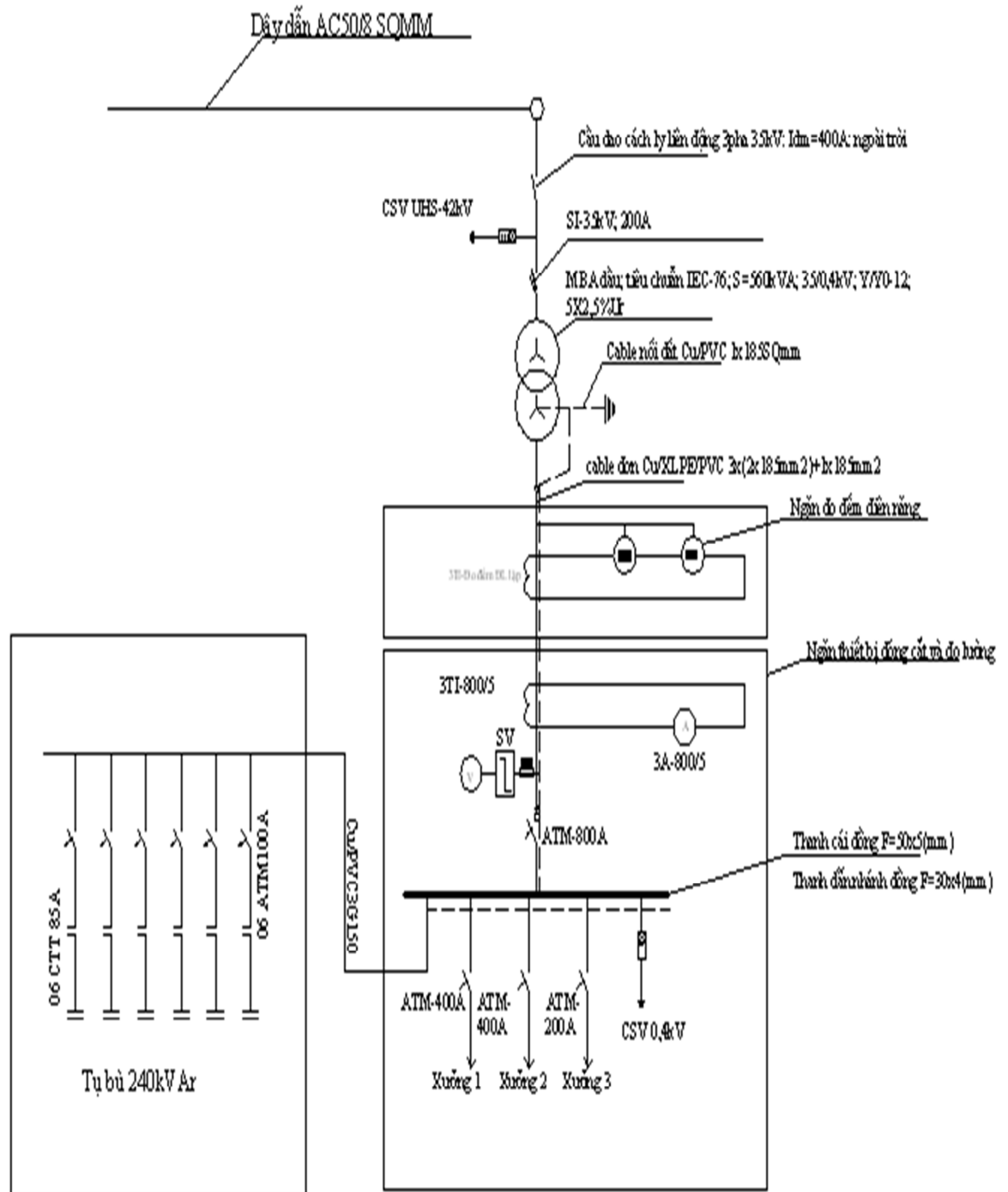
- Móng cột trạm: Dùng 01 móng bờ tong đặc có tấm đan lót mỏng loại MT -2, bê tong dỳc móng mỏc 150.

- Các xà đỡ sứ, giàn thao tác, giá đỡ thiết bị đều chế tạo bằng thép hình CT3 và được kềm nhỳng nùng.

- Biển báo: Tại trạm biến áp được lắp đặt các biển báo theo đúng quy trình kỹ thuật an toàn điện; cụ thể:

+ Biển tên trạm đặt ngang than máy biến áp hoặc tại xà đỡ máy biến áp hướng ra phía đường vào trạm. Kích thước biển 240x360mm.

+ Biển báo: “Cấm trèo điện áp cao nguy hiểm chết người” đặt tại cột trạm biến áp phía thang trèo lên ghé thao tác. Kích thước biển 240x360.



Hình 1.1: Sơ đồ nguyên lý một sợi TBA

1.2. Thu thập, xử lý số liệu và đánh giá chất lượng điện áp

Do công ty sản xuất thiết bị trường học làm việc theo ca, nên thời điểm công suất cực đại vào lúc 11h và lúc phụ tải cực tiểu là vào 0h. Tiến hành đo giá trị điện áp tại thanh cái hạ áp của trạm biến áp trong 7 ngày bất kỳ.

Số liệu đo đếm được cho trong bảng 6.2.

Bảng 1.1: Số liệu đo đếm tại thanh cái hạ áp của trạm 560kVA-35/0,4kV ứng với thời điểm cực đại và cực tiểu

Ngày		1	2	3	4	5	6	7	Trung bình
$P^{(2)}, kW$	Phụ tải	280	285	305	298	250	275	265	279,71
I, A		600	620	625	615	600	612	621	613,29
$U^{(2)}, V$	cực đại	210	200	200	205	195	195	215	202,86
$P^{(1)}, kW$	Phụ tải	150	150	160	160	175	170	160	160,71
I, A		280	315	290	325	315	320	307	307,43
$U^{(1)}, V$	cực tiểu	230	230	236	240	230	235	236	233,86

Đánh giá chất lượng điện theo phương pháp độ lệch giới hạn của điện áp (được trình bày ở mục 2.1.1)

- Xác định độ lệch điện áp cho phép: $V_{cp}^- = -5\%; V_{cp}^+ = +5\%$
- Đo các giá trị điện áp tại thanh cái hạ áp của trạm biến áp 560kVA-35/0,4kV vào 11h (thời điểm phụ tải cực đại) và vào 0h (lúc phụ tải cực tiểu) trong 7 ngày bất kỳ (bảng 1.1)

Lúc phụ tải cực đại ứng với $U=202,86V$, lúc phụ tải cực tiểu ứng với $U=233,86V$, $U_{dm}=220V$

Vậy độ lệch điện áp thực tế tại thời điểm cực đại là:

$$V^{(2)} = \frac{U^{(2)} - U_{dm}}{U_{dm}} \cdot 100\% = \frac{202,86 - 220}{220} \cdot 100\% = -7,79\%$$

Độ lệch điện áp thực tế tại thời điểm cực tiểu là:

$$V^{(1)} = \frac{U^{(1)} - U_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} \cdot 100\% = \frac{233,86 - 220}{220} \cdot 100\% = +6,3\%$$

Vậy độ lệch điện áp lúc phụ tải cực đại $V^{(2)}$ và lúc phụ tải cực tiểu $V^{(1)}$ không nằm trong giới hạn cho phép nên chất lượng không được đảm bảo.

Khi điện áp đo được tại nguồn:

Bảng 1.2: Số liệu đo đếm điện áp tại nguồn của trạm 560kVA-35/0,4kV ứng với thời điểm cực đại và cực tiểu

Ngày	1	2	3	4	5	6	7	Utb, V
Chế độ tải cực đại	218	213	210	215	196	198	217	209,57
Chế độ tải cực tiểu	233	232	238	243	234	238	236	236,29

Vậy độ lệch điện áp thực tế tại thời điểm cực đại là:

$$V_{ng}^{(2)} = \frac{U^{(2)} - U_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} \cdot 100\% = \frac{209,57 - 220}{220} \cdot 100\% = -4,74\%$$

Độ lệch điện áp thực tế tại thời điểm cực tiểu là:

$$V_{ng}^{(1)} = \frac{U^{(1)} - U_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} \cdot 100\% = \frac{236,29 - 220}{220} \cdot 100\% = +7,4\%$$

Do đoạn cáp từ máy biến áp sang tủ phân phối tổng sử dụng là cáp đồng hạ áp 4 lõi do LENS chế tạo nên ta có các thông số:

$r_0, \Omega/km$	$x_0, \Omega/km$	L, km
0,0991	0,08	0,005

Vậy hao tổn điện áp trên đoạn cáp ở chế độ tải cực đại:

$$\begin{aligned} \Delta U^{(2)} &= \frac{P^{(2)}R_c + Q^{(2)}X_c}{U_{\text{đm}}} = \frac{(279,71 \cdot 0,0991 + 247,10 \cdot 0,08) \cdot 0,005 \cdot 10^3}{220} \\ &= 1,079V \end{aligned}$$

Hao tổn điện áp trên đoạn cáp ở chế độ tải cực tiểu:

$$\Delta U^{(1)} = \frac{P^{(1)}R_c + Q^{(1)}X_c}{U_{đm}} = \frac{(160,71.0,0991 + 146,82.0,08)0,005 \cdot 10^3}{220}$$

$$= 0,629V$$

Độ lệch điện áp tại thời điểm phụ tải cực đại:

$$V^{(2)} = V_{ng}^{(2)} - \sum_{i=1}^m \Delta U_i^{(2)} + \sum_{j=1}^n E_j = -4,74 - 1,079 = -5,82\%$$

Độ lệch điện áp tại thời điểm phụ tải cực tiểu:

$$V^{(1)} = V_{ng}^{(1)} - \sum_{i=1}^m \Delta U_i^{(1)} + \sum_{j=1}^n E_j = 7,4 - 0,629 = 6,77\%$$

Vậy độ lệch điện áp nằm ngoài khoảng độ lệch điện áp cho phép, chất lượng điện áp không đảm bảo.

CHƯƠNG II: THIẾT KẾ HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH DUNG LƯỢNG BÙ CHO TRẠM BIẾN ÁP

2.1 Lựa chọn phương pháp

Điện năng là năng lượng chủ yếu của các xí nghiệp công nghiệp. Các xí nghiệp này tiêu thụ khoảng trên 70% tổng số điện năng được sản xuất ra, vì thế vấn đề sử dụng hợp lý và tiết kiệm điện năng trong các xí nghiệp công nghiệp có ý nghĩa rất lớn. Về mặt sản xuất điện năng vấn đề đặt ra là phải tận dụng hết khả năng của các nhà máy phát điện để sản xuất ra được nhiều điện nhất; đồng thời về mặt dùng điện phải hết sức tiết kiệm điện, giảm tổn thất điện năng đến mức nhỏ nhất, phấn đấu để một kWh ngày càng làm ra nhiều sản phẩm hoặc chi phí điện năng cho một đơn vị sản phẩm ngày càng giảm.

Tính chung trong toàn hệ thống điện thường có 10 – 15% năng lượng được phát ra bị mất mát trong quá trình truyền tải và phân phối. Bảng 6.4 phân tích chúng ta thấy rằng tổn thất điện năng trong mạng có U= 0,1 – 10kV (tức mạng trong các xí nghiệp) chiếm tới 64,4% tổng số điện năng bị tổn thất. Sở dĩ như vậy, bởi vì mạng điện xí nghiệp thường dùng điện áp tương đối thấp, đường dây lại dài phân tán đến từng phụ tải nên gây ra tổn thất điện năng lớn. Vì thế việc thực hiện các biện pháp tiết kiệm điện trong xí nghiệp công nghiệp có ý

ngĩa rất quan trọng, không những có lợi cho bản thân các xí nghiệp, mà còn có lợi chung cho nền kinh tế quốc dân.

Bảng 2.1: Phân tích tổn thất điện năng trong hệ thống điện

Mạng có điện áp	Tổn thất điện năng (%) của		
	Đường dây	Máy biến áp	Tổng
$U \geq 110\text{kV}$	13,3	12,4	25,7
$U = 35\text{kV}$	6,9	3,0	9,9
$U = 0,1 - 10\text{kV}$	47,8	16,6	64,4
Tổng cộng	68,0	32,0	100

Hệ số công suất $\cos\varphi$ là một chỉ tiêu để đánh giá xí nghiệp dùng điện có hợp lý và tiết kiệm hay không. Do đó Nhà Nước đã ban hành các chính sách để khuyến khích các xí nghiệp phấn đấu nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$. Hệ số công suất $\cos\varphi$ của các xí nghiệp nước ta hiện nay nói chung đang còn thấp (0,6 – 0,7), chúng ta cần phấn đấu để nâng cao dần lên (đến trên 0,9).

Cần thấy rằng việc thực hiện tiết kiệm điện và nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ không phải là những biện pháp tạm thời đối phó với tình trạng thiếu điện, mà phải coi đó là một chủ trương lâu dài gắn liền với mục đích phát huy hiệu quả cao nhất quá trình sản xuất, phân phối và sử dụng điện năng. Mặt khác cũng không vỡ thõa chi phí về điện năng chỉ chiếm phần rất nhỏ trong giá thành sản phẩm (khoảng 2% trừ các sản phẩm được sản xuất bằng phương pháp điện phân) mà coi thường vấn đề tiết kiệm điện. Ý nghĩa của việc tiết kiệm điện không những chỉ ở chỗ giảm giá thành sản phẩm, có lợi chung cho nền kinh tế quốc dân. Tất nhiên trong lúc thực hiện các biện pháp tiết kiệm điện và nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ chúng ta cần chú ý không gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng và số lượng sản phẩm hoặc làm xấu điều kiện làm việc bình thường của công nhân.

Hệ số công suất $\cos\varphi$ được nâng lên sẽ đưa đến những hiệu quả sau đây:

1. Giảm được tổn thất công suất trong mạng điện. Chúng ta đã biết tổn thất công suất trên đường dây được tính như sau:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R = \frac{P^2}{U^2} \cdot R + \frac{Q^2}{U^2} \cdot R = \Delta P_{(P)} + \Delta Q_{(Q)}$$

Khi giảm Q truyền tải trên đường dây, ta giảm được thành phần tổn thất công suất ΔP do Q gây ra.

4. Giảm được tổn thất điện áp trong mạng điện. Tổn thất điện áp được tính như sau:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QX}{U} = \Delta U_{(P)} + \Delta U_{(Q)}$$

Giảm lượng Q truyền tải trên đường dây, ta giảm được thành phần $\Delta U_{(Q)}$ do Q gây ra.

3. Tăng khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp. Khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp phụ thuộc vào điều kiện phát nóng, tức phụ thuộc vào dòng điện cho phép của chúng. Dòng điện chạy trên dây dẫn và máy biến áp được tính như sau:

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U}$$

Biểu thức này chứng tỏ rằng với cùng một tình trạng phát nóng nhất định của đường dây và máy biến áp (tức $I = \text{const}$) chúng ta có thể tăng khả năng truyền tải công suất tác dụng P của chúng bằng cách giảm công suất phản kháng Q mà chúng phải tải đi. Vì thế khi vẫn giữ nguyên đường dây và máy biến áp, nếu $\cos\varphi$ của mạng được nâng cao (tức giảm lượng Q phải truyền tải) thì khả năng truyền tải của chúng sẽ được tăng lên.

Ngoài việc nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ còn đưa đến hiệu quả là giảm được chi phí kim loại màu, góp phần làm ổn định điện áp, tăng khả năng phát điện của máy phát điện...

Vì vậy việc nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$, bù công suất phản kháng đã trở thành vấn đề quan trọng, cần phải được quan tâm đúng mức trong khi thiết kế cũng như khi vận hành hệ thống điện.

*** Tự tự động bù hệ số $\cos\varphi$:**

- Để nâng cao chất lượng điện năng, tránh bị phạt tiền công suất phản kháng ta lắp đặt 01 tủ tự động bù hệ số công suất tại thanh cái 0,4kV. Tủ tự động bù đảm bảo làm việc hoàn toàn tự động, khi thiếu công suất phản kháng nó sẽ tự động đóng các bộ tụ vào, còn khi phụ tải dừng làm việc đủ công suất phản kháng tủ sẽ lại tự động nhả các bộ tụ ra đảm bảo ổn định điện áp cho phụ tải.

- Cách chọn công suất cho tủ bù tự động:

+ Với nhà máy chế tạo thiết bị trường học công suất đặt cho MBA là 560kVA thì hệ số $\cos\varphi$ khi chưa bù là: $\cos\varphi_1=0,75 \Rightarrow \text{tg}\varphi_1=0,88$. Như vậy công suất đặt cho MBA là:

$$P = S \cdot \cos\varphi_1 = 560 \cdot 0,75 = 420 \text{ kW}$$

+ Để ổn định điện áp và tránh bị phạt tiền CSPK cần nâng cao hệ số $\cos\varphi$ lên mức từ 0,86 đến 0,99, ta chọn mức sau bù là $\cos\varphi_2=0,95 \Rightarrow \text{tg}\varphi_1=0,33$.

+ Vậy công suất cần bù: $Q_{\text{bù}} = P \cdot (\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) = 420(0,88 - 0,33) = 231 \text{ kVar}$.

+ Chọn tủ tụ bù có công suất 240kVA. Do tủ được bố trí treo tại cột TBA để bù trực tiếp tại thanh cái 0,4kV nên kích thước tủ không được quá lớn, kích thước phù hợp là: 1300x800x450mm.

2.2. Thiết kế chi tiết hệ thống điều khiển cho hệ thống bù.

2.2.1. Tính toán, lựa chọn các thiết bị trong tủ tụ bù

Trước khi tính toán, lựa chọn các thiết bị trong tủ tụ bù ta tính toán tiết diện cáp từ tủ phân phối tổng sang tủ tụ bù có chiều dài là 3m.

Tính toán tiết diện cáp theo điều kiện đốt nóng cho phép:

$$K_1 \cdot k_2 I_{cp} \geq I_{tt}$$

$$\rightarrow I_{cp} \geq \frac{I_{tt}}{k_1 k_2}$$

Trong đó: k_1 Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ

K_2 Hệ số hiệu chỉnh theo số cáp

I_{tt} Dòng điện tính toán, A

I_{cp} Dòng điện cho phép

$$I_{tt} = \frac{Q_{tt}}{\sqrt{3} U \sin\varphi}$$

Ta có $Q_{b\bar{u}} = 240 \text{ kVAr}$, $\sin\varphi = 1$ do tải có tính chất thuần dung

$$I_{tt} = \frac{Q_{b\bar{u}}}{\sqrt{3} * U * \sin\varphi} = \frac{240}{\sqrt{3} * 0,4} = 346 \text{ A}$$

Tra bảng 4.73 và 4.74 sổ tay tra cứu thiết bị điện của Ngô Hồng Quang (T286). Khi nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường xung quanh là 25°C , nhiệt độ của môi trường xung quanh là 30°C , thừa số $k_1 = 0,94$. Số sợi cáp đặt chung rãnh là 1, nên $k_2 = 1$.

$$\rightarrow I_{cp} \geq \frac{346}{0,94} = 368, \text{ A}$$

Tra bảng 4.24 sổ tay tra cứu thiết bị điện (Ngô Hồng Quang T249) chọn cáp đồng, hạ áp do LENS chế tạo có cỡ thông số sau:

Bảng 2.2: Cáp đồng hạ áp 3 lõi do LENS chế tạo (cáp đặt ngoài trời)

F, mm ²	R ₀ , Ω/km	I _{cp} , A
3G150	0,124	395

Lựa chọn thiết bị cho tủ tụ bù

* Lựa chọn tụ bù:

Trong hệ thống điện, tụ điện được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau: bù kinh tế, bù kỹ thuật, bù thay đổi thông số của đường dây tải điện, bù $\cos\varphi$.

Người ta chế tạo tụ điện bù $\cos\varphi$ với nhiều kích cỡ, chủng loại với công suất bù từ vài kVAr đến vài trăm kVAr, với điện áp từ 0,22kV tới 24kV, một pha và ba pha. Có loại tụ điện rời, có loại lắp đặt sẵn thành tủ.

Ở đây ta lựa chọn tụ điện rời, loại có điện áp 0,4kV được lắp tại thanh cái 0,4kV của trạm 35/0,4kV, tụ là loại 3 pha.

Từ trên ta tính được công suất của tủ tụ bù là $Q_{b\bar{u}} = 240 \text{ kVAr}$.

Tra bảng 6.9 sổ tay tra cứu thiết bị điện của Ngô Hồng Quang (Trang 343) chọn tụ điện bù $\cos\varphi$ điện áp 400V, do DAE YEONG chế tạo có cỡ thông số:

Bảng 2.3: Tụ điện bù $\cos\varphi$ điện áp 400V do DAE YEONG chế tạo:

Uđm, V	Qb, kVAr	C, μF	Mã hiệu	Iđm, A
400	40	796,1	DLE –	57,7

			4J40K5T	
--	--	--	---------	--

Do dung lượng của mỗi một tụ là 40kVAr, mà công suất của tủ tụ bù là 240kVAr nên, số lượng của tụ trong tủ là 6 tụ.

** Lựa chọn aptomat*

Aptomat là thiết bị đóng cắt hạ áp dùng trong lưới điện phân xưởng của các xí nghiệp công nghiệp và dùng trong các lưới điện sinh hoạt dân dụng.

Nhiệm vụ của aptomat là đóng cắt dòng điện phụ tải và có khả năng đóng cắt được cả dòng ngắn mạch tương tự như lưới cắt điện trong lưới điện cao áp.

Do có ưu điểm hơn hẳn cầu chì là khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn, đóng cắt đồng thời ba pha và khả năng tự động hóa cao, nên aptomat mặc dù có giá đắt hơn vẫn ngày càng được dùng rộng rãi trong lưới điện hạ áp công nghiệp cũng như lưới điện ánh sáng sinh hoạt.

Aptomat được chế tạo với điện áp khác nhau: 400V, 440V, 500V, 600V, 690V.

Người ta cũng chế tạo các loại aptomat một pha, hai pha, ba pha với số cực khác nhau: một cực, hai cực, ba cực, bốn cực.

Phần lớn các aptomat có khả năng cắt tự động khi có dòng điện quá tải và dòng ngắn mạch chạy qua aptomat. Khả năng đóng tự động chỉ có ở những aptomat có dòng điện định mức lớn $I_{dmA} \geq 1000A$, do kết cấu cồng kềnh vì phải có động cơ điện căng lò xo dự trữ thế năng cho việc đóng.

Chọn và kiểm tra aptomat

Aptomat được chọn theo dòng điện định mức I_{dmA} , điện áp định mức U_{dmA} và được kiểm tra về ổn định lực điện động, ổn định nhiệt theo dòng ngắn mạch cũng như khả năng cắt tương tự như máy cắt điện. Việc lựa chọn và kiểm tra aptomat được tiến hành theo các công thức nêu trong bảng:

Bảng 2.4 : Chọn và kiểm tra aptomat

Đại lượng chọn và kiểm tra	Công thức
Điện áp định mức aptomat U_{dmA} , kV	$U_{dmA} \geq U_{dmL}$
Dòng điện định mức aptomat I_{dmA} , A	$I_{dmA} \geq I_{tt}$
Dòng điện ổn định lực điện động cho phép của	$I_{\ddot{o}ddA} \geq i_{xktt}$

ápôtomat, $i_{\text{ôđđA}}$, kA	
Dòng điện ổn định nhiệt cho phép của ápôtomat, $I_{\text{ôđnh}}$, Ka	
Dòng điện cắt định mức cho phép của ápôtomat, $I_{\text{cắtđmA}}$, kA	$I_{\text{cắtđmA}} \geq I''$

Do tụ mắc song song nên mỗi một cấp tụ có $Q_{\text{bù}} = 40\text{kVAr}$, có $I_{\text{đm}} = 57,7\text{A/tụ}$

Tra bảng 3.1 (Trang 146) Sổ tay tra cứu thiết bị điện (Ngô Hồng Quang) chọn ápôtomat hạ áp cho tụ bù do LG chế tạo, cú các thông số sau:

Bảng 2.5: Aptomat hạ áp, dây L do LG chế tạo:

Loại	Kiểu	Số cực	$U_{\text{đm}}$, V	$I_{\text{đm}}$, A	I_{Nmax} , Ka
100AF	ABL103a	3	600	100	35

Lựa chọn contactor: có $I_{\text{đm}} = 85\text{A}$

Lựa chọn máy biến dòng:

Chức năng của máy biến dòng điện là biến đổi dòng điện sơ cấp có trị số bất kỳ xuống 5A (đôi khi 1A và 10A), nhằm cấp nguồn dòng cho các mạch đo lường, bảo vệ, tín hiệu, điều khiển...

Riêng biến dòng hạ áp chỉ làm nhiệm vụ cấp nguồn dòng cho đo đếm. Ký hiệu máy biến dòng là TI hoặc BI.

Thường máy biến dòng được chế tạo với 5 cấp chính xác 0,2 – 0,5, 1, 3 và 10.

Về hình thức, máy biến dòng chế tạo theo kiểu hình hộp, kiểu hình xuyên, kiểu trục, kiểu đế.

Ngoài các loại máy biến dòng thông dụng, trong hệ thống điện cũn cú biến dòng thứ tự không, biến dòng bão hòa nhanh,...

Máy biến dòng được chọn theo các điều kiện sau:

- Sơ đồ nối dây và kiểu máy
- Điện áp định mức: $U_{\text{đmBI}} \geq U_{\text{đmLĐ}}$

- Dòng điện định mức: $I_{dmBI} \geq I_{cb}$
- Cấp chính xác: Cấp chính xác của biến dòng phải phù hợp với cấp chính xác của các dụng cụ nối vào phía thứ cấp.

Do ở trên ta tính được $I_{tt}=368A$, nên ta chọn máy biến dòng điện hạ áp $U \leq 600V$ do Công ty Thiết bị đo điện chế tạo. Tra bảng 8.6 (Trang 383) Sổ tay tra cứu thiết bị điện 0,4 – 500kV(Nguyễn Hồng Quang) ta có:

Bảng 2.6: Chọn máy biến dòng hạ áp

Mã	Dòng sơ cấp, A	Dòng thứ cấp, A	Số vòng dây sơ cấp	Dung lượng, VA	Cấp chính xác
BD9/1	400	5	1	10	0,5

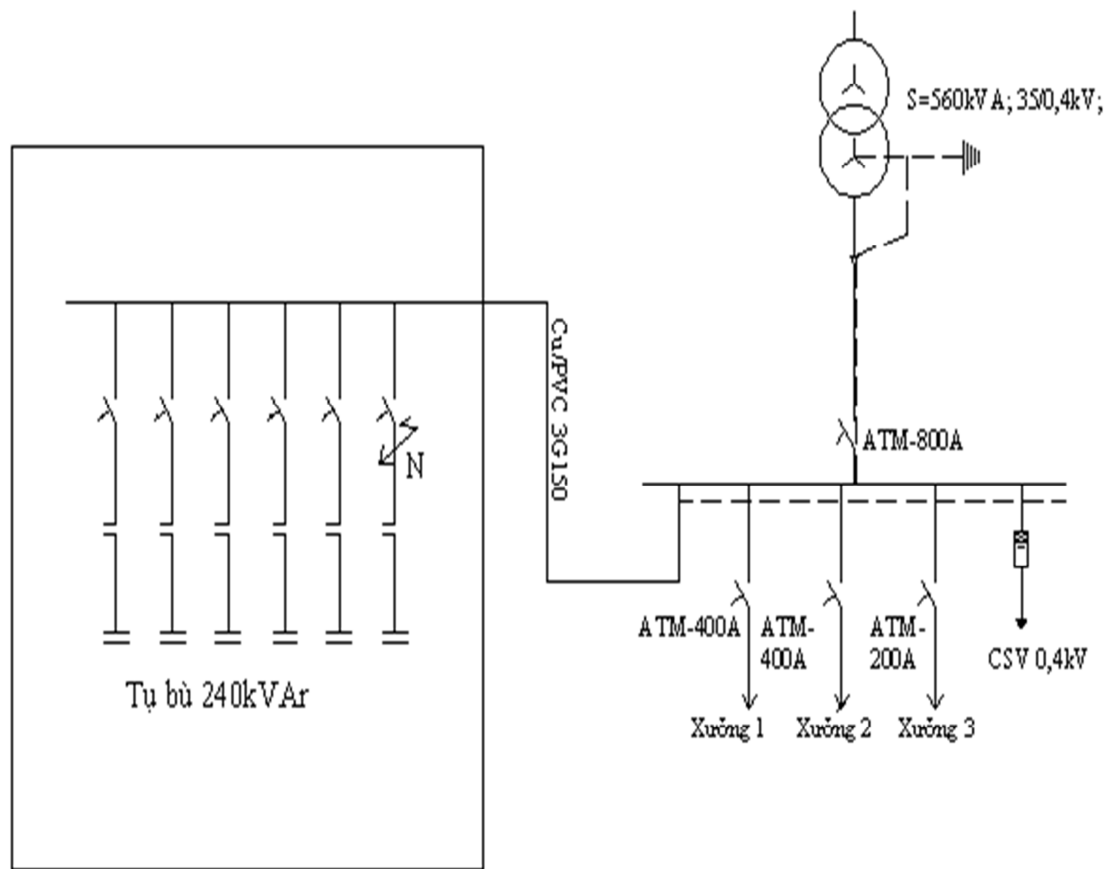
Tính toán ngắn mạch tại điểm N để kiểm tra các thiết bị đã chọn:

Ngắn mạch là tình trạng sự cố nghiêm trọng và thường xảy ra trong hệ thống cung cấp điện. Tính toán ngắn mạch là một phần không thể thiếu được của thiết kế cung cấp điện để lựa chọn thiết bị điện, thiết kế hệ thống bảo vệ rơ le, định phương thức vận hành....

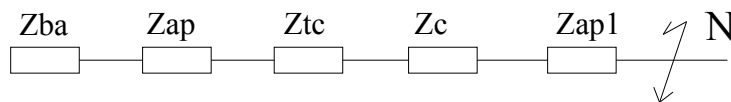
Các dạng ngắn mạch thường xảy ra trong hệ thống cung cấp điện là ngắn mạch ba pha, hai pha, và một pha chạm đất. Trong đó ngắn mạch 3 pha là nghiêm trọng nhất. Vì vậy thường người ta căn cứ vào dòng ngắn mạch ba pha để lựa chọn các thiết bị điện.

Tính toán ngắn mạch nói chung là phức tạp. Tuy nhiên các hệ thống cung cấp điện thường có cấp điện áp là trung và hạ áp được coi là ở xa nguồn (qua nhiều cấp điện áp) đồng thời có công suất tương đối nhỏ so với hệ thống điện quốc gia, vì vậy cho phép dùng phương pháp đơn giản để tính dòng điện ngắn mạch.

Sơ đồ tính toán ngắn mạch:



Sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch:



Trong đó: Z_{ba} tổng trở máy biến áp 560kVA-35/0,4kV

$$Z_{ba} = R_{ba} + jX_{ba}$$

Điện trở máy biến áp:

$$R_{ba} = \frac{\Delta P_N U_{đm}^2 10^6}{S_{đm}^2} = \frac{5,47 \cdot 0,4^2 10^6}{560^2} = 2,79, m\Omega$$

Điện kháng máy biến áp:

$$X_{ba} = \frac{U_{N\%} U_{đm}^2 10^4}{S_{đm}} = \frac{5,5 \cdot 0,4^2 10^4}{560} = 15,71, m\Omega$$

Z_{ap} Tổng trở aptomat tổng (I=800A),

$$R_{ap} + R_{txap} = 0,189 + 0,343 = 0,532 m\Omega$$

$$X_{ap} = 0,144 m\Omega$$

Z_{tc} Tổng trở thanh cái hạ áp (0,4kV)

Điện trở thanh cái hạ áp:

$$R_{tc} = 0,45 - 0,5 m\Omega$$

$$\text{Chọn } R_{tc} = 0,47 m\Omega$$

Điện kháng thanh cái hạ áp:

$$X_{tc} = 1,5 - 1,7 m\Omega$$

$$\text{Chọn } X_{tc} = 0,16 m\Omega$$

Z_c Tổng trở đoạn cáp từ tủ phân phối tổng sang tủ tụ bù

Điện trở đoạn cáp:

$$R_c = R_{0c} \cdot l = 0,124 \cdot 0,003 \cdot 10^3 = 0,372, m\Omega$$

Điện kháng đoạn cáp:

$$X_c = X_{0c} \cdot l = 0,08 \cdot 0,003 \cdot 10^3 = 0,24 m\Omega$$

Z_{ap} Tổng trở aptomat 1 ($I=100A$),

Điện trở aptomat 1 tra bảng:

$$R_{ap1} + R_{txap1} = 0,42 + 0,66 = 1,1, m\Omega$$

Điện kháng aptomat 1 tra bảng:

$$X_{ap1} = 0,31, m\Omega$$

Tổng trở tính ngắn mạch:

Z_Σ

$$= \sqrt{(R_{ba} + R_{ap} + R_{txap} + R_{tc} + R_{ap1} + R_{txap1} + R_c)^2 + (X_{ba} + X_{ap} + X_{tc} + X_{ap1} + X_c)^2}$$

$$= \sqrt{(2,79 + 0,53 + 0,47 + 1,1 + 0,372)^2 + (15,71 + 0,144 + 0,16 + 0,31 + 0,24)^2}$$

$$= 17,38, m\Omega$$

Vậy dòng ngắn mạch là:

$$I_N = \frac{U}{\sqrt{3} Z_\Sigma} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 17,38} = 13, kA$$

Vậy các thiết bị đã chọn đảm bảo.

2.2.2. Lựa chọn bộ điều khiển tụ bù, bộ tự động điều khiển tụ bù (bộ ứng động).

- Bù công suất thường được hiện bằng các phương tiện điều khiển đóng ngắt từng bộ phận công suất.

- Thiết bị này cho phép điều khiển bù công suất một cách tự động, giữ hệ số công suất trong một giới hạn cho phép chung quanh giá trị hệ số công suất được chọn.

- Thiết bị này được lắp đặt tại các vị trí mà công suất tác dụng và công suất phản kháng thay đổi trong phạm vi rất rộng. ví dụ: tại thanh góp của tủ phân phối chính, tại đầu nối của cọc cốp trục chịu tải lớn.

a. Giới thiệu về bộ điều khiển tụ bù Mikro

Bộ điều khiển tụ bù Mikro là một trong các bộ điều khiển công suất phản kháng rất thông dụng đượ các công ty thi công tủ điện chọn.

Bộ điều khiển tụ bù(Power Factor Regulator) Mikro gồm các model sau đây:

- PFR140: Bộ điều khiển tụ bù Mikro 14 cấp, kích thước 144x144 (dập lỗ 138x138).

- PFR120: Bộ điều khiển tụ bù Mikro 12 cấp, kích thước 144x144 (dập lỗ 138x138).

- PFR80: Bộ điều khiển tụ bù Mikro 8 cấp, kích thước 144x144 (dập lỗ 138x138).

- PFR60: Bộ điều khiển tụ bù Mikro 6 cấp, kích thước 144x144 (dập lỗ 138x138).

- PFR96: Bộ điều khiển tụ bù Mikro 6 cấp, kích thước 96x96 (dập lỗ 92x92).

b. Đặc tính kỹ thuật chính của bộ điều khiển tụ bù Mikro:

- Sử dụng bộ xử lý thông minh để điều khiển đóng cắt.
- Tự động điều chỉnh hệ số C/K và số cấp định mức
- Tự động đổi cực tính của biến dòng
- Hiện thị thông số: Hệ số công suất $\cos\phi$, dòng điện và tổng sóng hài (THD) của dòng điện.

- Lập trình được độ nhạy.

- Cấp cuối cùng có thể lập trình báo động, điều khiển quạt

- Giao diện sử dụng thân thiện

- Tương thích tiêu chuẩn IEC61000-6-2

*** Hướng dẫn sử dụng bộ điều khiển PFR:**

1. Mô tả chung

Bộ PFR thông minh thân thiện với người sử dụng. Nó sử dụng kỹ thuật số trong việc tính toán sự sai lệch đóng điện và điện áp giữa các pha, do đó việc đo hệ số công suất chính xác thậm chí khi có sét đánh.

Bộ PFR được thiết kế tối ưu hóa việc điều khiển bù công suất phản kháng. Công suất bù được tính bằng cách đo liên tục công suất phản kháng của hệ thống và sau đó được bù bằng cách đóng ngắt các cấp tụ. Việc cài đặt độ nhạy liên quan tới tốc độ đóng ngắt các cấp tụ. Với chương trình được xây dựng trên cơ sở đóng cắt thông minh, bộ PFR cải tiến được khả năng đóng cắt nhờ giảm thiểu số lần đóng ngắt nhưng vẫn đảm bảo hệ số công suất mong muốn.

Việc sử dụng các bộ tụ được phân bố hũa hảo nhờ thuật toán đúng ngắt thông minh. Hình thức này nâng cao tuổi thọ của Contactor và hệ thống tụ bù.

Vận hành theo chế độ “four-quadrant” cho phép bộ PFR tác động chính xác ngay trong trường hợp công suất cung cấp trở lại lưới điện ở nơi thiếu công suất.

Dòng điện hài trong hệ thống có thể ảnh hưởng trực tiếp đến tụ bù. Bộ PFR này cho phép đo độ méo dạng tổng sóng hài (THD) trong hệ thống và nó sẽ báo tín hiệu khi giá trị THD đo được trong hệ thống lớn hơn giá trị THD cài đặt. Ngoài ra khi bộ PFR cũn bảo tín hiệu khi quá/thấp ỏp, quá/thấp dũng và khi hệ số công suất trỏn/dưới giá trị cài đặt.

Cực tính của biến dòng CT rất quan trọng trong việc xác định đũng gúc lệch pha của dòng điện và điện áp. Riêng bộ PFR này sẽ tự động xác định cực tính CT thậm chí trong trường hợp đấu sai cực tính.

2. Trạng thái đèn chỉ thị:

Bộ PFR hiển thị 3 giá trị số và nhiều đèn chức năng, tùy thuộc vào từng chức năng có thể phân thành 3 nhóm chính:

- Chức năng đo lường: Hệ số công suất, dòng điện và độ méo dạng THD

- Chức năng cài đặt và điều chỉnh thông số: Hệ số công suất, C/K, độ nhạy, thời gian đóng lặp lại, số cấp, lập trình đóng ngắt và giới hạn THD.

- Chức năng cảnh báo

Để thâm nhập vào các chức năng trên, ấn phím “MODE/SCROLL” đến khi đèn chức năng mà ta mong muốn sáng. Màn hình 3 số sẽ hiển thị giá trị chức năng muốn chọn. Nếu muốn thay đổi giá trị chức năng đó như “số cấp” hay “thụng điệp cảnh báo” thờ nhấn phím “UP” hay “DOWN” để thay đổi giá trị hay truy cập vào những chức năng con.

3. Chức năng đo lường

3.1. Hệ số công suất:

Khi có nguồn điện, màn hình sẽ hiển thị hệ số công suất đo được của hệ thống. Nếu đèn “IND” sáng lên, có nghĩa là có hệ số công suất mang tính cảm. Nếu đèn “CAP” sáng lên, có nghĩa là hệ thống có hệ số công suất mang tính dung.

Nếu PFR phát hiện thấy có sự phát công suất trở về lưới thì hệ số công suất hiển thị sẽ mang dấu âm. Khi dòng điện tải (quy đổi về nhị thứ) thấp hơn ngưỡng hoạt động của PFR thì lúc đó hệ số công suất không thể đo được chính xác, màn hình sẽ hiển thị “---“.

Nếu PFR đang ở chế độ cài đặt một chức năng hiển thị khác thờ PFR sẽ tự động trở về chức năng hiển thị hệ số công suất nếu sau hơn 3 phút không có phím nào được ấn.

3.2 Dòng điện:

Chức năng này ở chế độ hoạt động thờ đón “CURRENT” sáng lên. Khi đó màn hình sẽ hiển thị dòng thứ cấp được đo bởi biến dòng /5A.

3.3 Độ méo dạng Tổng sóng hài (THD)

Chế độ này được hiển thị bởi đèn “THD” khi hoạt động. Màn hình sẽ hiển thị độ méo dạng dòng điện được tính theo công thức:

Bộ PFR chỉ có thể đo được dòng THD khi tổng tải phải lớn hơn 10% tổng tải định mức. Nếu THD không hiển thị thì màn hình sẽ hiện “---”.

4. Thông số cài đặt

4.1 Hệ số công suất ($\cos\phi$)

Việc cài đặt hệ số công suất theo yêu cầu được thực hiện khi hệ thống ở chế độ tự động. Bộ PFR sẽ đóng hay ngắt các cấp tụ để đạt được hệ số công suất cài đặt.

4.2 Hệ số C/K

Việc cài đặt hệ số này được dùng để cài đặt hiện tượng trễ khi đóng ngắt và nó được tính toán dựa trên cấp tụ nhỏ nhất trong hệ thống.

Khi chọn hệ số C/K ở chế độ tự động (cài đặt hệ số C/K ở chế độ AtC), công suất phản kháng được bù chính xác mà không cần cài đặt hệ số C/K. Bộ PFR sẽ đo và đánh giá tất cả các cấp tụ có thể khi cần thiết và giá trị C/K khi đó sẽ được tính toán phù hợp.

Hệ số C/K cũng có thể được chọn từ bảng hoặc có thể được tính theo công thức sau:

$$\frac{C}{K} = \frac{5 * Q}{\sqrt{3} * V * I} = \frac{2,88 * Q}{V * I}$$

Trong đó: Q_Cấp tụ nhỏ nhất, var

V_Điện áp hệ thống sơ cấp danh định, V

I_Dòng điện sơ cấp định mức của CT, A

4.3. Độ nhạy

Thông số này cài đặt tốc độ đóng ngắt. Nếu giá trị độ nhạy lớn thì tốc độ đóng cắt sẽ chậm và ngược lại giá trị độ nhạy nhỏ thì tốc độ đóng cắt sẽ nhanh. Độ nhạy này ứng dụng cho cả thời gian đóng và ngắt của tụ.

4.4 Thời gian đóng lặp lại

Đây là khoảng thời gian an toàn để ngăn chặn việc đóng lặp lại tụ của cùng 1 cấp khi cấp tụ này chưa xả hết điện hữan toàn. Thông số này thường được đặt lớn hơn thời gian xả của cấp tụ lớn nhất đang sử dụng.

4.5 Cấp định mức:

Mỗi bước của bộ PFR đều có thể lập trình ngoại trừ bước 1. Bước 1 được cố định ở “1” và nó là bước tự nhỏ nhất được sử dụng. Tất cả các bước còn lại được lập trình như là bội số của bước 1.

Nếu bước nào không sử dụng thì đặt “000”. Bước cuối cùng có thể được lập trình như báo sự cố/quạt làm mát bằng cách đặt là “ALA”/”FAN”. Nếu bước cuối cùng được cài đặt là bước báo sự cố thì bước kế bước cuối cùng sẽ được lập trình cho quạt làm mát nếu có thể.

Trong suốt thời gian lập trình của ‘Step’, đèn tương ứng của bước được chọn sẽ sáng lên.

Khi bộ PFR ở chế độ tự động C/K, bộ PFR sẽ tự động xác lập số bước sử dụng. Bởi vậy, tất cả các bước sẽ không cài đặt được ngoại trừ ngõ ra báo sự cố/quạt làm mát.

4.6 Chương trình đóng ngắt:

Chương trình này cho phép lựa chọn một trong số bốn chương trình đóng ngắt.

a. Chương trình đóng ngắt Manua ($n - A$)

Khi chương trình này được chọn, các cấp tụ sẽ được điều khiển bằng tay bằng cách nhấn phím “UP” hoặc phím “DOWN”. Khi nhấn phím “UP” thì cấp tụ sẽ được đóng luân chuyển dựa trên nguyên tắc đóng trước ngắt trước (first – in first – out).

b. Chương trình đóng ngắt Rotational (rot)

Chương trình này thì tương tự như chương trình đóng ngắt bằng tay và nó cũng dựa trên nguyên tắc đóng trước ngắt trước. Khác với chương trình đóng ngắt bằng tay, chương trình này sẽ tự động đóng ngắt các cấp tụ theo hệ số công suất đặt, cài đặt độ nhảy và thời gian đóng lặp lại đã đặt trước.

c. Chương trình đóng ngắt Automatic (Aut)

Chương trình này sử dụng nguyên tắc đóng ngắt thông minh. Trình tự đóng ngắt không cố định, chương trình sẽ tự động chọn lựa để đóng hoặc ngắt những cấp thích hợp nhất với thời gian đóng ngắt ngắn nhất và số cấp nhỏ nhất.

Để kéo dài tuổi thọ của tụ bù và contactor, chương trình này sẽ tự động chọn bước tụ ít sử dụng nhất để đóng ngắt trong trường hợp có hai cấp tụ giống nhau.

Với chương trình này, PFR sẽ tự động phát hiện cực tính CT khi có nguồn. Một khi cực tính CT được xác định, khi phát hiện có sự phát công suất trở lại thì tất cả các bước sẽ được ngắt ra.

d. Chương trình đóng ngắt Four – Quadrant (Fqr)

Chương trình này giống như chương trình tự động (Aut), tuy nhiên chương trình này cho phép PFR hoạt động ở cả 2 chế độ thu và phát công suất. Ở chế độ phát công suất, nguồn hoạt động được đưa trở lại lưới bởi một nguồn năng lượng khác như nguồn năng lượng mặt trời... Nếu chương trình này được chọn, người cài đặt phải chắc chắn rằng cực tính CT phải đấu đúng bởi vì nếu đấu sai cực tính thì chức năng của chương trình này không thể thực hiện được.

Đèn “Manual” sáng lên tức là chương trình đang ở chế độ đóng ngắt bằng tay (n – A). Đối với chương trình “Rot”, “Aut” hay “Fqr” thì đèn “Auto” sẽ sáng lên. Ở trạng thái hoạt động bình thường, cò đèn báo của các bước ở trạng thái “ON/OFF”. Khi đèn ở trạng thái “ON” (đỏ) thì cấp đó được đóng. Khi đèn nhấp nháy nghĩa là bước đó được yêu cầu đóng nhưng tạm thời chưa thực hiện được vì được khống chế bởi thời gian đóng lặp lại.

Chú ý rằng ở chế độ chương trình Rotational (rot) hay Automatic (Aut) thì tất cả các bước tụ sẽ ngắt ra nếu PFR phát hiện thấy có sự phát công suất trở lại lưới.

4.7 Giới hạn THD

Thông số này xác định giới hạn của THD trước khi có tín hiệu báo sự cố. Chức năng này có thể loại bỏ khi cài đặt thông số là “OFF”.

4.8 Nguyên tắc cài đặt các thông số điều khiển:

- *Bước 1:* Chọn mục cần cài đặt bằng cách nhấn phím “MODE/SCROLL”. Đèn tương ứng với mục đó sẽ sáng lên. Để cài đặt cho mục “Rated step” từng ngõ ra được chọn nhờ phím “UP” hoặc “DOWN”, khi đèn của cấp tương ứng sẽ sáng lên.

- *Bước 2:* Nhấn phím “PROGRAM” thờ đốn của mục được chọn sẽ nhập nháy, như vậy hệ thống đang ở chế độ cài đặt.

- *Bước 3:* Sử dụng phím “UP” hoặc “DOWN” để thay đổi giá trị.

- *Bước 4:* Để lưu giá trị vừa cài đặt, nhấn phím “PROGRAM” một lần nữa. Khi đứ đốn hết nhập nháy và thông số cài đặt sẽ được lưu.

Bảng 2.7: Cài đặt thông số

Thông số Điều khiển	LED Hiển thị	LED Bước ^{*2}	Phạm vi Cài đặt	Thông số mặc định Nhà máy
HSCS mong muốn	SET cosφ		0,80 Ind – 0,80 Cap	0,98 Ind
Hệ số C/K	C/K		0,03 – 1,20/AtC	AtC
Độ nhạy	SENSITIVITY		5 – 300 s/step	45s/bước
T/gian đóng lặp lại	RECON TIME		5 – 240 s	30s
Cấp định mức ^{*1} : Cấp 1 Cấp 2 - - - - - - - - Cấp 14		1 2 14	001- 02- 003- 004- 005- 006- 008- 012- 016 000- vô hiệu hóa ALA ^{*3} - đ/ra báo hiệu Fan ^{*4} - đ/ra quạt làm mát	001
C/trình đóng ngắt	SWITCH		n – A- rot- Aut- Fqr	Aut

Giới hạn THD	THD LIMIT		0,20 – 3,00/off	0,50
-----------------	-----------	--	-----------------	------

Ghi chú:

*¹ – Hoạt động bình thường ngoại trừ hiển thị bước định mức, đôn cộc bước hiển thị tình trạng ON/OFF của bước.

*² - Số bước phụ thuộc vào kiểu PFR

*³ - Chỉ bước cuối cùng có thể lập trình như đầu ra báo hiệu.

*⁴ - Bước cuối cùng có thể lập trình như đầu ra quạt làm mát, hay bước cuối cùng thứ hai có thể lập trình như quạt làm mát khi bước cuối cùng được cài đặt như đầu ra báo hiệu.

4.9 Xác lập lại thông số mật định của Nhà máy:

Để lấy lại tất cả các thông số mật định của Nhà máy, trước tiên phải cắt nguồn cung cấp cho PFR. Sau đó giữ đồng thời 2 phím “UP” và “DOWN” trong khi mở nguồn trở lại và giữ trong hơn 5sec đến khi trên màn hình xuất hiện “dFF” trong 3sec. Khi đó PFR đã lấy lại thông số mật định của Nhà máy.

5. Ngõ ra quạt làm mát:

Khi ngõ ra quạt làm mát được chọn, ngõ ra sẽ được kích hoạt khi bất kỳ một cấp tụ nào được đóng.

6. Báo tín hiệu sự cố:

Khi bộ PFR phát hiện thấy sự cố, đèn “ALARM” sẽ sáng nhấp nháy. Bước cuối cùng của PFR có thể lập trình làm đầu ra báo sự cố. Bình thường ngõ ra này thường mở và khi có sự cố nó sẽ đóng lại.

Để xem thông báo sự cố, nhấn phím “MODE/SCROLL” đến khi chức năng “ALARM” được chọn. Khi đó màn hình sẽ thông báo sự cố như trên bảng 3 dưới đây. Nếu có nhiều sự cố cùng lúc, nhấn phím “UP” hoặc “DOWN” để xem tất cả các sự cố. Đèn báo sự cố tự động trở về trạng thái bình thường khi tình trạng sự cố được loại trừ.

7. Tự động phát hiện cực tính CT:

Khi cung cấp nguồn, nếu chương trình đóng ngắt là Aut hay Rot thì bộ PFR sẽ tự động phát hiện cực tính CT và điều chỉnh cực tính CT mặc dù nó bị đấu sai. Nếu chương trình đóng ngắt được chọn là Fqr thì không có chức năng trên.

8. Chế độ khóa chương trình:

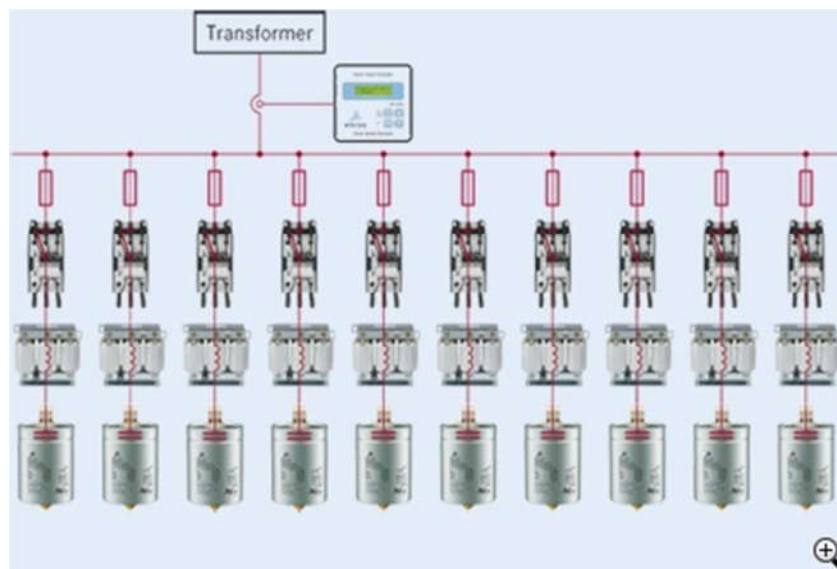
Bộ PFR có chức năng khóa chương trình cài đặt để tránh thay đổi những thông số không mong muốn. Khi đó khóa, tất cả các thông số chỉ được xem không thể thay đổi.

Để khóa hay mở khóa PFR, trước tiên phải chắc rằng màn hình đang ở chức năng hiển thị hệ số công suất, khi đó nhấn phím “PROGRAM” ngay sau khi đó nhấn phím “DOWN” và giữ phím “DOWN” cho đến khi màn hình xuất hiện “LOC” hay “CLr”. Hiện “LOC” có nghĩa là PFR đó khóa, còn “CLr” thì PFR đã được mở khóa.

Lựa chọn bộ điều khiển tự động Mikro cho tủ tụ bù

Do công suất bù của bộ tụ là 240kVAr, 6 tụ có công suất 40kVAr, ta chọn bộ điều khiển tụ bù PFR60 có 6 cấp. Nhưng do tại thời điểm hiện tại mua không có tụ 40kVAr nên ta chọn 10 tụ dung lượng 24kVAr, điều khiển làm 6 cấp, cấp cuối cùng không dùng.

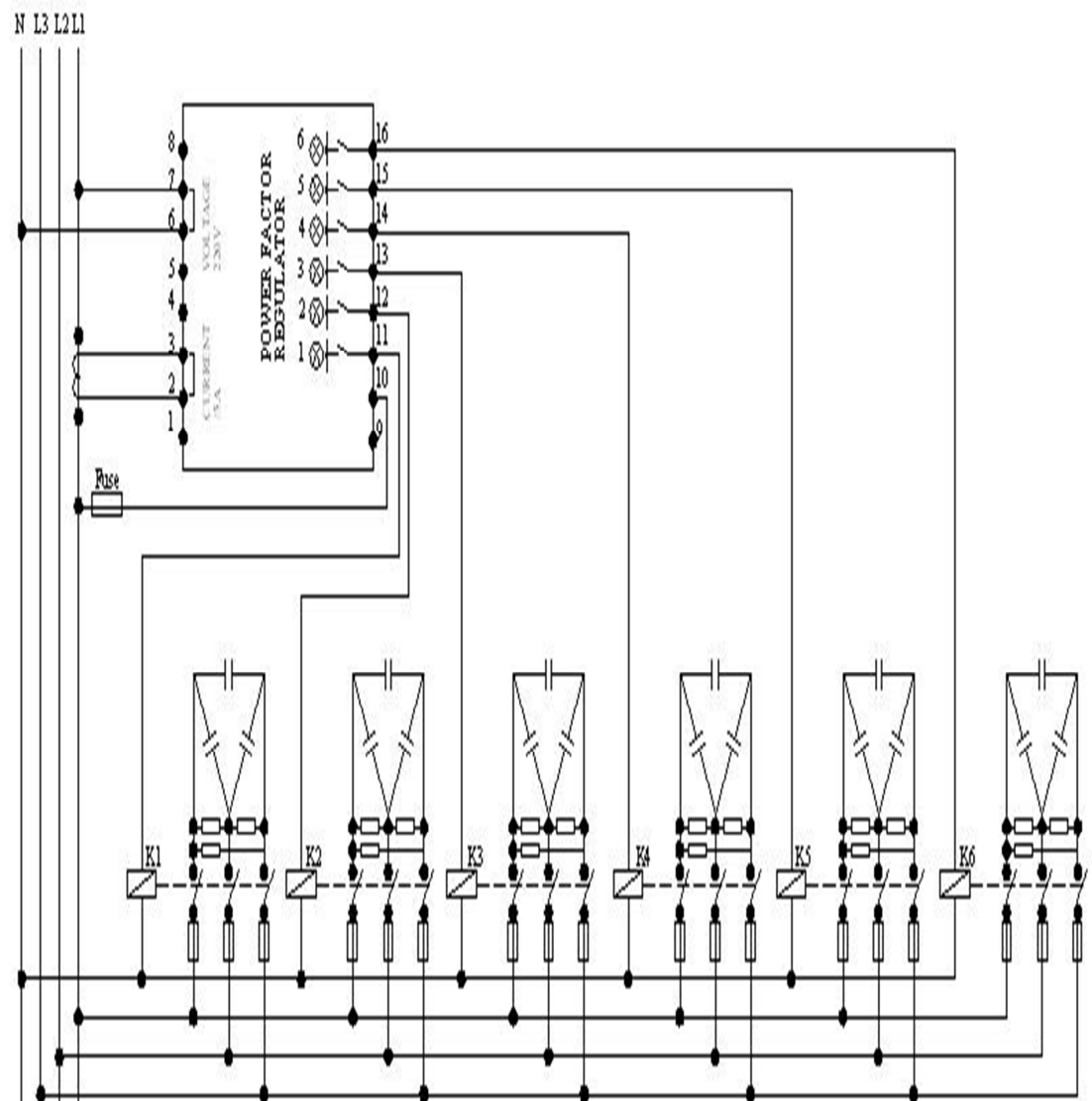
Hướng dẫn lắp đặt bộ điều khiển tụ bù Mikro PFR60



- Xác định kích thước dập lỗ dành cho các bộ điều khiển tụ bù Mikro PFR60 là 138x138.

- Chọn điện áp điều khiển phù hợp. Ở Việt Nam, điện áp sử dụng thường là 220V/380V. Do vậy ta có thể sử dụng loại điện áp cấp là 220V. Điện áp cấp vào AUX VOLTAGE là điện áp pha 220V (Nếu cấp vào đây 380V là hư hỏng ngay). Loại này buộc phải sử dụng loại có nguồn nuôi 220VAC.

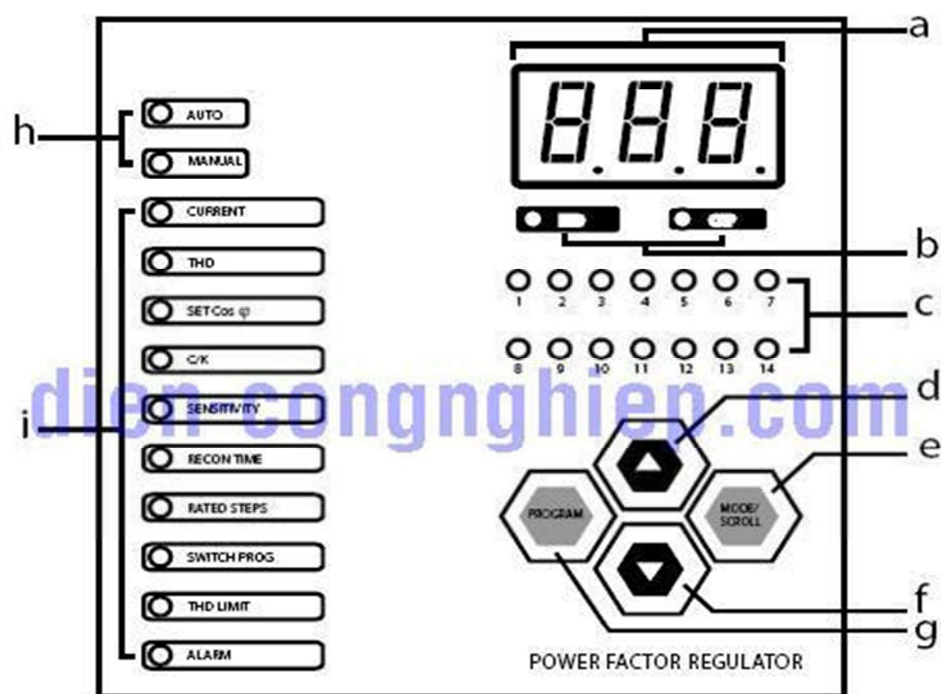
- Lựa chọn sơ đồ đấu dây như sau:



Sơ đồ nối dây bộ điều khiển tụ bù Mikro PFR60

Cài đặt bộ điều khiển tụ bù Mikro PFR60

Ta có sơ đồ phím chức năng của PFR60 như sau:



- a: 3 led 7 đoạn hiển thị các giá trị
- b: 2 đèn hiển thị $\cos\phi$ chậm (IND) hay $\cos\phi$ nhanh (CAP)
- c: Cốc đốn led hiển thị trạng thái hoặc thông số của từng cấp (6 cấp)
- d: Nút UP: dùng để điều chỉnh tăng giá trị, chuyển đổi menu...
- e: Nút Mod/Scroll dùng để đổi menu
- f: Nút Down dùng để điều chỉnh giảm giá trị, chuyển đổi menu...
- g: Nút Program dùng để cài đặt các thông số
- h: Đèn báo chế độ bù bằng tay (Manual) hay tự động (Auto)

i: Các đèn báo hiển thị các thông số đang được theo dõi hay cài đặt

- *Bước 1:* Cài đặt hệ số $\cos\varphi$

Cấp nguồn cho bộ điều khiển, nhấn nút MODE/SCROLL cho đến khi đèn Set $\cos\varphi$ sáng. Nhấn nút PROGRAMS để cho phép chỉnh hệ số $\cos\varphi$. Nhấn nút UP hoặc DOWN để chọn được hệ số $\cos\varphi$ đến 0,95 như mong muốn (Đèn IND trong hiển thị b sáng).

- *Bước 2:* Cài đặt hệ số C/K

Hệ số C/K của bộ điều khiển tụ bù Mikro có thể cài đặt tự động. Tuy nhiên nếu việc cài đặt tiến hành tại xưởng lắp đặt thì ta nên cài đặt bằng tay hệ số này thì bộ điều khiển tụ bù hoạt động sẽ chính xác hơn.

Trước khi cài đặt ta cần biết hệ số C/K cần nhập

. Do ta dùng bộ điều khiển 6 cấp để điều khiển bù 5 cấp tụ, mỗi cấp tụ là 48kVAr, 220V, biến dòng sử dụng là loại 250/5A. Hệ số C/K là:

$$\frac{C}{K} = \frac{5 * Q}{\sqrt{3} * V * I} = \frac{2,88 * Q}{V * I} = \frac{2,88 * 48 * 10^3}{400 * 380} = 0,91$$

Tiến hành chỉnh: Nhấn nút MODE/SCROLL cho đến khi đèn C/K sáng. Nhấn nút PROGRAMS để thay đổi giá trị C/K. Nhấn nút UP hoặc DOWN cho đến khi đạt hệ số C/K là 0,91.

. Nhấn nút PROGRAMS để xác nhận thay đổi giá trị C/K.

- *Bước 3:* Cài đặt các bước tụ

Ta dùng 5 cấp tụ có dung lượng 48Kvar. Nhấn nút MODE/SCROLL cho đến khi đèn RATED STEPS sáng. Nhấn nút PROGRAMS để thay đổi giá trị các bước tụ. Lúc này ta sẽ thấy đèn số 1 sáng. Nhấn nút PROGRAMS để thay đổi giá trị này. Nhấn nút UP hoặc DOWN cho đến khi đạt giá trị 001. Nhấn nút PROGRAMS để xác nhận thay đổi. Nhấn nút UP, đèn số 2 sáng. Ta tiến hành thay đổi bước tụ số 2 thành 001 như trên. Tiến hành nhập 001 cho các bước tụ 3, 4, 5. Tiến hành nhập các giá trị 000 cho các bước tụ 6 (vỡ khung sử dụng). Kết thúc cài đặt các bước tụ.

- *Bước 4:* Cài đặt chương trình điều khiển

Trước tiên ta sẽ cài đặt chương trình điều khiển bù bằng tay để kiểm tra hoạt động của các contactor. Nhấn nút MODE/SCROLL cho đến khi đèn SWITCH PRO sáng. Nhấn nút PROGRAMS để thay đổi chương trình điều khiển. Nhấn nút UP hoặc DOWN chọn chương trình điều khiển bằng tay (n-A). Nhấn nút PROGRAMS để xác nhận thay đổi.

Để kiểm tra chương trình điều khiển bù bằng tay, ta nhấn nút MODE/SCROLL cho đến khi đèn MANUAL sáng. Nhấn nút UP từng lượt và quan sát. Nếu sau mỗi lần nhấn có 1 contactor tác động thì phần mạch điều khiển và chương trình bù bằng tay hoạt động tốt. Nhấn nút DOWN để cắt các cấp tụ bù ra.

Sau khi đã kiểm tra điều khiển bù bằng tay, ta tiến hành chuyển sang chương trình điều khiển bù tự động như sau:

Nhấn nút MODE/SCROLL cho đến khi đèn SWITCH PRO sáng. Nhấn nút PROGRAMS để thay đổi chương trình điều khiển. Nhấn nút UP hoặc DOWN chọn chương trình điều khiển tự động (Aut). Nhấn nút PROGRAMS để xác nhận thay đổi.

Việc cài đặt các thông số cơ bản cho bộ điều khiển tụ bù Mikro PFR60 hoàn tất.