

CHƯƠNG 1

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

1.1 NĂNG LƯỢNG VÀ VẤN ĐỀ SẢN XUẤT ĐIỆN NĂNG

Hệ thống năng lượng là tập hợp những nhà máy điện, trạm biến áp, các hộ tiêu thụ điện và nhiệt năng, chúng được nối lại với nhau bằng các mạng điện và nhiệt.

Hệ thống điện là một bộ phận của hệ thống năng lượng gồm có các máy phát điện, thiết bị phân phối điện, mạng điện và các hộ tiêu thụ điện.

Người ta chia hệ thống năng lượng thành 3 bộ phận chính sau:

- 1- Nguồn phát năng lượng: Nhà máy điện sản xuất nhiệt năng và điện năng.
- 2- Bộ phận truyền tải: Mạng điện và nhiệt điện.
- 3- Các hộ tiêu thụ: Biến đổi điện năng và nhiệt năng thành các dạng năng lượng khác.

Đặc điểm của hệ thống năng lượng:

- a- Sản xuất và tiêu thụ phải đồng thời, sự cố của bất cứ bộ phận nào làm mất sự cân bằng giữa sản xuất và tiêu thụ đều có thể dẫn đến ngừng làm việc một phần hay toàn bộ hệ thống.
- b- Các quá trình quá độ trong hệ thống năng lượng xảy ra rất nhanh, nên người ta phải sử dụng các thiết bị rơle tự động để loại trừ sự cố nhanh chóng.
- c- Sự phát triển của hệ thống năng lượng phụ thuộc vào sự phát triển của nền kinh tế quốc dân và phải được phát triển trước một bước.

Ưu điểm của hệ thống năng lượng:

- a- Đảm bảo phân phối công suất hợp lý và kinh tế nhất, tận dụng các thiết bị và nguyên liệu địa phương một cách hợp lý, do đó giảm giá thành điện năng.
- b- Nâng cao tính chất đảm bảo cung cấp điện liên tục cho các hộ tiêu thụ.
- c- Giảm được phần trăm công suất dự trữ và tăng được công suất đơn vị các tổ máy.

Nhược điểm của hệ thống năng lượng:

Xây dựng hệ thống năng lượng đòi hỏi phải tốn chi phí đầu tư xây dựng các trạm biến áp và đường dây liên lạc. Tuy nhiên nó sẽ được bù lại nhanh chóng bằng việc hạ giá thành điện năng và tăng độ tin cậy cung cấp điện và nhiệt.

1.2 QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT ĐIỆN NĂNG TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN

Nhà máy điện có nhiệm vụ biến đổi các dạng năng lượng khác nhau như năng lượng của nhiên liệu (than, dầu, khí đốt, nguyên tử v.v...) năng lượng của dòng nước, gió, mặt trời v.v... thành điện năng để cung cấp cho các hộ tiêu thụ.

Căn cứ vào các loại nhiên liệu sử dụng cho nhà máy điện người ta chia ra: Nhà máy nhiệt điện, thủy điện, phong điện, nhà máy điện nguyên tử, nhà máy điện dùng năng lượng mặt trời ...

1.2.1 Nhà máy nhiệt điện

Trong nhà máy nhiệt điện người ta dùng nhiên liệu là than đá, dầu hoặc khí đốt, trong đó than đá được sử dụng rộng rãi nhất.

Để quay máy phát điện, trong nhà máy nhiệt điện dùng tuabin hơi nước, động cơ đốt trong và tuabin khí, tuabin hơi nước có khả năng cho công suất cao và vận hành kinh tế nên được sử dụng rộng rãi.

Nhà máy nhiệt điện còn được chia làm hai loại: Nhiệt điện ngưng hơi và nhiệt điện trích hơi:

- + Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi toàn bộ hơi dùng sản xuất điện năng.
- + Nhà máy nhiệt điện trích hơi một phần năng lượng của hơi nước được sử dụng vào mục đích công nghiệp và sinh hoạt của nhân dân vùng lân cận.

1.2.2. Nhà máy thủy điện:

Nhà máy thủy điện dùng năng lượng của dòng nước để sản xuất ra điện năng. Động cơ sơ cấp để quay máy phát thủy điện là các tuabin nước trục ngang hay trục đứng.

So với nhiệt điện nhà máy thủy điện có một số ưu điểm quan trọng sau:

- + Giá thành điện thấp chỉ bằng nhiệt điện.
- + Khởi động nhanh chỉ cần một phút là có thể khởi động xong và cho mang công suất, trong khi đó để khởi động một tổ máy nhiệt điện phải mất hàng ngày.
- + Có khả năng tự động hóa cao nên số người phục vụ tính cho một đơn vị công suất chỉ bằng 1/5 – 1/10 của nhiệt điện.
- + Kết hợp các vấn đề khác như công trình thủy lợi, chống lũ, hạn hán, giao thông vận tải

Tuy nhiên nhà máy thủy điện cũng có một số nhược điểm đáng chú ý:

- + Vốn đầu tư xây dựng một nhà máy rất lớn.
- + Thời gian xây dựng dài.
- + Công suất bị hạn chế bởi lưu lượng và chiều cao cột nước.
- + Thường ở xa hộ tiêu thụ nên phải xây dựng đường dây cap áp rất tốn kém.

1.2.3 Nhà máy điện nguyên tử:

Thực chất nhà máy điện nguyên tử là một nhà máy nhiệt điện, trong đó lò đốt than được thay bằng lò phản ứng nguyên tử.

Nhà máy điện nguyên tử tiêu thụ nguyên liệu là Uranium rất ít, vì năng lượng 1kg Uranium tương đương với năng lượng của 2700 tấn than đá tiêu chuẩn. Vì vậy những vùng núi không thuận tiện cho việc vận chuyển than thì việc xây dựng nhà máy điện nguyên tử có ý nghĩa rất quan trọng.

1.2.4 Nhà máy điện dùng sức gió:

Trong nhà máy này, người ta lợi dụng sức gió để quay một hệ thống cánh quạt và truyền động để quay máy phát điện. Khó khăn của nhà máy điện này là do tốc độ và hướng gió luôn luôn thay đổi, nên điều chỉnh tần số và điện áp gặp nhiều khó khăn.

1.2.5. Nhà máy điện dùng năng lượng mặt trời:

Thực chất cũng là nhà máy nhiệt điện, trong đó lò than được thay thế bằng hệ thống kính thu nhận nhiệt năng của mặt trời. Nhà máy điện dùng năng lượng mặt trời đầu tiên trên thế giới đã được xây dựng ở Liên Xô cũ với công suất 1.200 Kw. Ngoài ra còn có nhà máy điện dùng sức nước thủy triều là một nhà máy thủy điện sử dụng năng lượng thủy triều.

1.3 TRẠM BIẾN ÁP

a. Trạm tăng áp:

Trạm tăng áp thường đặt ở các nhà máy điện có nhiệm vụ tăng điện áp từ điện áp máy phát đến điện áp cao hơn để truyền tải đến các hộ tiêu thụ ở xa.

b. Trạm hạ áp:

Trạm hạ áp đặt ở các hộ tiêu thụ, để biến đổi điện áp từ đại lượng cao hơn đến đại lượng thấp hơn thích hợp cho các hộ tiêu thụ điện.

c. Trạm biến đổi điện xoay chiều thành một chiều và ngược lại.

d. Trạm phân phối điện:

Gồm một số đường dây cung cấp và một số đường dây phân phối đến các hộ tiêu thụ. Các đường dây này có cùng điện áp như nhau, nên trong trạm phân phối không cần máy biến áp, ở đây chỉ đặt thanh góp, khí cụ điện đóng cắt, điều khiển.

1.4 ĐỒ THỊ PHỤ TẢI

1.4.1 Định nghĩa và phân loại:

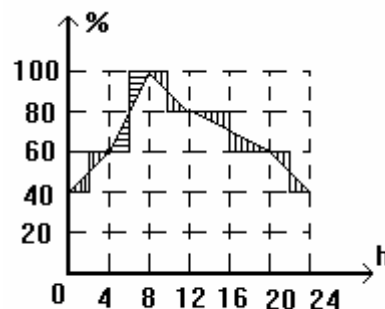
Đặc điểm của sản xuất điện năng là sản xuất và tiêu thụ phải thực hiện đồng thời. Tại mỗi thời điểm, hộ tiêu thụ (kể cả tổn thất) tiêu thụ bao nhiêu điện năng thì nhà máy điện phải sản xuất ra ngần ấy điện năng. Trong thực tế, tiêu thụ điện năng qua một ngày đêm thay đổi rất nhiều. Để vận hành kinh tế và đảm bảo, cần phải biết được quy luật biến thiên của phụ tải, để chuẩn bị chạy thêm các tổ máy khi phụ tải giảm. Quy luật biến thiên của phụ tải được biểu diễn trên hình vẽ, gọi là đồ thị phụ tải. Trên trục tung của đồ thị, biểu diễn công suất tác dụng, phản kháng hay công suất toàn phần bằng đơn vị có tên hay đơn vị tương đối với lượng cơ bản là công suất cực đại, trên trục hoành của đồ thị biểu diễn thời gian bằng giờ hay ngày.

Có thể phân loại đồ thị phụ tải theo nhiều cách:

- + Theo công suất : Đồ thị phụ tải tác dụng, phản kháng, toàn phần.
- + Theo thời gian : Hàng ngày, hàng năm, mùa.
- + Theo vị trí trong hệ thống, của nhà máy

trạm biến áp, của hộ tiêu thụ v.v...

điện, của



Hình 1.1

1.4.2 Cách vẽ đồ thị phụ tải:

a. Đồ thị phụ tải hàng ngày:

Để vẽ đồ thị phụ tải hàng ngày có thể dùng w_m tự ghi là chính xác nhất.

Cũng có thể vẽ theo phương pháp từng điểm, nghĩa là cứ sau một khoảng thời gian nhất định ghi lại trị số phụ tải rồi biểu diễn từng điểm trên hệ trục tọa độ. Nối các điểm lại sẽ được đường gãy khúc biểu diễn phụ tải một cách gần đúng. (H.1.1)

Phương pháp vẽ này tuy không chính xác, nhưng trong thực tế lại dùng rất phổ biến. Để cho việc tính tổn thất điện năng được thuận tiện, thực tế người ta biến đường gãy khúc thành đường bậc thang. Khi biến đổi phải đảm bảo hai điều kiện:

1- Diện tích giới hạn bởi đường mới và đường cũ với trục tọa độ phải bằng nhau.

2- Các điểm cực đại và cực tiểu của đường cũ phải nằm trên đường mới.

Để vẽ đồ thị phụ tải của nhà máy điện, người ta dùng phương pháp cộng đồ thị. Đồ thị phụ tải hàng ngày của nhà máy điện bằng tổng các đồ thị phụ tải của các hộ tiêu thụ, cộng với tổn thất máy biến áp và tự dùng.

Tổn thất trong máy biến áp gồm hai phần:

1- Tổn thất trong thép, không phụ thuộc vào sự biến thiên phụ tải và bằng 1-3% phụ tải cực đại.

2- Tổn thất đồng, phụ thuộc vào sự biến thiên phụ tải và bằng 6- 15 % phụ tải qua máy biến áp.

Phụ tải tự dùng của nhà máy cũng gồm 2 phần:

1- Phần cố định không phụ thuộc vào phụ tải nhà máy và bằng 40% phụ tải tự dùng tổng.

2- Phần thay đổi theo đồ thị phụ tải nhà máy và bằng khoảng 60% phụ tải tự dùng (phụ thuộc vào công suất phát)

$$S_{td} = S_{td\max} \left(0,4 + 0,6 \frac{S_t}{S_{Fdm}} \right)$$

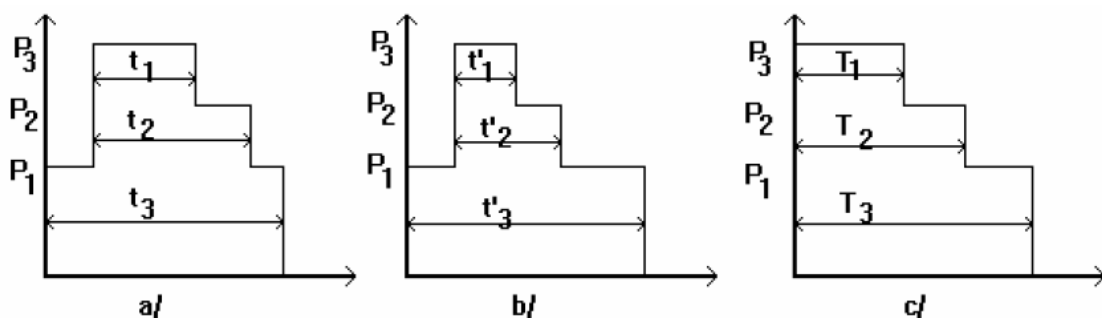
Trong đó: $S_{td\max}$: Phụ tải cực đại

S_t : Công suất phát của nhà máy tại thời điểm t

S_{Fdm} : Công suất định mức của nhà máy.

b. Đồ thị phụ tải hàng năm:

Để vẽ đồ thị phụ tải hàng năm phải căn cứ vào đồ thị phụ tải hàng ngày, thường người ta lấy một số ngày điển hình đại diện cho các ngày trong năm.



Hình 1.2

Giả thiết một năm có 2 mùa, ta chọn một đồ thị phụ tải hàng ngày điển hình cho 180 ngày mùa hè (hình a) và một đồ thị điển hình cho 180 ngày mùa đông (hình b).

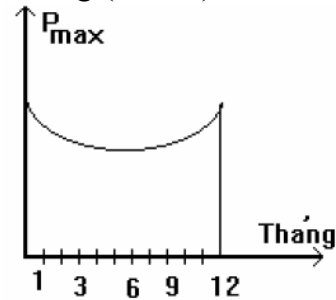
Trên đồ thị phụ tải hàng năm (hình c) ta có :

$$T_1 = 180 t_1 + 185 t'_1$$

$$T_2 = 180 t_2 + 185 t'_2$$

$$T_3 = 180 t_3 + 185 t'_3 = 180 \times 24 + 185 \times 24 = 8760 \text{ h}$$

Cần chú ý rằng đồ thị phụ tải hàng năm vẽ như trên không cho biết biến thiên phụ tải theo thứ tự các giờ trong năm mà chỉ cho biết tổng số giờ trong năm có



Hình 1.3

phụ tải nhất định là bao nhiêu. Đồ thị này dùng để xác định chi phí nhiên liệu hàng năm, hiệu suất của nhà máy, mức độ sử dụng máy phát v.v...

Người ta còn vẽ đồ thị phụ tải hàng năm theo phụ tải cực đại hàng tháng. Căn cứ vào đồ thị phụ tải này lập kế hoạch tu sửa thiết bị cho thích hợp.

Ví dụ: theo đồ thị bên ta có thể tiến hành tu sửa thiết bị vào các tháng 4, 5, 6 là hợp lý.

1.4.3 Các đại lượng đặc trưng của đồ thị phụ tải:

a. Công suất trung bình: Gọi A là điện năng sản xuất ra trong thời gian T thì công suất trung bình P_{tb} trong thời gian T xác định như sau:

$$P_{tb} = \frac{A}{T}$$

b. Hệ số điện kén phụ tải là tỷ số:

$$K_{dk} = \alpha = \frac{P_{tb}}{P_{max}} = \frac{P_{tb} \cdot T}{P_{max} \cdot T} = \frac{A}{A_{max}}$$

Ở đây : P_{max} là công suất cực đại trong thời gian T.

α biểu thị mức độ không đồng đều của đồ thị phụ tải

Khi : $P_{tb} = P_{max}$ thì $\alpha = 1$

Thực tế $\alpha < 1$, α càng lớn càng tốt.

c. Hệ số sử dụng công suất đặt là tỉ số:

$$K_{td} = n = P_{tb} / P_d$$

Ở đây : P_d Tổng công suất đặt của tất cả các tổ máy kể cả dự phòng, n nói lên mức độ sử dụng công suất đặt, n càng lớn chứng tỏ tận dụng công suất đặt càng nhiều và như thế là tốt.

Do $P_{max} < P_d \rightarrow n < \alpha$

d. Thời gian sử dụng công suất cực đại bằng:

$$T_{max} = A / P_{max} = P_{tb} / P_{max} = \alpha \cdot T$$

Như vậy, nếu lúc nào phụ tải cũng là P_{max} thì chỉ sau thời gian T_{max} phụ tải đã tiêu thụ điện năng đúng bằng điện năng tiêu thụ thực tế với công suất thay đổi. Đúng về quan điểm kinh tế T_{max} càng lớn càng tốt.

e. Thời gian sử dụng công suất đặt xác định như sau:

$$T_d = \frac{A}{P_d} = \frac{P_{tb} \cdot T}{P_d} = n \cdot T$$

Cũng như $T_{\max}$, T_d càng lớn càng tốt.

1.4.4 Phân phối phụ tải hàng ngày cho các NMD trong hệ thống:

Khi các nhà máy được nối lại với nhau thành hệ thống thì việc phân phối đồ thị phụ tải cho các nhà máy có ảnh hưởng rất lớn đến giá thành điện năng. Để vận hành kinh tế, chúng ta sẽ phân phối đồ thị phụ tải cho các nhà máy trong hệ thống theo các nguyên tắc sau đây:

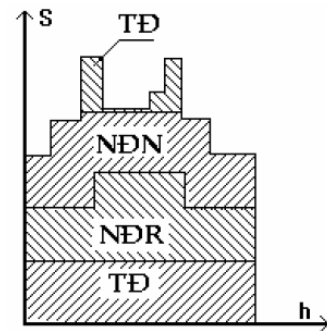
- Trước hết ưu tiên phân phối phụ tải cho các nhà máy có đồ thị phụ tải bắt buộc toàn phần hay bắt buộc từng phần đảm nhận phần phụ tải gốc.

Nhà máy có đồ thị phụ tải bắt buộc toàn phần là những nhà máy thủy điện không có hồ chứa và làm việc trong mùa mưa lũ.

Nhà máy có đồ thị phụ tải bắt buộc từng phần là những nhà máy điện trích hơi. Đối với những nhà máy này để cho hiệu suất cao ứng với một phụ tải nhiệt nhất định đòi hỏi phải có phụ tải điện nhất định.

Giả thiết với phụ tải nhiệt đã cho để có hiệu suất cao nhất, thì phần đồ thị phụ tải điện của nó như phần NDR trên hình 1.4.

- Phần còn lại của đồ thị phụ tải, sẽ giao cho các nhà máy nhiệt điện ngưng hơi, nhưng trước hết ưu tiên cho những nhà máy ngưng hơi gần nguồn nhiên liệu và có đặc tính suất hao hơi kinh tế nhất.
- Phần mũi nhọn của đồ thị phụ tải sẽ giao cho các nhà máy thủy điện có hồ chứa nước, vì nó mở và ngừng máy nhanh chóng, ít tốn kém. Trong hệ thống điện không có nhà máy thủy điện thì phần mũi nhọn sẽ giao cho các nhà máy nhiệt điện ngưng hơi kém kinh tế.



Hình 1.4

1.4.5 Điều chỉnh đồ thị phụ tải:

Để nâng cao tính kinh tế của nhà máy điện phải tiến hành điều chỉnh đồ thị phụ tải nhằm tăng thời gian sử dụng công suất đặt T_d , cũng như thời gian sử dụng công suất cực đại $T_{\max}$ làm cho đồ thị phụ tải bằng phẳng hơn sao cho điện năng của nhà máy phát ra lớn nhất. Người ta dùng các biện pháp điều chỉnh đồ thị phụ tải chủ yếu sau đây:

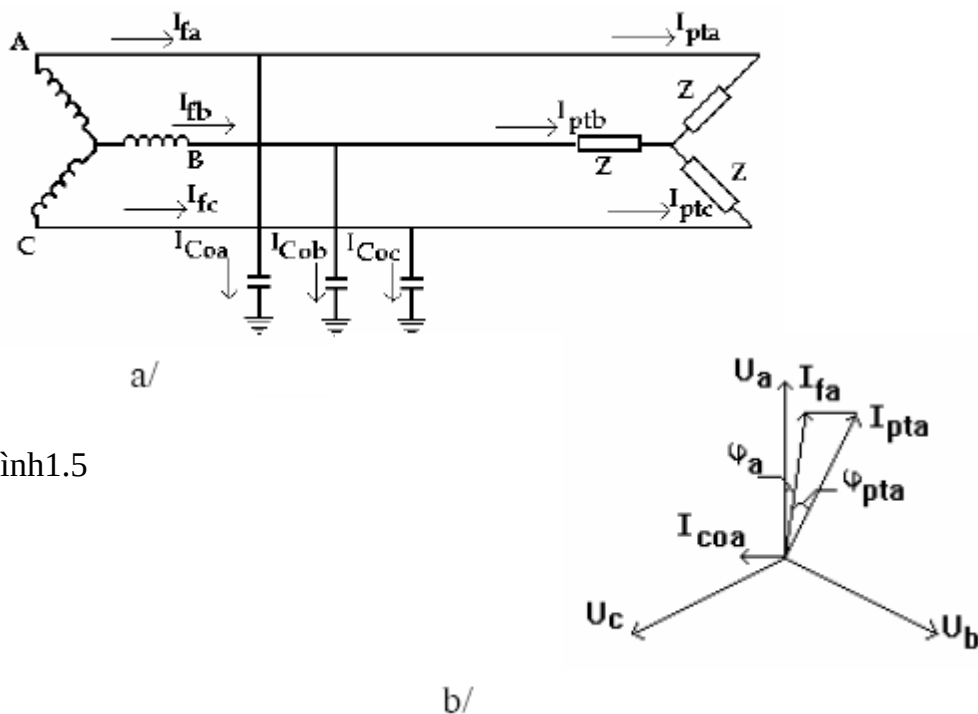
- phát triển các hộ dùng điện theo mùa, mỗi mùa có nhiệm vụ khác nhau nhằm tiêu thụ điện năng cả năm.
- Những hộ chỉ dùng điện vài giờ trong một ngày chỉ cho phép làm việc trong những giờ thấp điểm.
- Tăng số ca làm việc trong xí nghiệp.
- Bố trí ngày nghỉ trong một tuần của các xí nghiệp lệch nhau.
- Điều chỉnh giờ bắt đầu làm việc của các tổ khác nhau.

1.5 CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA ĐIỂM TRUNG TÍNH TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN:

Trong hệ thống điện ba pha, điểm trung tính là điểm chung ba cuộn dây nối hình sao của máy phát điện hay máy biến áp có trong hệ thống. Điểm trung tính của hệ thống điện có thể cách điện đối với đất, nối đất qua cuộn dập hồ quang hay nối đất trực tiếp. Tình trạng làm việc của điểm trung tính có ảnh hưởng đến việc chọn các thông số của bảo vệ rơ-le, chọn mức cách điện cho các máy điện và khí cụ điện, chọn các biện pháp nối đất....

1.5.1 Mạng điện ba pha trung tính cách điện đối với đất:

a. Tình trạng làm việc bình thường:



Hình 1.5

Hình 1.5a : Sơ đồ mạng điện đơn giản gồm một máy phát điện, đường dây và phụ tải.

Hình 1.5b : Đồ thị vectơ điện áp và dòng điện.

Mỗi một pha của mạng điện, đối với đất có một điện dung nào đó, phân bố đều dọc theo đường dây. Để đơn giản, chúng ta coi rằng điện dung của ba pha đối với đất đối xứng và tập trung ở giữa đường dây. Giữa các dây dẫn các pha khác nhau, cũng có các điện dung nhưng đại lượng của nó, không ảnh hưởng đến sự phân tích tình trạng làm việc của điểm trung tính nên không cần chú ý và không biểu diễn chúng trên hình vẽ.

Trong tình trạng làm việc bình thường, điện áp của ba pha đối với đất U_a , U_b , U_c đối xứng bằng điện áp pha của thiết bị. Do đó, dòng điện dung của các pha I_{C0A} , I_{C0B} , I_{C0C} cũng đối xứng nhau và tổng của chúng bằng không, cho nên không có dòng nào chạy trong đất.

$$\begin{aligned} \dot{I}_{C0A} + \dot{I}_{C0B} + \dot{I}_{C0C} &= 0 \\ I_{C0A} = I_{C0B} = I_{C0C} &= U_f \cdot \omega \cdot C \end{aligned}$$

Dòng điện trong các pha của máy phát điện I_{FA} , I_{FB} , I_{FC} bằng:

$$\dot{I}_{FA} = \dot{I}_{ptA} + \dot{I}_{C0A}$$

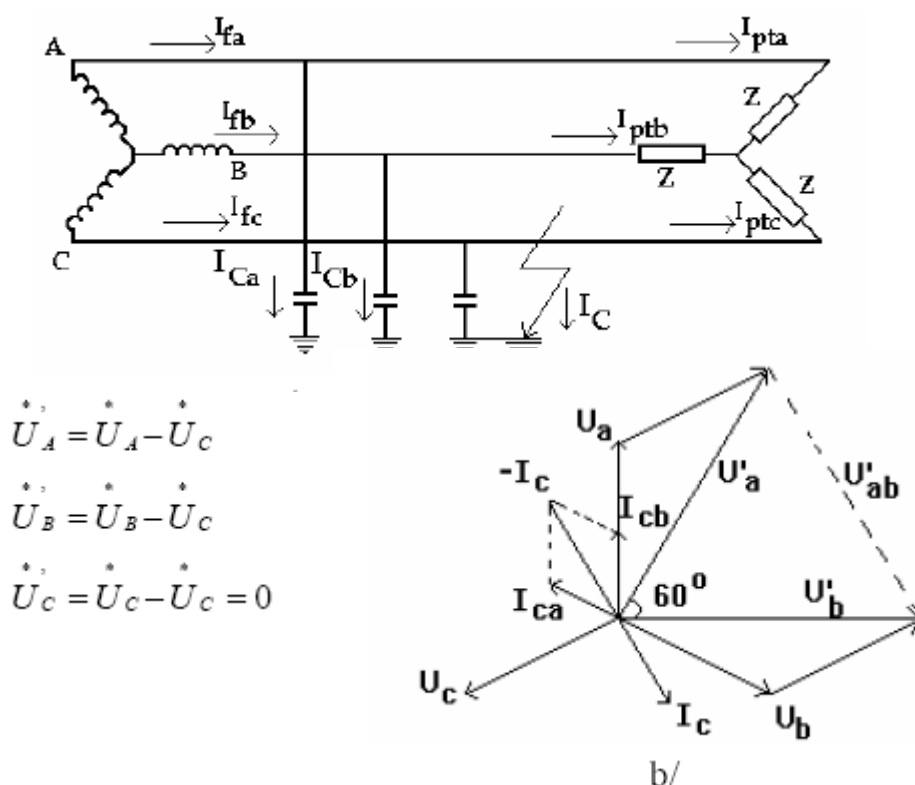
$$\dot{I}_{FB} = \dot{I}_{ptB} + \dot{I}_{C0B}$$

$$\dot{I}_{FC} = \dot{I}_{ptC} + \dot{I}_{C0C}$$

Từ đồ thị vector thấy rằng dòng điện dung có ảnh hưởng làm giảm góc lệch pha của dòng điện trong các máy phát, tức là nó có khả năng làm tăng hệ số công suất.

b. Khi có một pha chạm đất:

Giả thiết rằng pha C của mạng điện chạm đất trực tiếp, khi đó điện áp đối với đất của pha C bằng không. Điện áp của pha C bằng không có thể coi như tại chỗ chạm đất được đặt thêm vào một điện áp thứ tự không bằng $-U_C$. Như vậy, điện áp mới của các pha đối với đất U'_A , U'_B , U'_C bằng tổng hình học điện áp các pha đối với đất trước khi chạm đất và điện áp thứ tự không.



Hình 1.6

Từ đồ thị vector hình 1.6b dễ dàng tính được:

$$|\dot{U}'_A| = \sqrt{3} |\dot{U}_A|$$

$$|\dot{U}'_B| = \sqrt{3} |\dot{U}_B|$$

$$|\dot{U}'_C| = 0$$

Tức là điện áp của pha bị chạm đất bằng không, còn hai pha kia tăng lên $\sqrt{3}$ lần (bằng điện áp dây). Do đó, dòng điện dung qua điện dung của pha bị chạm đất bằng không, còn dòng điện dung qua điện dung của hai pha kia tăng lên 3 lần so với dòng điện dung lúc bình thường. $I_{CC} = 0$; $I_{CA} = \sqrt{3} I_{C0}$; $I_{CB} = \sqrt{3} I_{C0}$.

Chúng ta quy ước chiều dòng điện tính từ dây dẫn vào đất, từ hình vẽ tính được dòng điện chạy trong đất (cũng là dòng điện chạy trong pha bị chạm đất) như sau:

$$|\dot{I}_C| = |\dot{I}_{CA} + \dot{I}_{CB}| = \sqrt{3} I_{CA} = 3 I_{C0} = I_C$$

Tức là dòng điện dung trong pha bị chạm đất tăng lên gấp 3 lần dòng điện dung bình thường. Đại lượng tuyệt đối của I_C có thể xác định như sau:

$$I_C = 3 I_{C0} = \frac{3 U_f}{X_C} = 3 U_f \omega C$$

Trong đó U_f là điện áp thiết bị.

Từ đó ta thấy rằng dòng điện điện dung phụ thuộc vào điện áp, tần số và điện dung của pha đối với đất. điện dung của pha đối với đất lại phụ thuộc vào cấu tạo và chiều dài đường dây. Với tần số công nghiệp, dòng điện dung I_C có thể xác định theo công thức kinh nghiệm sau đây:

Đối với đường dây trên không: $I_C = \frac{U_d \cdot L_{\Sigma}}{350} [A]$

Đối với đường dây cáp :

$$I_C = \frac{U_d \cdot L_{\Sigma}}{10} [A]$$

Với U_d : Điện áp dây của thiết bị, kV.

L_{Σ} : Chiều dài tổng cộng các đường dây có nối điện với nhau, km.

Từ đồ thị vector hình 1.6b, ta thấy rằng:

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B = \dot{U}_{AB}$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C = \dot{U}_{BC}$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A = \dot{U}_{CA}$$

Như vậy, điện áp dây trước và sau khi chạm đất một pha không thay đổi.

Tóm lại, khi chạm đất trực tiếp một pha thì tình hình mạng điện có những thay đổi sau:

- Điện áp của pha chạm đất bằng không, còn hai pha kia tăng lên bằng điện áp dây.
- Dòng điện dung trong pha chạm đất bằng không, còn hai pha còn lại tăng lên 3 lần.
- Điện áp dây của thiết bị trước và sau khi chạm đất không thay đổi.
- Điện áp của điểm trung tính thì tăng từ không đến điện áp pha.

Do dòng điện dung sau khi chạm đất rất nhỏ so với dòng phụ tải và điện áp dây không thay đổi, nên các phụ tải vẫn làm việc bình thường. Tuy vậy, đối với mạng điện này người ta cũng không cho phép làm việc lâu dài với một điểm chạm đất, vì những nguyên nhân sau đây:

a- Sau khi chạm đất, điện áp của các pha còn lại tăng lên $\sqrt{3}$ lần so với điện áp pha, do đó những chỗ cách điện yếu sẽ bị chọc thủng và gây ra ngắn mạch giữa các pha. Để khắc phục phải thiết kế cách điện chịu được điện áp đầy dần tới tăng giá thành thiết bị.

b- Dòng điện dung sẽ sinh hồ quang, có thể đốt cháy cách điện tại chỗ chạm đất và dẫn đến ngắn mạch giữa các pha. Với một trị số nhất định của dòng điện dung, hồ quang sẽ cháy chập chờn nghĩa là cháy đi tắt lại một cách chu kỳ. vì mạng điện là một mạch vòng dao động nên hiện tượng này sẽ dẫn đến quá điện áp, làm cho điện áp các pha tăng lên đến (2,5 - 3) lần điện áp pha định mức. Do đó cách điện của các pha không bị chạm đất dễ dàng bị chọc thủng và dẫn đến ngắn mạch giữa các pha, mặc dù nó đã được thiết kế bằng cách điện điện áp đầy.

Quy trình kỹ thuật vận hành quy định mạng điện có thể làm việc với trung tính cách điện đối với đất- nếu dòng điện chạm đất một pha là:

- Không lớn hơn $20 \div 30A$ đối với mạng $6 \div 10KV$.
- Không lớn hơn $15A$ đối với mạng $15 \div 20KV$.
- Không lớn hơn $10A$ đối với mạng $35KV$.

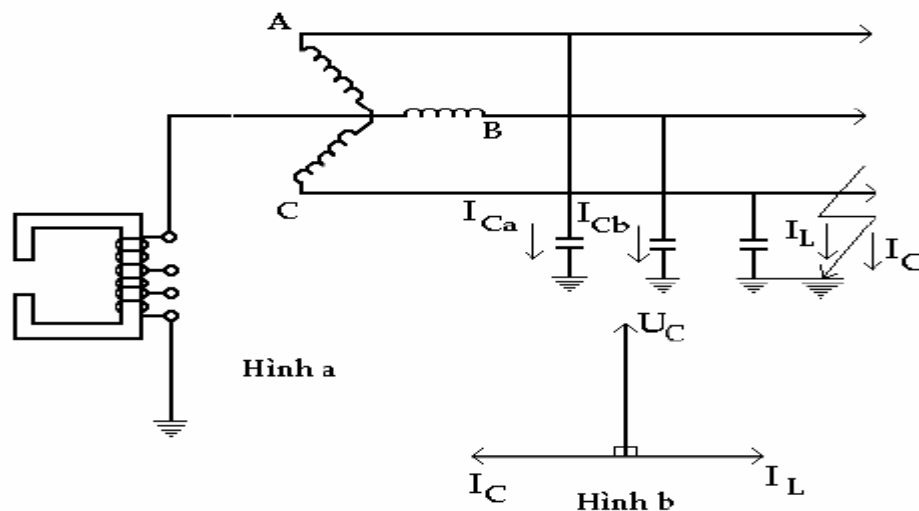
Với mạng lớn hơn $110KV$ nói chung không làm việc với trung tính cách điện với đất vì trong các mạng này dự trữ cách điện rất bé.

Trong mạng trung tính cách điện với đất nhất thiết phải có thiết bị báo tín hiệu chạm đất một pha để nhân viên vận hành biết, tìm cách sửa chữa hay cắt luôn phần tử hư hỏng.

Cuối cùng, cần nói thêm rằng nếu chạm đất một pha qua một tổng trở trung gian nào đó, thì điện áp pha bị chạm đất lớn hơn không nhưng nhỏ hơn U_f , còn điện áp hai pha kia lớn hơn U_f nhưng nhỏ hơn U_d và điện áp trung tính lớn hơn 0 nhưng nhỏ hơn U_f .

1.5. 2. Mạng điện ba pha trung tính nối đất qua cuộn dập hồ quang:

Như đã nói ở trên, các mạng điện $35kV$ trở lại, khi chạm đất một pha chỉ cho làm việc với dòng điện điện dung nhất định. Vì vậy, trong những mạng điện này khi dòng điện dung lớn hơn, trung tính của mạng điện phải được nối qua cuộn dập hồ quang, để giảm dòng điện điện dung tại chỗ chạm đất. Cuộn dây dập tắt hồ quang là một cuộn dây điện cảm có lõi thép đặt trong một thùng chứa đầy dầu máy biến áp. Trông bề ngoài tắt giống máy biến áp điện lực một pha. Điện kháng của cuộn dây dập tắt hồ quang rất lớn, còn điện trở của nó không đáng kể. Điện kháng có thể thay đổi được bằng cách thay đổi số vòng dây hoặc khe hở của lõi thép.



Hình 1.7

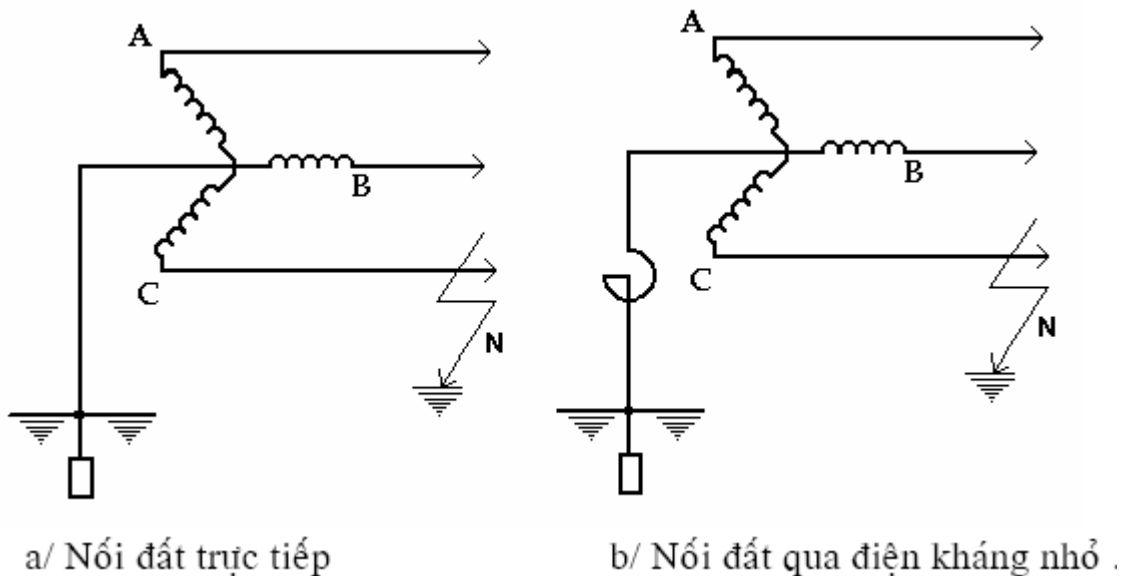
Trong điều kiện làm việc bình thường, điện áp đặt lên cuộn dập hồ quang coi như bằng 0, vì điện áp của điểm trung tính gần bằng 0, do đó trong cuộn dập tắt hồ quang không có dòng điện. Khi một pha chạm đất trực tiếp, điện áp điểm trung tính tăng lên bằng điện áp pha, do đó cuộn dây dập tắt hồ quang đặt dưới điện áp pha và trong nó sẽ có dòng điện điện cảm I_L chậm pha so với điện áp điểm trung tính một góc 90° . Kết quả là tại chỗ chạm đất, sẽ có dòng điện I_L và I_C ngược pha nhau. Nếu điều chỉnh I_L thích hợp thì dòng điện tại chỗ chạm đất bằng 0, hồ quang không thể xuất hiện.

Trong thực tế vận hành, phải đóng cắt các đường dây nên dòng I_C thay đổi do đó không thể thực hiện được $I_L = I_C$. Mặt khác, người ta muốn rằng dòng điện tại chỗ chạm đất sau khi bù còn có một trị số nào đó, để cho bảo vệ rơle tác động báo tín hiệu cho nhân viên trực biết để kịp thời sửa chữa nên người ta thường điều chỉnh $I_L > I_C$ tức là $\Delta I = I_L - I_C > 0$. Mạng điện được điều chỉnh như vậy gọi là mạng quá bù.

Cần chú ý rằng trong mạng điện trung tính nối đất qua cuộn dây dập tắt hồ quang, cách điện pha cũng phải được thiết kế bằng cách điện dây.

Mạng điện ba pha trung tính cách điện hay nối đất qua cuộn dây dập tắt hồ quang gọi là mạng có dòng điện chạm đất bé và cần phải có thiết bị kiểm tra tình trạng cách điện.

1.5. 3. Mạng điện ba pha trung tính trực tiếp nối đất:



Hình 1.8

Các mạng 110KV và cao hơn, đều có trung tính trực tiếp nối đất vì nguyên nhân sau đây:

- Dòng điện dung của các mạng này rất lớn do điện áp cao và chiều dài đường dây lớn.
- Dù có cuộn dập hồ quang cũng không giải quyết được nhược điểm của mạng điện có dòng chạm đất bé là khi chạm đất một pha điện áp các pha còn lại tăng lên bằng điện áp dây, trong khi đó dự trữ cách điện của các mạng điện áp lớn hơn 110KV rất bé, nên cách điện dễ dàng bị chọc thủng dẫn đến ngắn mạch giữa các pha, tăng cường dự trữ cách điện trong các mạng này rất tốn kém.

Ưu điểm cơ bản của mạng điện trung tính trực tiếp nối đất là làm cho giá thành khi cụ điện và cách điện đường dây rẻ hơn vì chỉ cần chế tạo với điện áp pha. Tuy vậy, mạng điện trung tính nối đất cũng có nhược điểm sau:

- Trung tính trực tiếp nối đất thì khi chạm đất một pha là ngắn mạch, thiết bị bảo vệ sẽ cắt mạch điện làm cho việc cung cấp điện bị ngưng trệ. Tuy nhiên, thực tế vận hành chứng tỏ rằng phần lớn trường hợp chạm đất một pha của đường dây trên không điện áp lớn hơn 1000V chỉ là tạm thời. Nên ở mạng này thường dùng thiết bị tự động đóng lại để giảm thời gian mất điện của các hộ tiêu thụ đến mức thấp nhất.
- Do dòng điện chạm đất một pha rất lớn nên thiết bị nối đất phức tạp và đắt tiền.
- Dòng điện ngắn mạch một pha có thể lớn hơn dòng điện ngắn mạch ba pha. Để hạn chế dòng điện ngắn mạch một pha phải tăng điện kháng thứ tự không bằng cách giảm bớt số điểm nối đất trung tính trong hệ thống điện hoặc nối đất trung tính qua một điện kháng nhỏ.
- Lưới điện trung tính trực tiếp nối đất hay nối đất qua điện kháng nhỏ (có điện áp lớn hơn 1000V) đều gọi là lưới điện có dòng điện chạm đất lớn ($> 500A$).
- Cần chú ý thêm rằng đối với các mạng điện bé hơn 500V đều làm việc với trung tính trực tiếp nối đất không phải vì nguyên nhân tiết kiệm cách điện mà để đảm bảo an toàn cho người. Ngoài ra ở mạng điện này người ta còn dùng dây trung tính để lấy điện áp pha.

CHƯƠNG 2**CÁC THIẾT BỊ CHÍNH TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN
VÀ TRẠM BIẾN ÁP****2.1 MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ****2.1.1 Khái niệm chung:**

Máy điện đồng bộ là loại máy điện xoay chiều mà tốc độ quay rotor bằng tốc độ từ trường quay (n_1) trong máy.

2.1.2. Công dụng :

Hầu hết nguồn điện chính của lưới điện quốc gia đều được máy phát điện đồng bộ phát ra. Trong đó, động cơ sơ cấp là các tuabin hơi, tuabin khí hoặc tuabin nước, ... Điện áp của máy phát thường từ 13 kv đến 28kv, công suất có thể đến 1000 MVA. Hệ thống điện năng bao gồm một số nhà máy điện liên kết thành lưới điện và làm việc song song. Ở các lưới điện công suất nhỏ, máy phát điện đồng bộ được kéo bởi động cơ diesel, có thể làm việc đơn lẻ hoặc hai ba máy làm việc song song.

Máy điện đồng bộ có tính thuận nghịch, nghĩa là nó có thể làm việc như động cơ: nhận điện năng từ lưới để biến thành cơ năng. Động cơ điện đồng bộ được sử dụng trong truyền động điện công suất lớn,...

Một chế độ làm việc quan trọng khác của máy là chế độ máy bù đồng bộ, lúc đó nó là một động cơ đồng bộ không tải để cung cấp hoặc tiêu thụ công suất phản kháng, nhằm mục đích cải thiện hệ số công suất của lưới điện.

2.1.3. Cấu tạo của máy điện đồng bộ 3 pha:**a. Stator:**

Stator của máy điện đồng bộ giống như stator của máy điện không đồng bộ, gồm có lõi thép và dây quấn. Lõi thép làm bằng vật liệu sắt từ tốt, nghĩa là có từ trở nhỏ và điện trở suất lớn. Loại vận tốc chậm có chiều dài dọc trục ngắn, loại vận tốc nhanh chiều dài dọc trục lớn gấp đường kính nhiều lần. Ngoài ra trong stator còn có hệ thống làm mát. Dây quấn stator gọi là dây quấn phần ứng

b. Rotor:

Là một nam châm điện gồm lõi thép và dây quấn kích từ dùng để tạo ra từ trường cho máy, nguồn kích thích vào dây quấn kích thích là nguồn điện một chiều. Đối với máy nhỏ rotor là nam châm vĩnh cửu.

Rotor máy điện đồng bộ có hai kiểu là rotor cực lõi và rotor cực ẩn.

*** Rotor cực ẩn:**

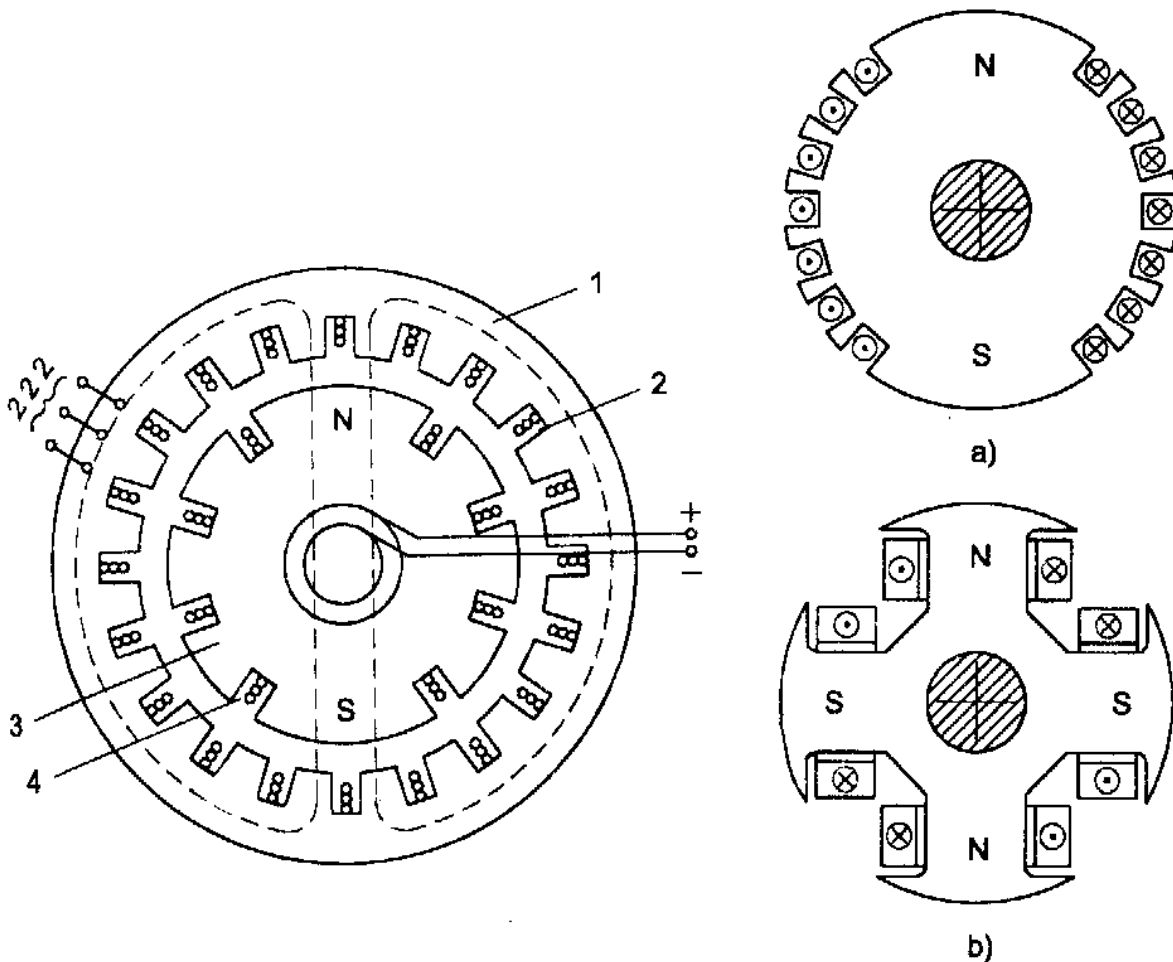
Khe không khí đều, lõi thép là một khối thép hình trụ, mặt ngoài phay thành rãnh để đặt dây quấn kích thích, rotor cực ẩn có độ bền cơ khí cao, dây quấn kích thích vững chắc. Rotor cực ẩn thường dùng ở máy có tốc độ cao 3000vòng/phút.

Hai đầu của dây quấn kích từ được nối với hai vành trượt đặt ở hai đầu trục thông qua hai chổi than để nối với dòng kích từ 1 chiều.

*** Rotor cực lõi:**

Dạng của mặt cực được thiết kế sao cho khe không khí không đều, mục đích để từ cảm trong khe không khí có phân bố hình sin và do đó sđđ cảm ứng trong dây quấn cũng có hình sin. Dây quấn trên các cực từ, hai đầu của nó được nối với hai vành trượt, qua hai chổi than tới nguồn điện một chiều.

Loại rotor cực lồi được dùng trong máy đồng bộ có tốc độ quay thấp (được kéo bởi tuabin vận tốc chậm nhỏ tuabin thủy điện).



Mặt cắt ngang trục máy

a) Rotor cực ẩn
b) Rotor cực lồi

c. Bộ kích từ:(nguồn kích thích)

Nguồn cung cấp dòng điện một chiều cho dây quấn kích thích (dòng một chiều dùng để tạo ra từ thông không đổi theo thời gian). Bộ nguồn kích thích có tác dụng sau:

* Máy phát 1 chiều:

Đa số là máy phát điện một chiều kích thích song song, có công suất khoảng 0,3 2% công suất máy điện đồng bộ, máy phát này được gắn ở đầu trục của máy đồng bộ.

* Bộ kích từ dùng chỉnh lưu:

Điện áp 3 pha của máy phát đồng bộ (ban đầu được sinh ra do từ dư) được chỉnh lưu thành một chiều, xong đưa đến dây quấn kích từ qua hệ thống chổi than, vành trượt.

Một số ít các máy điện công suất nhỏ thì phần quay lại đóng vai trò phần ứng, phần tĩnh đóng vai trò phần cảm.

2.1.4. Nguyên lý làm việc:

a. Máy phát:

Khi động cơ sơ cấp (1) quay, kéo rotor máy phát đồng bộ (2) và máy phát một chiều (3) quay theo tới tốc độ định mức, máy phát kích thích (3) thành lập được điện áp và cung cấp dòng điện một chiều vào dây quấn phần cảm máy đồng bộ (2), phần cảm trở thành nam châm điện (rotor). Do rotor (phần cảm) quay nên từ trường phần cảm cắt các thanh dẫn dây quấn phần ứng (stator) làm cảm ứng trong dây quấn sđđ hình sin. Nếu phần cảm máy phát có p đôi cực từ, tốc độ quay rotor là n thì tần số sđđ cảm ứng là f, trị số hiệu dụng sđđ cảm ứng trong mỗi pha dây quấn phần ứng là:

$$E_0 = 4,44.f.k_{dq}.w_1. \Phi.$$

Trong đó: w_1 : số vòng dây 1 pha stator

K_{dq} : hệ số dây quấn stator

Φ : từ thông dưới mỗi cực từ rotor.

Dây quấn 3 pha stator có trục lệch nhau trong không gian một góc 120^0 điện, cho nên sđđ các pha lệch nhau 1 góc 120^0 .

$$e_A = E_0.\sin t$$

$$e_B = E_0.\sin(t - 120^0)$$

$$e_C = E_0.\sin(t - 240^0)$$

Khi phần ứng cung cấp điện cho tải, dòng điện 3 pha chạy trong dây quấn phần ứng sẽ sinh ra từ trường quay với tốc độ: $n_1 =$

Ta thấy tốc độ từ trường quay n_1 bằng tốc độ quay rotor n nên gọi là máy phát điện đồng bộ.

2.2 MÁY BIẾN ÁP

2.2.1. Phân loại và các tham số của máy biến áp:

Máy biến áp (MBA) là một thiết bị điện từ tĩnh, làm việc dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ thực hiện nhiệm vụ biến đổi điện năng từ điện áp cấp điện áp này sang cấp điện áp khác cho phù hợp với yêu cầu truyền tải và sử dụng điện.

Điện năng được truyền tải từ nhà máy điện (NMĐ) đến hộ tiêu thụ thường qua nhiều lần biến đổi điện áp bằng các máy biến áp tăng và giảm áp. Do đó tổng công suất đặt của máy biến điện áp trong hệ thống thường gấp 4 – 6 lần tổng công suất các máy phát có trong hệ thống. mặc dù hiệu suất MBA tương đối cao (khoảng 98%) nhưng tổn thất điện năng hàng năm trong máy biến áp vẫn rất lớn. Vì vậy, người ta mong muốn giảm số bậc máy biến áp, giảm công suất đặt máy biến áp và sử dụng chúng đạt hiệu quả cao hơn. Điều này có thể thực hiện được bằng cách thiết kế hệ thống điện hợp lý, sử dụng máy biến áp tự ngẫu trong những mạng điện thích hợp và tận dụng khả năng tải của máy biến áp, không ngừng cải tiến cấu tạo máy biến áp góp phần nâng cao độ tin cậy và tiết kiệm nguyên vật liệu.

Xu thế hiện nay người ta chế tạo MBA với cấp điện áp cao và thay đổi cấu trúc để tăng công suất đơn vị, với việc sử dụng thép cán nguội có cách điện tốt và hệ thống làm mát

tốt người ta có thể chế tạo những loại MBA có công suất đơn vị lớn. Tuy nhiên công suất đơn vị còn bị hạn chế bởi kích thước, trọng lượng và điều kiện chuyên chở, ngày nay người ta đã chế tạo được MBA các cỡ sau:

MBA ba pha: Điện áp (220-330)kV Công suất 630MVA

Điện áp 500kV Công suất 1200MVA

MBA tự ngẫu: Điện áp (220-330)kV Công suất 630MVA

Điện áp 500kV/110KV Công suất 1500MVA

MBA một pha: Điện áp 500kV Công suất 1600MVA

Trong thực tế người ta cố gắng chọn MBA ba pha vì tổn thất trong MBA ba pha bé hơn trong MBA một pha có cùng công suất từ (12-15)% kích thước, trọng lượng, giá thành cũng giảm so với MBA một pha. Vì vậy, khi không chọn được MBA ba pha mới chọn MBA một pha

* Phân loại:

- Phân loại theo số pha: Máy biến áp một pha (O), máy biến áp ba pha (T).

- Phân loại theo số cuộn dây : MBA ba cuộn dây (T), MBA hai cuộn dây

Ngoài ra còn có loại MBA có cuộn dây phân chia ở hạ áp, thường sử dụng khi cần nối bộ một số máy phát vào MBA và nhờ vậy làm giảm được kết cấu thiết bị phân phối hoặc được dùng trong sơ đồ tự dùng của nhà máy điện và ở các trạm giảm áp nhằm giảm dòng ngắn mạch phía hạ áp.

Phân loại theo phương pháp làm mát gồm có: MBA kiểu khô (cách điện là điện môi rắn, làm mát bằng không khí); MBA kiểu dầu (Cách điện và môi trường làm mát chủ yếu là dầu): làm mát tự nhiên bằng dầu, làm mát tự nhiên và có quạt gió, làm mát tuần hoàn cưỡng bức dầu có quạt gió, làm mát tuần hoàn cưỡng bức của nước và dầu có quạt gió.

Phân loại theo phương pháp điều chỉnh điện áp: MBA thường, MBA điều áp dưới tải.

* Các thông số của MBA

Các MBA được tính toán, chế tạo với một chế độ làm việc lâu dài và liên tục gọi là chế độ định mức, đây là chế độ làm việc của máy biến áp ứng với các thông số và điều kiện định mức: điện áp $U = U_{dm}$, tần số $f = f_{dm}$, công suất $S = S_{dm}$ và điều kiện môi trường như khi tính toán thiết kế ($t_{mt} = t_{tk}$).

Công suất định mức MBA : Công suất định mức S_{dm} là công suất toàn phần (biểu kiến) được nhà máy chế tạo qui định trong lý lịch MBA. MBA có thể tải được liên tục công suất này S_{dm} khi điện áp là U_{dm} , tần số là f_{dm} và điều kiện làm mát là định mức khi đó tuổi thọ của MBA là định mức.

Đối với MBA hai cuộn dây công suất định mức là công suất của mỗi cuộn dây.

Đối với MBA ba cuộn dây người ta có thể chế tạo các loại sau: 100/100/100 là loại có công suất của mỗi cuộn dây đều bằng công suất định mức; 100/100/66,7 là loại có công suất của hai cuộn dây bằng công suất định mức và công suất cuộn thứ ba bằng 66,7% công suất định mức.

Đối với MBA tự ngẫu thì công suất định mức là công suất của một trong hai đầu sơ hoặc thứ cấp mà hai đầu này có liên hệ tự ngẫu với nhau, công suất này còn gọi là công suất xuyên.

- Điện áp định mức U_{dm} : Điện áp định mức của MBA là điện áp của các cuộn dây khi không tải được qui định trong lý lịch MBA.

- Tỉ số biến đổi điện áp:

$$K = U_{Sdm}/U_{Tdm} \text{ gọi là tỉ số biến áp.}$$

- Dòng điện định mức : là dòng điện của các cuộn dây được nhà máy chế tạo qui định, với các dòng điện này thì MBA làm việc lâu dài và không bị quá tải. Dòng điện định mức được xác định như sau:

- Điện áp ngắn mạch $U_{N\%}$: Điện áp ngắn mạch là điện áp giữa hai đầu cuộn sơ cấp khi ngắn mạch cuộn thứ cấp thì dòng điện trong cuộn dây sơ cấp bằng dòng điện định mức.

Ý nghĩa : Điện áp ngắn mạch đặc trưng cho điện áp rơi trên tổng trở cuộn dây MBA khi dòng chạy trong cuộn dây bằng dòng định mức và dùng để xác định tổng trở cuộn dây MBA. Khi U_{dm} , S_{dm} tăng thì U_N cũng tăng.

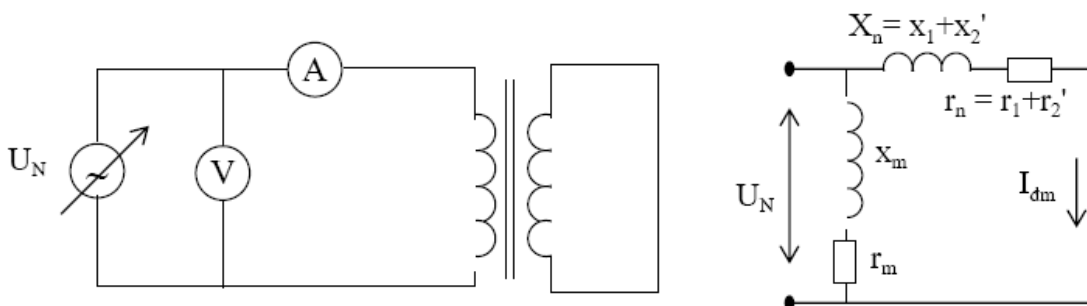
Ví dụ : với $U_C = 35kV$; $S_{dm} = 630 \text{ kVA}$ thì $U_N = 6.5\%$.

$U_C = 35kV$; $S_{dm} = 80 \text{ MVA}$ thì $U_N = 9\%$.

Khi U_N tăng thì giảm được dòng ngắn mạch nhưng sẽ tăng tổn thất công suất, tổn thất điện áp trong máy biến áp và giá thành MBA cũng tăng.

$U_{N\%}$ là tỉ lệ phần trăm điện áp ngắn mạch so với điện áp định mức

U_N được xác định bằng thí nghiệm ngắn mạch như sơ đồ :



Nối tắt cuộn dây thứ cấp, tăng điện áp nguồn đưa vào cuộn dây sơ cấp cho đến khi chỉ số trên Ampe kế bằng dòng định mức thì giá trị U_N chính là chỉ số trên Volt kế.

Khi ngắn mạch U_N rất nhỏ nên từ trong trong MBA cũng rất nhỏ nghĩa là ta xem như dòng không tải $I_0 = 0$, trong sơ đồ thay thế ta có thể bỏ nhánh x_m , r_m

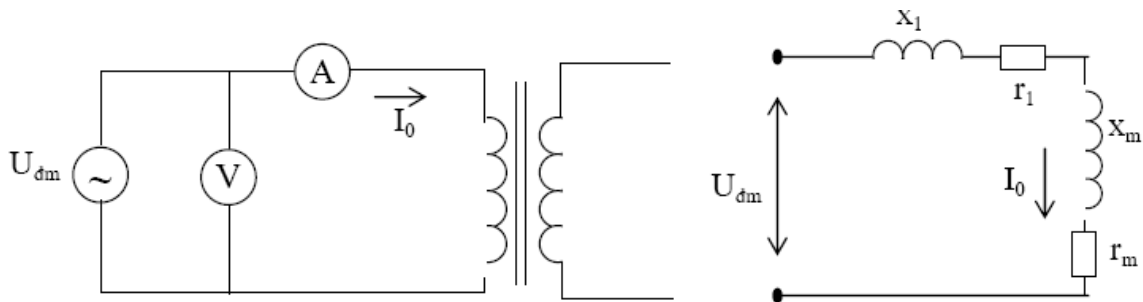
- Dòng điện không tải: là đại lượng đặc trưng cho tổn hao không tải của MBA, phụ thuộc vào tính chất từ, chất lượng cũng như cấu trúc lắp ghép của lõi thép. Ngày nay người ta sử dụng thép tốt để chế tạo MBA nên dòng I_0 giảm.

$I_0\%$ biểu thị bằng phần trăm so với dòng điện định mức I_{dm} .

Quan hệ giữa dòng không tải và tổn hao không tải:

$$I_{kt} \% = \frac{I_0}{I_{dm}} \cdot 100 = \frac{I_0}{S_{dm} / \sqrt{3} U_{dm}} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot I_0}{S_{dm}} \cdot 100 = \frac{S_0}{S_{dm}} \cdot 100 \approx \frac{\Delta Q_{Fe}}{S_{dm}} \cdot 100$$

Trị số của dòng không tải được xác định nhờ thí nghiệm không tải: ta cho hồ mạch cuộn thứ cấp và đưa vào cuộn sơ cấp điện áp bằng điện áp định mức thì giá trị dòng điện đo được ở mạch sơ cấp chính là giá trị dòng không tải.

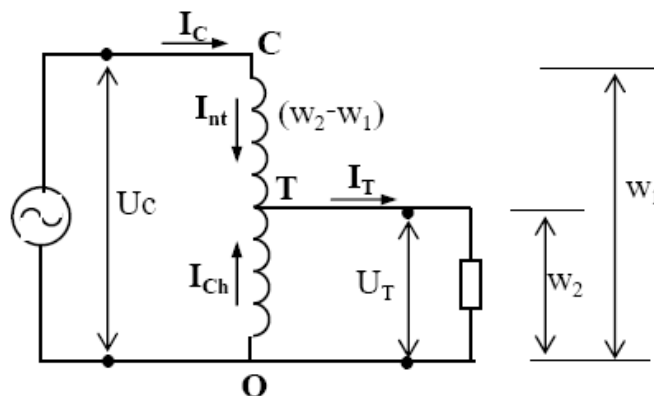


2.2.2. Máy biến áp tự ngẫu:

* Nguyên lý làm việc:

Cũng như MBA thường, MBA tự ngẫu dùng để biến đổi điện năng từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác cho phù hợp với yêu cầu truyền tải cũng như tiêu thụ. Nguyên lý làm việc của MBA tự ngẫu cũng dựa trên nguyên tắc cảm ứng điện từ, nhưng khác với MBA thường ở chỗ là ngoài quan hệ về từ, MBA tự ngẫu còn có quan hệ về điện là do hai cuộn dây cao áp và trung áp có nối chung với nhau.

Để đơn giản ta xét máy biến áp tự ngẫu một pha có hai cấp điện áp U_C và U_T như hình vẽ:



Cuộn cao áp OC và cuộn trung áp OT có nối chung với nhau tại điểm T. Cuộn cao áp OC có số vòng dây là W_1 . Cuộn trung áp OT có số vòng dây là W_2 , còn gọi là cuộn chung. Cuộn nối tiếp CT có số vòng dây là $(W_1 - W_2)$.

Xét MBA làm việc ở chế độ giảm áp, truyền một lượng công suất S từ cao áp sang phía trung áp. Công suất S được gọi là công suất xuyên.

I_C là dòng điện chạy trong đường dây phía U_C , cũng là dòng trong cuộn dây nối tiếp $I_C = I_{nt}$.

I_T là dòng điện chạy trong đường dây phía U_T .

I_{ch} là dòng điện chạy trong cuộn chung.

$$I_{ch} = I_T - I_{nt}$$

Giả thiết bỏ qua tổn thất trong MBA.

$$S = U_C \cdot I_C = U_T \cdot I_T$$

Hay có thể viết lại:

$$S = ((U_C - U_T) + U_T) \cdot I_C = (U_C - U_T) \cdot I_C + U_T \cdot I_C$$

Đặt: $S_{BA} = (U_C - U_T) \cdot I_C$ là công suất truyền từ CA sang TA bằng quan hệ điện từ gọi là công suất biến áp.

$S_d = U_T \cdot I_C$ là công suất truyền từ CA sang TA bằng quan hệ điện, gọi là công suất điện.

Như vậy: $S = S_{BA} + S_d$ là lượng công suất S truyền tải từ bên cao áp sang trung áp bằng quan hệ:

- Quan hệ cảm ứng điện từ với lượng công suất là S_{BA} ; khi đó cuộn nối tiếp và cuộn chung được xem lần lượt là cuộn sơ và trung trong máy biến áp thường.

- Quan hệ về điện giữa hai cuộn cao áp và trung áp với lượng công suất là S_d .

Nếu MBA làm việc ở chế độ định mức (điện áp, dòng điện trong các cuộn dây bằng định mức và công suất xuyên bằng định mức $S = S_{dm}$), thì tỉ lệ giữa công suất truyền tải bằng quan hệ từ so với công suất xuyên (định mức) sẽ bằng:

$$\frac{S_{BA}}{S_{dm}} = \frac{(U_C - U_T) \cdot I_C}{U_C \cdot I_C} = 1 - \frac{U_T}{U_C} = 1 - \frac{1}{K_{cl}} = K_{cl}$$

trong đó K_{cl} được gọi là hệ số có lợi của máy biến áp tự ngẫu.

Như vậy, ở chế độ định mức thì phần công suất truyền tải từ CA sang TA bằng quan hệ điện từ chỉ bằng $(K_{cl} \cdot S_{dm})$. vì vậy kích thước mạch từ được chọn theo công suất này và gọi là công suất mẫu:

$$S_{mẫu} = K_{cl} \cdot S_{dm}$$

Vì $K_{cl} < 1$ nên kích thước, trọng lượng và giá thành mạch từ nhỏ hơn nhiều so với MBA thường có cùng công suất định mức.

Ví dụ 220/110kV thì $K_{cl} = 0,5$; 500/220kV thì $K_{cl} = 0,56 \dots$

Công suất tải của cuộn dây nối tiếp:

$$S_{nt} = (U_C - U_T) \cdot I_C = S_{BA} = S_{mẫu}$$

Công suất tải của cuộn dây chung:

$$\begin{aligned} S_{ch} &= U_T \cdot I_{ch} = U_T \cdot (I_T - I_C) = U_T \cdot I_T (1 - I_C / I_T) \\ &= U_T \cdot I_T (1 - U_T / U_C) = K_{cl} \cdot S_{dm} = S_{mẫu} \end{aligned}$$

2.2.3. Tổ đấu dây của máy biến áp:

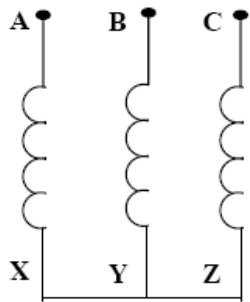
Trong các MBA ba pha các cuộn dây có thể nối lại với nhau thành hình sao (Y), tam giác (Δ) hay nối ziczag. Khi nối sao ta lấy ba đầu cuối nối chung và ba đầu còn lại để tự do, nối tam giác thì đầu cuối của pha này nối với đầu đầu của pha kia. Khi nối ziczag cuộn dây của mỗi pha được chia làm hai nửa và được quấn trên hai trụ khác nhau, hai nửa này được nối nối tiếp ngược nhau.

Kiểu nối ziczag rất ít dùng vì tốn nhiều đồng hơn và chỉ gặp trong các máy biến áp dùng cho thiết bị chỉnh lưu hoặc trong các máy biến áp đo lường để hiệu chỉnh sai số và góc lệch pha.

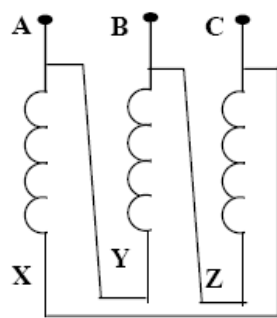
Thông thường các máy biến áp hay dùng các tổ đấu dây Y/Y₀, Y/Δ, Y₀/Δ (Y₀ các cuộn dây được nối theo hình sao và trung tính nối đất trực tiếp).

Vậy, tổ đấu dây của máy biến áp được hình thành do sự phối hợp kiểu đấu dây sơ cấp so với kiểu nối dây thứ cấp và nó biểu thị góc lệch giữa điện áp dây sơ cấp và thứ cấp máy biến áp.

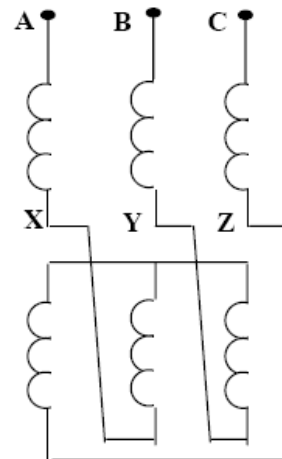
Người ta qui ước biểu thị tổ đấu dây của MBA dựa vào góc lệch pha sức điện động của phía sơ cấp E₁ và thứ cấp E₂.



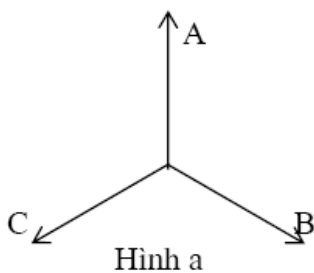
Hình a



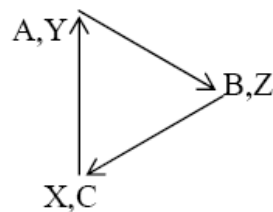
Hình b



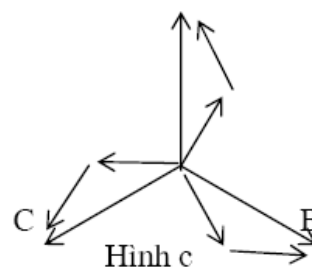
Hình c



Hình a



Hình b



Hình c

Góc lệch pha biến thiên từ 0 đến 360 độ, lấy đơn vị là 30 độ, cho nên tổ đấu dây có thứ tự từ 0 đến 11 và thường dùng kim đồng hồ để biểu thị: kim giờ của đồng hồ biểu thị vectơ điện áp dây sơ cấp đặt cố định ở con số 12, kim phút biểu thị vectơ điện áp thứ cấp tương ứng ở các con số 1 đến 12 tùy theo góc lệch pha giữa các điện áp này là 30,60,...,360.

Đối với MBA ba pha khi nối Y-Y thì tổ đấu dây chẵn 0,2,4,6,8,10; khi đấu Y-Δ thì tổ đấu dây lẻ 1,3,5,7,9,11.

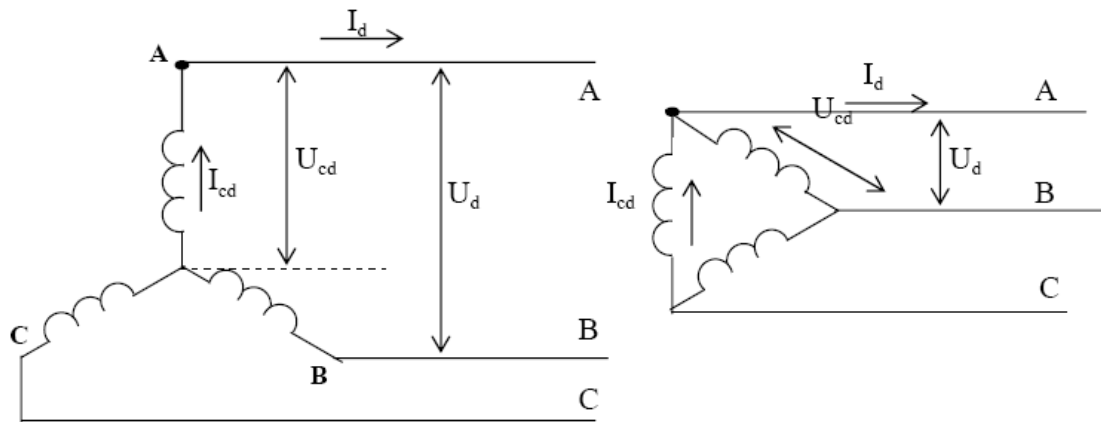
Ở Việt Nam và Liên Xô thường sử dụng tổ đấu dây Y-Y/0 và Y-Δ/11. Cuộn cao MBA thường nối hình Y còn cuộn hạ thường nối hình tam giác vì các lý do sau:

Khi nối hình sao thì điện áp đặt lên cuộn dây $U_{cd} = U_f = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$. Do đó cách điện của các

cuộn dây được tính toán thiết kế theo điện áp pha cho nên cách điện hạng nhẹ, giá thành giảm. Hơn nữa phía cao áp dòng điện làm việc bình thường nhỏ () nên khi nối sao mặc dù dòng chạy qua cuộn dây ($I_{cd} = I_d$) tăng $\sqrt{3}$ lần so với khi nối tam giác nhưng tiết diện dây quấn cũng không tăng lên nhiều.

Cuộn dây nối sao thường lấy ra điểm trung tính để khi cần ta nối đất trung tính.

Khi nối tam giác thì dòng chạy trong cuộn dây giảm đi $\sqrt{3}$ lần nên chỉ cần tiết diện dây quấn theo I_f mà đối với cấp điện áp thấp dòng điện làm việc bình thường lớn nên khi chế tạo mà dòng điện tính toán giảm đi $\sqrt{3}$ lần thì sẽ tiết kiệm được một khối lượng lớn kim loại màu.



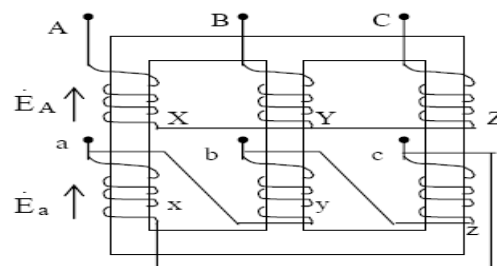
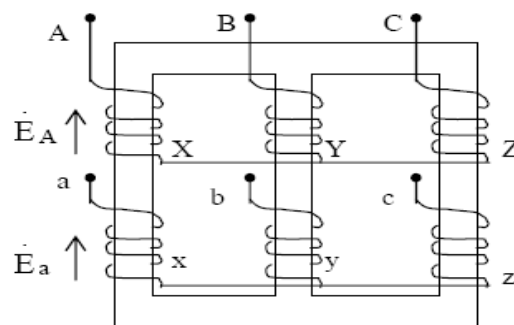
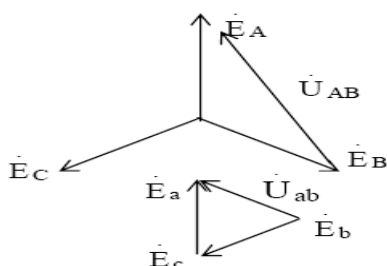
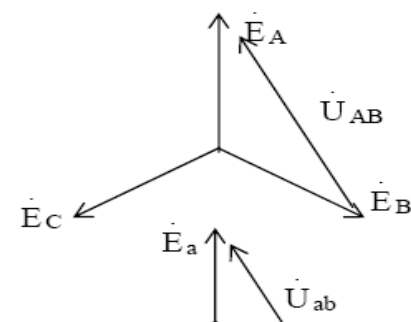
Ngoài ra khi cuộn hạ máy biến áp nối tam giác còn có tác dụng khép mạch các sóng hài bậc cao của dòng từ hóa khi có hiện tượng bất đối xứng tải hoặc nguồn. Như vậy, các thành phần dòng điện bậc cao khép vòng trong cuộn tam giác mà không chạy trong mạng.

Thường đối với MBA có cấp điện áp $U \geq 220\text{kV}$ và MBA tự ngẫu thì trung tính bắt buộc phải nối đất trực tiếp. Hiện nay ở Việt Nam mạng 110kV trở lên đều nối đất trực tiếp điểm trung tính, Tuy nhiên để giảm dòng ngắn mạch một pha người ta có thể không nối đất một số điểm trung tính nhưng khi đó cần phải đặt chống sét van ở điểm trung tính để bảo vệ khi có sét đánh vào MBA trên cả ba pha, thường chọn cấp điện áp của chống sét van nhỏ hơn điện áp định mức của MBA một cấp.

Giản đồ vectơ và cách đấu dây của hai tổ nối dây Y-Y/0 và Y-Δ/11

- Tổ nối dây Y-Y/0 :

- Tổ nối dây Y-Δ/11:



2.2.3. Khả năng tải của máy biến áp

2.2.3.1. Đặt vấn đề

Ta đã biết công suất định mức của máy biến áp là công suất biểu kiến tính bằng KVA mà máy biến áp có thể mang tải lâu dài trong điều kiện định mức của điện áp, tần số, nhiệt độ môi trường cũng như điều kiện làm mát; khi đó tuổi thọ sẽ bằng định mức.

Nhưng trong thực tế máy biến áp thường làm việc khác chế độ định mức. Phụ tải của máy biến áp luôn luôn thay đổi theo thời gian, có lúc nhỏ hơn có lúc lại lớn hơn công suất định mức S_{dm} , nghĩa là có khi non tải có khi quá tải. Cả hai chế độ vận hành này đều không kinh tế. Thực tế cho thấy rằng máy biến áp có thể mang tải quá định mức trong một thời gian nào đó của ngày hoặc của năm đó máy biến áp không giảm, nếu trong phần thời gian còn lại của ngày hoặc năm đó máy biến áp làm việc non tải so với định mức. Máy biến áp cho phép làm việc ở chế độ này hay chế độ khác không phải được quyết định bởi công suất định mức mà phải căn cứ chủ yếu vào độ hủy hoại cách điện, nhiệt độ cực đại của cuộn dây và của dầu trong giai đoạn được xét.

2.2.3.2. Khả năng tải của máy biến áp

Khả năng tải của máy biến áp là tập hợp các chế độ mang tải bình thường và quá tải của máy biến áp. Khả năng tải của MBA không thể biểu diễn bằng đơn vị KVA được, vì nó được xác định bằng một loạt các điều kiện như: đồ thị phụ tải, thời gian tồn tại chế độ vận hành, nhiệt độ môi trường làm mát...

Vì vậy muốn xác định một chế độ làm việc nào đó của máy biến áp ở một nhiệt độ môi trường nào đó thì cần phải xác định được nhiệt độ cuộn dây, nhiệt độ dầu và mức hủy hoại cách điện.

2.2.3.3. Độ già cỗi cách điện

Trong máy biến áp động lực, người ta dùng chủ yếu cách điện cấp A, nhiệt độ cho phép của cách điện này lên đến 105°C .

Trong vận hành, khi nhiệt độ tăng thì phản ứng hóa học tăng, làm cho cách điện bị xơ cứng, độ bền cơ và độ bền điện của vật liệu cách điện cũng giảm và ta gọi cách điện bị già cỗi. Sự già cỗi được đặc trưng bằng độ già cỗi cách điện và có thể biểu diễn phụ thuộc vào nhiệt độ.

Theo định luật Arrhenius, khi nhiệt độ biến thiên trong khoảng từ 80°C đến 140°C thì tuổi thọ trung bình của vật liệu cách điện cấp A phụ thuộc vào nhiệt độ theo biểu thức sau: $V = A \cdot e^{-a\theta}$ trong đó A, a là các hằng số phụ thuộc vào vật liệu cách điện. θ là nhiệt độ ở điểm nóng nhất của cuộn dây máy biến áp ($^{\circ}\text{C}$).

Người ta đã xác định được đối với cách điện cấp A:

$$A = (1,5 - 7,5) \cdot 104 \text{ năm}; a = 0,115 (1/^{\circ}\text{C})$$

Ở chế độ định mức, nhiệt độ điểm nóng nhất của cuộn dây bằng định mức và bằng 98°C thì tuổi thọ sẽ bằng định mức: $V_{dm} = A \cdot e^{-a\theta_{dm}}$.

Tuổi thọ tương đối của cách điện sẽ là: $V^* = V/V_{dm} = e^{-a(\theta - \theta_{dm})}$

Đại lượng nghịch đảo $L = 1/V^*$ được gọi là độ già cỗi của cách điện và bằng:

$$L = 1/V^* = V_{dm}/V = e^{a(\theta - \theta_{dm})}$$

Trong tính toán để đơn giản ta chuyển về mũ cơ số 2:

$$L = e^{a(\vartheta - \vartheta_{dm})} = 2^{\frac{a(\vartheta - \vartheta_{dm})}{\ln 2}} = 2^{\frac{a(\vartheta - \vartheta_{dm})}{0,693}}$$

$$L = 2^{\frac{a(\vartheta - \vartheta_{dm})}{0,693}} = 2^{\frac{\vartheta - \vartheta_{dm}}{\Delta}}$$

với $\Delta = 0,693/a \approx 0,693/0,115 = 6^{\circ}\text{C}$.

Như vậy:
$$L = 2^{\frac{\vartheta - \vartheta_{dm}}{6}}$$

Nghĩa là khi nhiệt độ thay đổi hai lần thì tuổi thọ cũng như độ già cỗi cách điện của MBA thay đổi hai lần; qui tắc này gọi là qui tắc 6°C .

Khi nhiệt độ cuộn dây bằng định mức thì tuổi thọ tương đối và độ già cỗi bằng 1. Nếu nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ định mức 6°C thì độ già cỗi tăng hai lần và tuổi thọ sẽ giảm đi hai lần so với định mức. Điều đó có nghĩa là vận hành ở chế độ này 1 năm thì về mặt hủy hoại cách điện sẽ tương đương với hai năm vận hành ở chế độ định mức. Tuổi thọ định mức và độ già cỗi cách điện trong một số chế độ cho ở bảng sau:

Nhiệt độ cách điện $^{\circ}\text{C}$	Tuổi thọ tương đối V^*	Độ già cỗi
80	8	0.125
86	4	0.25
92	2	0.5
98	1	1
104	0.5	2
110	0.25	4
116	0.125	8

Nếu trong khoảng thời gian T đang xét, nhiệt độ không đổi thì độ hủy hoại cách điện trong khoảng thời gian sử dụng T sẽ là: $H = L.T$

Còn nếu trong khoảng thời gian T nhiệt độ thay đổi thì L sẽ là hàm của t và độ hủy hoại cách điện H sẽ là:

$$H = \int_0^T L(t).dt = \int_0^T 2^{\frac{(\vartheta - \vartheta_{dm})}{6}}.dt$$

Trong tính toán gần đúng có thể tính tổng tích phân thay cho tích phân. Ta chia biểu đồ nhiệt độ của MBA thành nhiều đoạn nhỏ theo các khoảng thời gian Δt_i (với $i = 1 \div n$).

Trong mỗi khoảng t_i , xem như nhiệt độ cuộn dây không thay đổi và độ già cỗi L_i . Khi đó độ hao mòn cách điện sẽ bằng:

$$H = \sum_{i=1}^n L_i \cdot \Delta t_i$$

Khi nhiệt độ nhỏ hơn 80°C thì độ hao mòn cách điện tương đối rất nhỏ và có thể xem như bằng không.

Độ hao mòn cách điện trung bình trong khoảng thời gian T bằng:

$$L_{tb} = \frac{1}{T} \int_0^T L(t).dt = \frac{1}{T} \int_0^T 2^{\frac{(\vartheta - \vartheta_{dm})}{6}}.dt$$

Độ hao mòn cách điện trung bình trong một ngày đêm:

$$L_{tb\text{ngày}} = \frac{H_{\text{ngày}}}{24}$$

Hao mòn cách điện trong một năm bằng tổng hao mòn cách điện của các ngày trong năm.

Đối với máy biến áp của Liên Xô chế tạo, tuổi thọ định mức từ 20 đến 25 năm ứng với nhiệt độ định mức của môi trường làm mát bằng 20°C và nhiệt độ điểm nóng nhất của cuộn dây là 98°C.

Thực tế vận hành cho thấy phụ tải của MBA luôn thay đổi hàng ngày, hàng năm; trong đó số ngày có phụ tải nhỏ hơn định mức chiếm phần lớn. Do đó tuổi thọ của máy biến áp có thể lớn hơn định mức. Vì vậy có thể máy biến áp được quá tải nghĩa là làm việc với phụ tải lớn hơn công suất định mức trong khoảng thời gian nào đó mà tuổi thọ giảm nhỏ hơn định mức.

2.2.4. Quá tải cho phép của máy biến áp

Có thể chia làm hai loại quá tải của MBA là quá tải bình thường và quá tải sự cố.

2.2.4.1 Quá tải bình thường

Do đồ thị phụ tải ngày thường xuyên thay đổi nên cho phép máy biến áp được quá tải. Quá tải bình thường còn được gọi là quá tải thường xuyên, quá tải có hệ thống, quá tải lâu dài.

Khả năng quá tải thường xuyên cho phép của máy biến áp được đánh giá dựa trên các điều kiện:

Độ hủy hoại cách điện trung bình $L_{tb} \leq 1$.

Quá tải có thể cho phép nhiệt độ nóng nhất của cuộn dây có thể lớn hơn 98°C nhưng không được vượt quá 140°C, nhiệt độ của lớp dầu trên bề mặt không được quá 95°C và công suất tải không được vượt quá 1.5 lần công suất định mức.

2.2.4.2 Quá tải sự cố:

Quá tải sự cố là chế độ quá tải cho phép của máy biến áp trong một số trường hợp đặc biệt gọi là sự cố. (Còn gọi là quá tải ngắn hạn). Khi đó do yêu cầu liên tục cung cấp điện nên máy biến áp phải bị bắt buộc làm việc quá tải trong một thời gian ngắn. Lúc này người ta không quan tâm đến tuổi thọ mà chỉ quan tâm đến điều kiện cho phép của cách điện. Có nghĩa là lúc này độ hủy hoại cách điện lớn hơn định mức, nhưng qui định:

Nhiệt độ dầu không được vượt quá 115°C ($\vartheta_{\max} \leq 115^\circ\text{C}$)

Nhiệt độ điểm nóng nhất cuộn dây không vượt quá 140°C

2.2.5. Các phương pháp tính quá tải MBA

2.2.5.1 Quá tải bình thường

a. Quy tắc 3%: Cho phép MBA quá tải 3% về dòng điện so với định mức cho mỗi 10% giảm hệ số điều kiện phụ tải hằng ngày so với 100%.

b. Quy tắc 1%: Nếu như về mùa hè máy biến áp làm việc non tải thì về mùa đông cho phép làm việc quá tải. Trên cơ sở tính toán về độ già cỗi cách điện, cho phép MBA được quá tải theo quy tắc 1%:

Trong 4 tháng mùa hè MBA làm việc non tải bao nhiêu phần trăm so với định mức thì mùa đông nó có thể quá tải bấy nhiêu phần trăm.

Có thể tính kết hợp cả hai qui tắc này, nhưng trị số quá tải tổng cộng về mùa đông không vượt quá 30% và riêng theo qui tắc 1% không được quá tải quá 15%.

Có thể tính quá tải cho phép của MBA theo một số phương pháp khác, xem chi tiết trong một số tài liệu tham khảo.

2.2.5.2 Quá tải sự cố

Quá tải sự cố MBA không phụ thuộc đồ thị phụ tải trước khi sự cố, cũng không phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường xung quanh, vị trí lắp đặt MBA. Đối với máy biến áp dầu mát bằng không khí và nếu trong hệ thống có MBA lưu động dự trữ thì cho phép quá tải sự cố 40% trong những giờ phụ tải cực đại, quá tải này cho phép trong 5 ngày đêm liền và mỗi ngày đêm không quá 6 giờ, nếu hệ số điện kín đồ thị phụ tải của MBA trong điều kiện quá tải không vượt quá 0,75:

$$K_{dk} = I_{tb} / 1,4 I_{dm} \leq 0,75$$

Các máy biến áp có công suất $S \leq 250$ MBA cho phép được quá tải sự cố như sau:

Quá tải dòng điện		20	30	40	45	50	60	75	100	200
Thời gian(phút)	MBA dầu		120	-	80	-	45	20	10	1,5
	MBA khô	60	35	32	-	18	5	-	-	-

Khi quá tải như vậy thì tất nhiên độ già cỗi cách điện tăng lên và tuổi thọ sẽ giảm. Khi quá tải sự cố 40%, người ta thấy rằng tuổi thọ sẽ giảm đi hàng tháng nếu quá tải 1 giờ; nếu quá tải từ 5 đến 6 giờ thì tuổi thọ giảm cả nửa năm. Tuy nhiên, thực tế cho thấy quá tải sự cố hiếm xảy ra, thường không quá 2 đến 3 lần trong suốt thời gian phục vụ của MBA và trong điều kiện làm việc bình thường độ già cỗi cách điện thường nhỏ hơn định mức nhiều lần, nên xét chung vẫn cho phép máy biến áp được quá tải sự cố 40%.

2.2.6. Chọn máy biến áp trong hệ thống điện và trạm biến áp

2.2.6.1 Chọn máy biến áp cho trạm biến áp hạ áp

Trước hết xem trung tính có nối đất hay không, có bao nhiêu cấp điện áp để chọn máy biến áp 3 pha ba cuộn dây, máy biến áp thường hoặc tự ngẫu. Các trạm biến áp hạ áp này sẽ đặt một hoặc hai máy biến áp tùy thuộc mức độ quan trọng của phụ tải.

+ Nếu phụ tải hộ loại I thì phải đặt hai máy biến áp và công suất định mức của MBA phải được chọn sao cho khi một MBA bị sự cố, thì MBA còn lại với khả năng quá tải sự cố cho phép phải đảm bảo cung cấp đủ công suất cho phụ tải trong những giờ phụ tải cực đại.

Theo điều kiện quá tải sự cố ta chọn công suất định mức của mỗi máy biến áp theo điều kiện: $K_{qtsc} \cdot S_{dm} \geq S_{ptmax}$

Trong đó K_{qtsc} là hệ số quá tải sự cố cho phép của MBA; còn S_{ptmax} là công suất cực đại của phụ tải.

+ Nếu phụ tải là phụ tải loại II thì thường ta đặt hai MBA. Tuy nhiên do tính làm việc rất đảm bảo MBA cho nên vẫn cho phép có thể đặt một MBA, và khi sự cố MBA thì yêu cầu nhanh chóng có dự trữ nóng của hệ thống để cung cấp kịp thời cho phụ tải.

+ Nếu phụ tải là phụ tải loại III thì cho phép chỉ đặt một MBA và công suất được chọn như sau $S_{dm} \geq S_{ptmax}$

2.2.6.2 Chọn MBA cho nhà máy điện cung cấp toàn bộ công suất lên cao áp

Thường ở các nhà máy điện ngưng hơi và thủy điện vì điện năng chủ yếu được truyền tải đi xa ở cấp điện áp cao, còn phụ tải địa phương cấp điện áp máy phát thường rất nhỏ (không quá 15% công suất nhà máy) nên người ta thường dùng sơ đồ bộ MF-MBA.

Công suất biến áp được chọn dựa vào công suất định mức của máy phát S_{Fdm} như sau:

+ Nếu dùng máy biến áp hai cuộn dây hoặc ba cuộn dây: $S_{dm} \geq S_{Fdm}$

+ Nếu dùng máy biến áp tự ngẫu vì cuộn dây hạ áp của máy biến áp tự ngẫu chỉ chế tạo bằng công suất mẫu nên: $S_{Hdm} \geq S_{Fdm}$

Với S_{Hdm} là công suất định mức của cuộn hạ áp, thông thường bằng công suất mẫu $S_{Hdm} = k_{cl}.S_{dm}$ nên điều kiện chọn công suất định mức của MBATN sẽ là:

$$S_{dmTN} \geq S_{Fdm}/K_{cl}$$

Cần chú ý rằng ở đây ta không trừ bớt năng lượng công suất tự dùng, vì đã kể đến trường hợp điện tự dùng được lấy từ nguồn dự trữ khác, hoặc khi vừa xây dựng xong nhà máy lúc khởi động có thể lấy tự dùng từ nguồn khác.

Nếu công suất máy phát điện bé thì người ta có thể dùng một máy biến áp nối với nhiều máy phát. Nhưng khi đó yêu cầu tổng công suất của bộ phải không được vượt quá công suất dự trữ của hệ thống và dòng điện ngắn mạch ở cấp điện áp máy phát phải không được lớn quá để có thể chọn được thiết bị hạng nhẹ. Có thể dùng MBA có cuộn dây phân chia ở phía hạ áp để dòng ngắn mạch nhỏ do $u_N\%$ lớn.

Nếu nhà máy điện có hai cấp điện áp cao và trung mà công suất phụ tải trung bé thì nên dùng hai MBA hai dây quấn, một bên cao áp, một bên trung áp và cả hai nối chung vào máy phát điện. Như vậy sẽ kinh tế hơn nhưng có nhược điểm là điện áp ngắn mạch $U_N\%$ khác nhau nên khó hòa đồng bộ.

- Khi công suất phụ tải phía U_T lúc cực tiểu lớn hơn công suất một MFĐ thì nên nối bộ máy phát vào MBA 2 cuộn dây và nối vào thanh góp cấp trung áp. Số bộ tùy ý nhưng phải đảm bảo điều kiện: $\sum S_{bộ} \leq S_{Tmin}$. Nếu ngược lại thì lúc phụ tải cấp U_T cực tiểu công suất còn thừa sẽ truyền sang U_C qua hai lần biến áp nên không kinh tế. Hơn nữa trong những bộ có máy biến áp ba cuộn dây, bình thường cuộn dây cao áp có thể tải đến công suất định mức nên không thể truyền thêm công suất từ trung áp sang cao áp khi cần huy động.

2.3 KHÍ CỤ ĐIỆN

2.3.1. Khái niệm chung:

Trong nhà máy điện ngoài các thiết bị chính như lò hơi, tuabin, máy phát Còn có nhiều loại cơ cấu khác nhau để phục vụ hay tự động hóa quá trình công tác của các tổ máy. Tất cả những cơ cấu này cùng với các động cơ điện kéo chúng, mạng điện, thiết bị

phân phối, máy biến áp giảm áp, nguồn năng lượng độc lập, hệ thống điều khiển, tín hiệu, thấp sáng...

2.3.2. Máy cắt điện cao áp:

2.3.2.1 Khái niệm chung – phân loại

Khái niệm

Máy cắt điện áp cao (>1000 V) là một loại khí cụ điện dùng để đóng cắt các mạch điện lúc không tải, có tải cũng như khi ngắn mạch.

Yêu cầu của máy cắt điện là phải có khả năng cắt lớn, thời gian cắt ngắn, khi đóng cắt không được gây cháy nổ và phải có khả năng đóng cắt một số lần nhất định mới đem ra sửa chữa, kích thước và trọng lượng máy cắt phải gọn nhẹ, kết cấu đơn giản, giá thành hạ.

Nhờ có máy cắt điện mà các tình trạng sự cố trong hệ thống được loại trừ nhanh chóng, đảm bảo ổn định hệ thống.

Phân loại

Tùy theo các phương pháp dập tắt hồ quang và các biện pháp cách điện giữa các bộ phận người ta chia máy cắt ra làm các loại sau:

- *Máy cắt điện nhiều dầu*: Dầu được dùng để làm vật liệu cách điện đồng thời để sinh khí dập tắt hồ quang.
- *Máy cắt điện ít dầu*: Dầu dùng để sinh khí dập tắt hồ quang, còn cách điện là các điện môi rắn.
- *Máy cắt tự sinh khí*: Dùng điện môi rắn để làm nhiệm vụ cách điện và dập tắt hồ quang, khi nhiệt độ cao chất rắn này có khả năng sinh khí lớn và có tác dụng dập tắt hồ quang.
- *Máy cắt điện không khí*: Hồ quang được dập tắt nhờ không khí nén, cách điện giữa các bộ phận bằng điện môi rắn.
- *Máy cắt điện khí*: Hồ quang được dập tắt trong môi trường khí có độ bền điện cao và khả năng dập tắt hồ quang lớn (khí SF_6).
- *Máy cắt điện điện từ*: Hồ quang được đẩy vào khe hở hẹp bằng phương pháp lợi dụng lực điện từ và ở đó hồ quang được dập tắt một cách dễ dàng.
- *Máy cắt điện chân không*: Hồ quang được dập tắt trong môi trường chân không, các tiếp điểm của máy cắt được đặt trong buồng dập hồ quang có môi trường là chân không nên khả năng dập tắt hồ quang lớn.
- *Máy cắt điện phụ tải*: Khác với các loại máy cắt điện trên máy cắt này chỉ có thể đóng, cắt dòng điện phụ tải nhưng không cắt được dòng điện ngắn mạch. Buồng dập hồ quang làm bằng vật liệu tự sinh khí.

2.3.2.2 Các tham số của máy cắt

Các tham số cơ bản là: U_{dm} , I_{dm}

Ngoài ra còn có một số tham số sau:

- a. Dòng điện cắt định mức (I_{cdm}): Do nhà chế tạo quy định và đặt trưng cho khả năng cắt của máy cắt.

Dòng điện cắt định mức là dòng điện ngắn mạch ba pha hiệu dụng lớn nhất (tại thời điểm mở tiếp điểm) mà máy cắt có thể cắt được khi điện áp phục hồi giữa các pha bằng điện áp định mức nhưng không làm hư hỏng máy cắt điện và có thể tiếp tục đóng cắt những lần sau mà không phải sửa chữa gì.

Khi ngắn mạch một pha $N^{(1)}$ cho phép cắt dòng bằng $1,15 I_{dm}$ vì lúc này điện áp phục hồi trên các pha bé hơn trường hợp ngắn mạch ba pha $N^{(3)}$.

Dòng điện cắt định mức của máy cắt được xác định bằng thực nghiệm. Trong vận hành nhiều khi máy cắt phải đóng cắt một số lần liên tục. Vì vậy khi thí nghiệm đòi hỏi tất cả các máy cắt phải cắt được dòng điện cắt định mức theo chu trình sau:

C- 180- DC – 180- DC

C: Kí hiệu cắt dòng điện ngắn mạch.

DC: Thao tác đóng máy cắt khi đang ngắn mạch và sau đó cắt máy cắt ra ngay.

180(s) là thời gian giữa hai lần thao tác liên tục.

Đối với các máy cắt có thiết bị tự đóng lại yêu cầu chu trình thí nghiệm còn nặng nề hơn tùy theo yêu cầu tự đóng lại 1 lần hay 2 lần.

b. Công suất cắt định mức của máy cắt: Nó cũng đặc trưng cho khả năng cắt của máy cắt và được xác định bởi biểu thức sau: $S_{cdd} = \sqrt{3}U_{dm}.I_{cdd}$

Công suất cắt định mức chỉ là một đại lượng có tính chất qui ước, nó khác với công suất biểu kiến khi ngắn mạch vì trong công thức trên chúng ta lấy dòng điện và điện áp ở những thời điểm khác nhau.

c. Dòng điện đóng định mức (I_{ddm}): Đặc trưng cho khả năng đóng của máy cắt điện khi đang ngắn mạch. Đó là dòng điện ngắn mạch ba pha hiệu dụng toàn phần lớn nhất hay biên độ dòng điện xung kích lớn nhất mà máy cắt điện có thể đóng được nhưng không làm cho các đầu tiếp xúc bị dính lại, hay có những hư hỏng khác khi điện áp bằng điện áp định mức và theo quy trình thí nghiệm. Cho nên I_{ddm} phụ thuộc chủ yếu vào cấu tạo của bộ truyền động và hệ thống tiếp điểm.

Trong các máy cắt người ta thường chế tạo: $I_{ddm} \geq I_{cdm}$

2.3.3.3. Dao cách ly

Dao cách ly là một thiết bị điện cao áp dùng để đóng cắt các mạch điện cao áp lúc không có dòng điện hay cho phép đóng cắt dòng điện nhỏ theo qui định.

Nhiệm vụ: Nhiệm vụ chủ yếu là tạo khoảng cách an toàn trông thấy được để đảm bảo an toàn cho nhân viên sửa chữa các thiết bị điện hay trong một số trường hợp nó dùng để thao tác sơ đồ trong một số sơ đồ điện.

Công dụng: Nhờ có dao cách ly mà ta có thể tiến hành sửa chữa các phần tử của các mạch điện mà không làm ngừng các phần tử phân phối điện khác.

- Khi sửa chữa các thiết bị điện để đảm bảo an toàn người ta phải nối đất thiết bị cần sửa chữa nên dao cách ly có bố trí thêm dao nối đất an toàn và có liên động với nhau. Khi dao cách ly mở thì dao nối đất đóng và ngược lại, chú ý đúng thứ tự.

Các dao cách ly thường bố trí ở hai đầu máy cắt, vì điều kiện làm việc nhẹ nhàng hơn máy cắt nên dao cách ly thường không có buồng dập hồ quang cho nên không cắt được dòng điện lớn.

- Nếu dao cách ly có buồng dập hồ quang thì khả năng cắt của nó tăng lên:

$$I_C = (1 - 1,25) I_{dmcl}$$

Khi xảy ra nhầm lẫn dùng dao cách ly để đóng cắt mạch điện có dòng điện lớn chạy qua thì hồ quang phát sinh có thể phá hỏng dao cách ly, gây nguy hiểm cho người thao tác và có thể hồ quang lan tràn giữa các pha tạo ra ngắn mạch nhiều pha.

- Khi có hai dao cách ly làm việc song song trên một mạch thì cho phép đóng cắt dao cách ly thứ hai khi dao cách ly thứ nhất đang đóng mà không gây nguy hiểm vì trước và sau khi đóng, cắt dao cách ly thứ hai thì hai đầu tiếp xúc của nó cùng điện áp.

Khi dao cách ly mắc nối tiếp với máy cắt thì chỉ cho phép dao cách ly cắt sau khi máy cắt đã cắt.

Kinh nghiệm vận hành cho phép đóng cắt dao cách ly trong các trường hợp sau:

- Dòng không tải của MBA điện lực:

$$10KV \quad S_{BA} \leq 1750 \text{ KVA}$$

$$20KV \quad S_{BA} \leq 3200 \text{ KVA}$$

$$35KV \quad S_{BA} \leq 20000 \text{ KVA}$$

$$110KV \quad S_{BA} \leq 31500 \text{ KVA}$$

Với điều kiện ba dao cách ly phải có bộ truyền động ba pha đóng cắt đồng thời. Vì khi đóng cắt từng pha riêng rẽ sẽ xuất hiện dòng cân bằng.

- Cho phép đóng cắt dòng điện không tải của đường dây trên không (cắt dòng điện điện dung của đường dây):

$$35 \text{ KV} \quad l \leq 30 \text{ km}$$

$$110 \text{ KV} \quad l \leq 20 \text{ km}$$

$$\leq 20 \text{ KV} \quad l \text{ không hạn chế}$$

- Cho phép đóng cắt dòng điện không tải của đường dây cáp (cắt dòng điện điện dung của đường dây cáp)

$$U_{dm} \leq 10 \text{ KV} \quad l \leq 10 \text{ km}$$

- Cắt dòng điện phụ tải của máy biến áp đo lường (BU).

- Đóng cắt dòng điện không cân bằng ở trung tính MBA điện lực có cuộn dập hồ quang.

- Đóng cắt dòng không cân bằng của đường dây được cung cấp từ hai phía với điều kiện điện áp giữa hai đầu tiếp xúc của dao cách ly sau khi cắt không vượt quá 2% U_{dm} .

- Đóng cắt dòng điện chạm đất một pha trong các mạng ba pha trung tính cách điện với đất :

$$5 \text{ A} \quad U = (20 \div 30) \text{ KV}$$

$$10 \text{ A} \quad U \leq 10 \text{ KV}$$

*** Yêu cầu cơ bản đối với dao cách ly:**

- Các tiếp điểm cần phải làm việc đảm bảo khi có dòng điện định mức lâu dài chạy qua và có khả năng làm việc tốt ở nơi có điều kiện thiên nhiên khắc nghiệt.

- Các tiếp điểm và các phần có dòng điện chạy qua phải đảm bảo ổn định động và ổn định nhiệt.
- Dao cách ly và bộ truyền động phải đảm bảo tin cậy, cần giữ vững ở vị trí đóng khi có dòng điện ngắn mạch chạy qua, ở vị trí cắt cần phải cố định chắc chắn.
- Dao cách ly phải đảm bảo khoảng cách an toàn giữa các tiếp điểm khi cắt để tránh hiện tượng phóng điện khi điện áp tăng cao.
- Cơ cấu cơ khí của dao cách ly phải được nối liên động với máy cắt để dao cách ly chỉ được đóng cắt sau khi máy cắt đã cắt.
- Kết cấu đơn giản thuận tiện trong vận hành và sửa chữa.

2.4. KHÁNG ĐIỆN

2.4.1 Khái niệm và phân loại

Khái niệm:

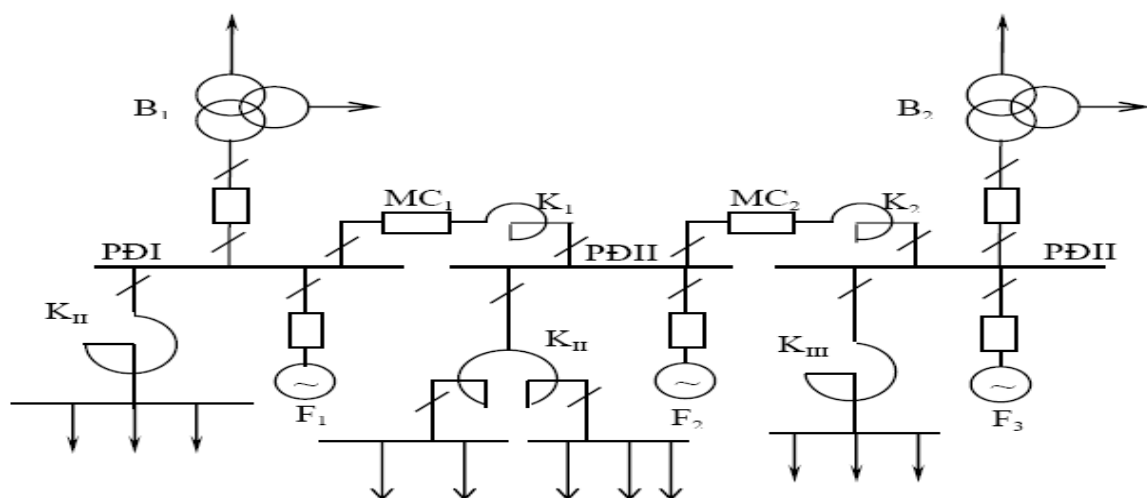
Kháng điện là một cuộn dây điện cảm không có lõi thép có điện kháng rất lớn so với điện trở, dùng để hạn chế dòng điện ngắn mạch hoặc hạn chế dòng điện khởi động của động cơ trong các mạch công suất lớn nhằm chọn được khí cụ điện hạng nhẹ. Ngoài ra kháng điện đường dây còn có tác dụng nâng cao điện áp dư trên thanh góp khi ngắn mạch trên đường dây.

Phân loại:

- Theo vị trí đặt: Kháng điện phân đoạn (K_I , K_2) và kháng điện đường dây (K_I , K_{II} , K_{III}).
- Theo cấu tạo: Kháng điện đơn (K_I , K_{III}) và kháng điện kép (K_{II}).

Kháng điện đơn và kháng điện kép đều có chung một kiểu cấu tạo nhưng chỉ khác là kháng điện đơn chỉ có hai đầu ra còn kháng điện kép có ba đầu ra. Cũng có thể nói rằng kháng điện kép có hai cuộn dây, mà mỗi cuộn dây có hệ số tự cảm L và giữa hai cuộn dây có hồ cảm M .

Ngoài ra để thiết bị phân phối đỡ công kênh thường dùng một kháng cho một số đường dây gọi là kháng nhóm.



Kháng điện để hạn chế dòng điện ngắn mạch thường được đặt trên cả 3 pha, trên đường dây hay trên thanh góp. Trong những mạng ba pha trung tính trực tiếp nối đất người ta có thể dùng kháng điện một pha.

2.4.2. Cấu tạo kháng điện

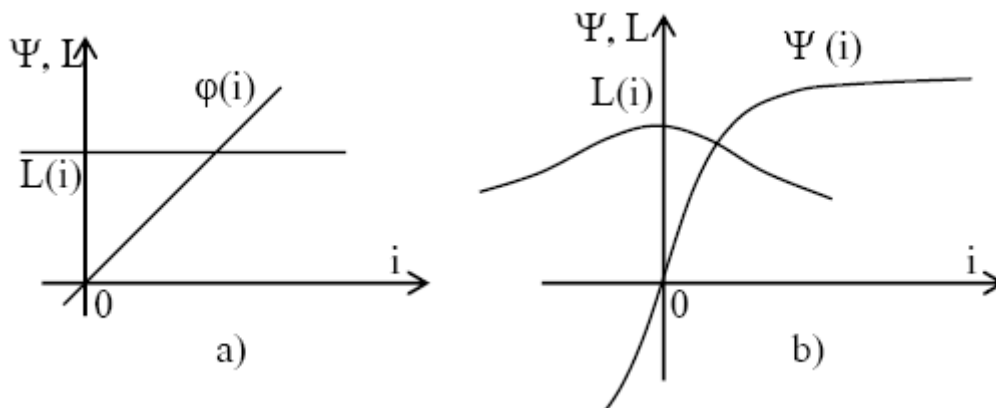
Do yêu cầu đặt tuyến V-A tuyến tính nghĩa là $X_L = \text{const}$ trong phạm vi biến thiên rộng của dòng điện ($I_{nm} = (20 \rightarrow 30)I_{dm}$) cho nên các cuộn dây của kháng điện không quấn trên lõi thép mà được quấn trên các trụ bê tông vì nếu lõi thép thì khi dòng điện tăng (khi ngắn mạch, khởi động cơ) sẽ làm cho lõi thép bão hòa và giảm điện kháng của kháng điện như vậy kháng điện không còn có tác dụng hạn chế dòng ngắn mạch.

Điện cảm của kháng điện được xác định theo công thức:

$$L_K = \partial \Psi_K / \partial i_K$$

$$u_K = L_K(di_K/dt)$$

Khi cuộn dây không quấn trên lõi thép thì đặc tính $L_K(i_K)$ hoặc $\Psi_K(i)$ xác định như hình a. Khi cuộn dây được quấn trên lõi thép thì đặc tính $L_K(i_K)$ hoặc $\Psi_K(i)$ xác định như hình b.



Có hai loại kháng điện là kháng điện bê tông và kháng điện dầu trong đó kháng điện bê tông sử dụng rộng rãi.

Kháng điện bê tông chủ yếu sử dụng với điện áp nhỏ hơn hay bằng 35KV và chế tạo theo từng pha riêng rẽ. Cuộn dây làm bằng dây dẫn nhiều sợi bằng đồng hoặc nhôm, cách điện bằng giấy cách điện, tiết diện dây quấn thường từ 70-185 mm² có khi tiết diện đạt tới 240 mm². Để cách điện giữa các pha với nhau và pha với đất người ta thường dùng sứ đỡ. Trị số điện kháng $X_K\% = 3-12\%$, mỗi cuộn điện kháng đều có đánh dấu sẵn các thứ tự pha và các kiểu lắp đặt. Kháng điện bê tông tuy chế tạo đơn giản, có độ bền cơ và bền điện cao nhưng kích thước và trọng lượng lớn nên giá thành cao.

Khi cấp điện áp ≥ 35 KV sử dụng kháng điện dầu, khác với kháng điện bê tông làm mát bằng không khí kháng điện dầu làm mát bằng dầu.

2.5. Máy biến điện áp (BU, TU)

2.5.1 Khái niệm và công dụng

- Khái niệm: Máy biến điện áp là một máy biến áp đo lường dùng để biến đổi điện áp từ trị số bất kỳ thành một trị số thích hợp để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ rơle và tự động hóa.

Nguyên tắt làm việc của BU giống máy biến áp thông thường nhưng công suất định mức thường nhỏ khoảng 20 – 200 VA, tổng trở mạch ngoài thứ cấp BU rất lớn do đó có thể xem tình trạng làm việc bình thường của BU là không tải.

Công dụng:

- Bảo đảm an toàn cho người phục vụ vì các dụng cụ và thiết bị nối vào phía thứ cấp được cách ly hoàn toàn với điện áp cao. Cuộn dây thứ cấp luôn luôn nối đất an toàn để đề phòng khi cách điện giữa cao áp và hạ áp bị chọc thủng sẽ gây nguy hiểm cho người vận hành và dụng cụ ở mạch thứ cấp.
- Tất cả các dụng cụ đo lường, bảo vệ rơle và tự động hóa được cung cấp từ thứ cấp của BU (điện áp 100 V hay $100/\sqrt{3}$ V) nên các thiết bị này đều được chế tạo với $U_{dm} = 100V$ hay $100/\sqrt{3}V$. Vì vậy thiết bị đơn giản, giá thành hạ, làm việc đảm bảo.

2.5.2 Các thông số của BU

2.5.2.1. Tỷ số biến đổi định mức

Tỷ số biến đổi định mức là tỷ số giữa điện áp định mức sơ cấp và điện áp định mức thứ cấp của BU.

$$K_{dm} = U_{1dm}/U_{2dm} \quad (1)$$

Điện áp định mức sơ cấp U_{1dm} của BU được tiêu chuẩn hóa theo điện áp định mức của mạng điện.

Điện áp sơ cấp đo được nhờ BU thông qua điện áp thứ cấp được xác định gần đúng bằng :

$$U_1 = K_{dm}.U_2 \quad (2)$$

Thường để thuận tiện các thang đo của đồng hồ nối vào BU người ta chia theo trị số $K_{dm}.U_2$.

Một đại lượng đặc trưng khác của BU là tỷ số vòng dây giữa cuộn dây sơ và cuộn thứ:

$$K_w = w_1/w_2 \quad (3)$$

Chú ý: K_w khác với K_{dm} một ít. Để bù lại tổn thất điện áp khi tải điện cảm và tăng độ chính xác người ta chọn K_{dm} lớn hơn K_w một ít.

2.5.2.2.Sai số của BU

Do có tổn thất công suất trong BU nên : $K_{dm}.U_2 \neq U_1$ cả về góc pha lẫn độ lớn.

Hiệu số các điện áp sơ cấp và thứ cấp sau khi đã qui đổi về thứ cấp được gọi là sai số của BU. Sai số về độ lớn của BU được xác định như sau: $\Delta U = K_{dm}U_2 - U_1 \quad (4)$

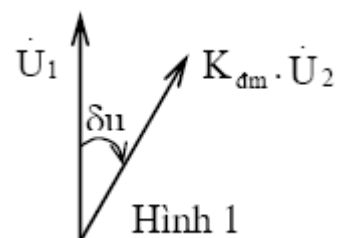
ΔU có thể âm hoặc dương và thực tế thường tính theo phần trăm như sau:

$$\Delta U\% = 100\%(K_{dm}.U_2 - U_1) / U_1$$

Ngoài ra còn sai số góc pha δU giữa U_1 và $K_{dm}.U_2$ được gọi là sai số góc của BU (hình 1), δU cũng có thể âm hoặc dương. Nếu $K_{dm}.U_2$ vượt trước U_1 thì sai số góc được gọi là dương, ngược lại sai số góc là âm.

Trong nhiều trường hợp để thuận tiện người ta dùng số phức để biểu diễn sai số của BU:

$$\Delta U = K_{dm}.U_2 - U_1) / U_1 = \Delta U_K + j \delta U_K \quad (6)$$



2.5.2.3. Phụ tải và công suất định mức của BU

Phụ tải của BU là công suất biểu kiến ở mạch thứ cấp với giả thiết là điện áp thứ cấp là định mức và được xác định như sau:

$$S = U_{2dm}^2 / Z \text{ (VA)} \quad (7)$$

Trong đó : $Z = \sqrt{r^2 + x^2}$ là tổng trở mạch ngoài mạch thứ cấp (Ω)

Khi cho phụ tải thứ cấp là công suất biểu kiến thì phải kèm theo $\cos\varphi_2$, vì có đầy đủ hai đại lượng này mới xác định đầy đủ tổng trở mạch thứ cấp.

Phụ tải định mức của BU là phụ tải lớn nhất mà không làm cho sai số BU vượt quá trị số cho phép.

Khi mắc càng nhiều thiết bị vào BU sẽ làm giảm tổng trở z và tăng phụ tải S dẫn đến sai số tăng lên cho nên không được tùy tiện mắc thêm dụng cụ vào mạch thứ cấp của BU.

2.5.2.4. Cấp chính xác của BU

Cấp chính xác của BU là sai số điện áp lớn nhất của BU khi BU làm việc trong điều kiện tần số $f = 50 \text{ Hz}$.

Phụ tải thứ cấp biến thiên từ $(0.25 - 1)S_{2dm}$ với $\cos \varphi_2 = 0.8$.

Điện áp sơ cấp biến đổi trong khoảng $(0.9 - 1.1)U_{1dm}$.

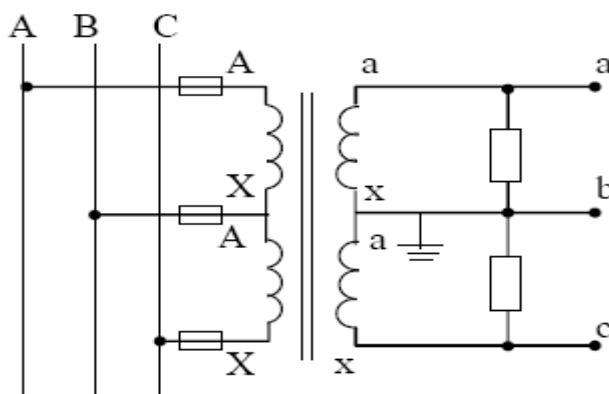
Các máy biến điện áp được chế tạo với 4 cấp chính xác như sau:

Tên cấp chính xác	Sai số điện áp cực đại(%)	Sai số góc cực đại (phút)
0.2	± 0.2	± 10
0.5	± 0.5	± 20
1	± 1.0	± 4.0
3	± 3	Không quy định

BU cấp chính xác 0.2 dùng cho các đồng hồ mẫu hoặc dùng trong phòng thí nghiệm, BU cấp chính xác 0.5 dùng cho các công tơ. Cấp 1.0 và 3.0 dùng cho dụng cụ để bảng.

Đối với các thiết bị bảo vệ rơle và tự động hóa ta có thể dùng cấp chính xác 0.5 hoặc 1.0 hoặc 3.0 tùy theo yêu cầu của từng loại bảo vệ.

2.5.2.5 Sơ đồ nối dây của biến điện áp



Trong hệ thống điện ba pha cần phải đo lường những đại lượng điện áp dây, điện áp pha và điện áp thứ tự không khi một pha chạm đất. Điện áp dây dùng để cung cấp cho các dụng cụ đo lường và BVRL, điện áp pha và điện áp thứ tự không dùng để cung cấp cho BVRL hay để báo tín hiệu khi một pha chạm đất trong mạng có dòng chạm đất nhỏ. Sơ đồ nối dây và kiểu biến điện áp phải phù hợp với nhiệm vụ của nó. Để đo lường các điện áp trên người ta dùng BU có thể nối theo các sơ đồ sau:

1. Dùng hai BU một pha nối theo sơ đồ V/V

Sơ đồ này dùng hai BU một pha có $U_{1dm} = U_d$ và $U_{2dm} = 100V$.

- Sơ đồ chỉ cho phép đo được điện áp dây mà không cho phép đo điện áp pha.
- Sơ đồ được sử dụng rộng rãi trong mạng có dòng chạm đất bé và khi phụ tải chủ yếu là các dụng cụ đo lường đặc biệt là các công tơ và Wattmet.

Ưu điểm :

- Do hai BU hoàn toàn giống nhau cho nên dễ phân bố đều các phụ tải làm tăng độ chính xác, lắp ráp kiểm tra đơn giản.
- Xác định phụ tải và sai số dễ dàng vì các dụng cụ đều mắc vào các BU riêng rẽ.

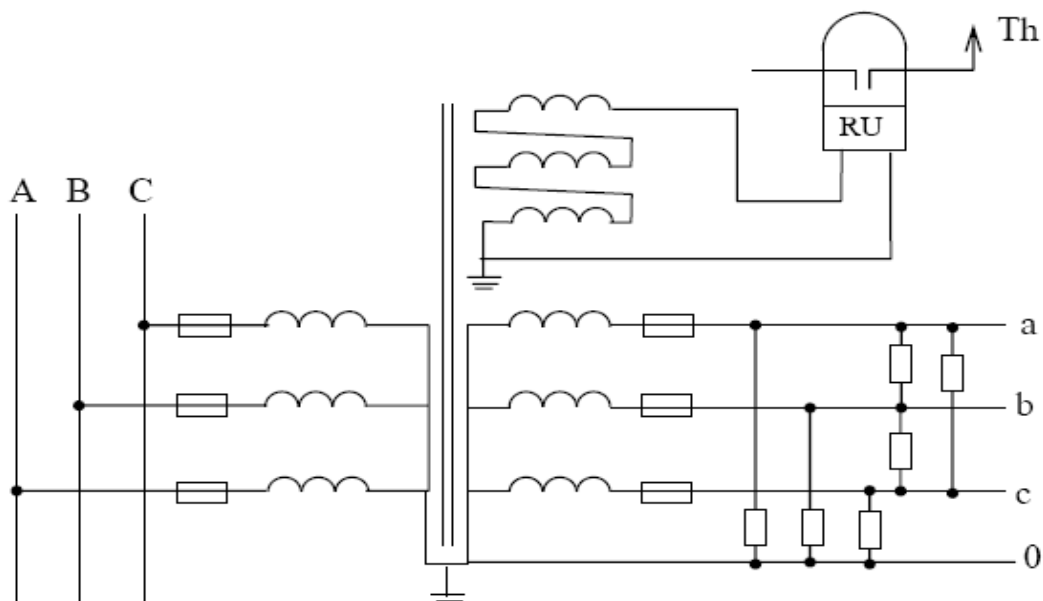
Trong trường hợp cần thiết vẫn có thể đo được điện áp dây U_{AC} :

$$U_{AC} = -(U_{AB} + U_{BC})$$

Tuy nhiên khi mắc dụng cụ đo lường vào hai đầu A, C thì dụng cụ đo lường được cung cấp từ hai BU khác nhau, khi đó góc lệch pha giữa dòng điện so với điện áp tương ứng không giống nhau do đó sai số sẽ tăng lên vì vậy người ta không mắc các dụng cụ vào các pha A và C.

2. Dùng ba BU một pha nối theo sơ đồ $Y_0/Y_0/\Delta$

Khi dùng ba BU một pha theo sơ đồ này ta có thể đo được điện áp dây, điện áp pha và điện áp thứ tự không. Cuộn dây thứ cấp chính nối Y_0 để cung cấp cho đồng hồ đo lường và BVRL, cuộn dây phụ nối Δ để cung cấp cho role báo tín hiệu khi có



chạm đất một pha trong mạng điện có dòng chạm đất bé. Đối với loại này chỉ cần một đầu sứ phía sơ cấp chịu được điện áp pha còn đầu kia nối đất. Cuộn dây sơ cấp chỉ cần thiết kế với điện áp pha, còn $U_{2dm} = 100/\sqrt{3}$ (V).

Trong mạng điện có trung tính cách điện hay nối đất qua cuộn dập hồ quang và trung tính trực tiếp nối đất thì tình trạng làm việc của sơ đồ cũng khác nhau.

- Mạng trung tính cách điện:

Khi một pha chạm đất thì điện áp hai pha còn lại sẽ tăng lên bằng điện áp dây do đó BU nối vào hai pha không như hòng có độ từ cảm B tăng làm chúng phát nóng. Do đây là tình trạng làm việc lâu dài cho phép đối với mạng điện nên BU cũng bị đốt nóng lâu dài. Vì vậy đối với các BU phải chọn từ cảm (ứng với U_{1dm}) nhỏ hơn các BU thường.

- Mạng trung tính trực tiếp nối đất:

Khi ngắn mạch một pha thì điện áp hai pha kia tăng lên $(1.2 - 1.3)U_f$ và bảo vệ role tác động cắt nhanh ngắn mạch một pha cho nên tình trạng phát nóng của BU trong trường hợp này không nhiều và không gây nguy hiểm cho BU.

Sơ đồ này được sử dụng rộng rãi cho cấp điện áp $U \geq 35$ KV.

3. Máy biến áp ba pha

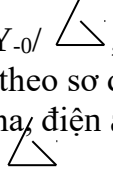
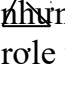
BU ba pha thường chế tạo $U \leq 20$ KV và có hai loại là BU ba pha ba trụ và ba pha năm trụ.

Loại ba pha ba trụ nối theo Y/Y₀-0

Điểm trung tính của cuộn dây cao áp bắt buộc làm việc với tình trạng cách điện với đất nên trên nắp thùng BU loại này không bố trí đầu ra của điểm trung tính cuộn dây cao áp để tránh nhầm lẫn khi sử dụng BU.

BU ba pha, ba trụ sử dụng trong lưới có dòng chạm đất bé, cung cấp cho dụng cụ đo lường điện áp dây không cần chính xác cao. Các cuộn dây sơ cấp của BU này phải được thiết kế theo điện áp dây (Vì BU làm việc trong mạng có dòng chạm đất bé).

BU ba pha ba trụ không dùng để đo điện áp pha hay kiểm tra cách điện. Vì khi đó phải nối đất điểm trung tính của cuộn dây sơ cấp nhưng điều đó không cho phép vì khi có một điểm chạm đất trong mạng điện trung tính cách điện hay nối đất qua cuộn dập hồ quang điện áp thứ tự không trong mạng này lớn có thể bằng U_{pha} nên từ thông thứ tự không lớn và cùng chiều, chúng phải khép mạch qua dầu hay không khí có từ trở lớn nên dòng thứ tự không lớn làm BU bị đốt nóng rất mạnh. Vì vậy không được nối đất điểm trung tính của sơ cấp BU ba pha ba trụ.

Loại BU ba pha năm trụ nối theo sơ đồ Y₀/Y₀-/ , trung tính lấy ra ngoài và nối đất, công dụng của nó giống ba BU một pha nối theo sơ đồ Y₀/Y₀-/  nhưng nó chỉ chế tạo với điện áp ≤ 20 KV, cho phép đo điện áp pha, điện áp dây, bảo vệ role và đo cả điện áp thứ tự không nhờ cuộn dây .

Loại ba pha năm trụ từ thông thứ tự không sẽ được khép mạch qua hai trụ không có dây quấn, do mạch từ có từ trở bé nên dòng thứ tự không cũng rất nhỏ, còn trong tổ ba BU 1 pha thì từ thông thứ tự không của pha nào sẽ khép mạch trong lõi thép pha đó.

2.6. Máy biến dòng (BU, TI)

2.6.1 Công dụng và đặc điểm chung

- Công dụng

Máy biến dòng là một máy biến áp đo lường dùng để biến đổi một dòng điện lớn thành một dòng điện bé thích hợp (5 A, 1 A, 10 A) để cung cấp cho thiết bị đo lường, rơle và tự động hóa. Yêu cầu sai số dòng điện về độ lớn và góc pha đều bé.

Vì có BI mà mạch cao áp và các dụng cụ đo mắc vào mạch thứ cấp được tách biệt đảm bảo an toàn cho nhân viên vận hành. Hơn nữa vì dòng thứ cấp của BI thường là 5 A cho dù dòng điện sơ cấp có giá trị bất kỳ nên tất cả các thiết bị đo lường đều chế tạo với $I_{dm} = 5 A$, do đó giá thành giảm cấu tạo đơn giản và độ chính xác cao.

Cuộn thứ cấp của BI luôn luôn được nối đất để phòng điện áp cao xâm nhập sang thứ cấp gây nguy hiểm cho người phục vụ và dụng cụ phía thứ cấp.

- Đặc điểm chung

Nguyên lý làm việc của BI cũng giống như máy biến áp điện lực, nhưng có những đặc điểm sau:

- + Cuộn sơ cấp được nối tiếp với mạch nhất thứ, có số vòng bé (W_1), khi dòng sơ cấp $I_1 = (400- 600)A$ hoặc cao hơn thì $W_1 = 1$ vòng, đối với I_{dm} nhỏ hơn giá trị trên ta có thể chế tạo hai hay nhiều vòng. Còn cuộn dây thứ cấp có số vòng dây nhiều hơn.
- + Phụ tải thứ cấp rất nhỏ do đó có thể coi BI làm việc trong tình trạng ngắn mạch và đây là tình trạng làm việc bình thường của BI.
- + Dòng thứ cấp định mức không phụ thuộc vào dòng sơ cấp.

Lưu ý: Trường hợp không tải phải nối tắt để tránh quá điện áp cho BI.

2.6.2 Các tham số của BI

Ngoài các thông số cơ bản giống như thiết bị điện khác như I_{dm} , U_{dm} máy biến dòng còn có các thông số sau:

a. Hệ số biến đổi dòng điện định mức và tỉ số vòng dây của BI

$$K_{dm} = I_{1dm}/I_{2dm}$$

Trong đó: I_{1dm} và I_{2dm} là dòng điện định mức phía sơ và thứ cấp của BI. I_{1dm} được tiêu chuẩn hóa theo từng cấp, còn $I_{2dm} = 5A$. Khi khoảng cách từ BI đến dụng cụ đo lường lớn ta có thể dùng loại $I_{dm} = 1 A$ để giảm tiết diện dây dẫn phía thứ cấp. Và để cung cấp cho các bộ truyền động của máy cắt ta thường dùng loại BI có $I_{2dm} = 10A$.

Dòng sơ cấp đo được nhờ BI được xác định như sau: $I_1 = K_{dm}. I_2$

Trong đó: I_1 là dòng sơ cấp đo lường, I_2 là dòng thứ cấp đo lường được. Thường các thang đo của đồng hồ nối vào BI người ta chia theo trị số $K_{dm}.I_2$.

K_{dm} khác với tỷ số vòng dây giữa cuộn dây sơ cấp và thứ cấp. Để bù lại dòng từ hóa cho máy biến dòng và tăng độ chính xác thường người ta chọn $K_{dm} > K$ (tỷ số vòng dây giữa cuộn dây sơ cấp và thứ cấp)

b. Sai số của BI

Giá trị $K_{dm} . I_2$ đo được thường khác dòng điện sơ cấp cần đo về cả độ lớn và góc pha, hiệu số của hai đại lượng này về trị số gọi là sai số về dòng điện của BI.

$$\Delta I = K_{dm}.I_2 - I_{1dm}$$

$$\Delta I \% = 100\%.(K_{dm}.I_2 - I_1)/I_1$$

ΔI có thể âm hoặc dương.

Góc lệch pha giữa các vectơ dòng điện sơ cấp và thứ cấp gọi là sai số góc của BI (δI), nó có thể dương hoặc âm, nếu $K_{dm}I_2$ vượt trước I_1 thì δI dương và ngược lại thì sai số góc âm.

c. Phụ tải của BI

Phụ tải của BI là tổng trở của tất cả các dụng cụ và dây dẫn nối vào mạch thứ cấp của nó tính bằng Ω :

$$Z = \sqrt{x^2 + r^2} = Z_{\text{dụng cụ}} + Z_{\text{dây dẫn}}$$

Khi cho z cần phải cho $\cos\varphi_2$.

Phụ tải định mức: Là phụ tải lớn nhất mà không làm cho sai số của BI vượt quá giá trị qui định đối với cấp chính xác đang xét.

$$S_{dm} = Z_{dm} \cdot I_{2dm}^2$$

d. Cấp chính xác của BI

Cấp chính xác của BI là sai số lớn nhất về dòng điện khi nó làm việc trong các điều kiện:

- Tần số: 50Hz
- Phụ tải thứ cấp thay đổi từ $(0,25-1)S_{dm}$
- Dòng sơ cấp tương ứng cấp chính xác cho bảng sau:

Cấp chính xác	$I_1\%$ (so với I_{1dm})	$\Delta I_{max}(\%)$	δI_{max}
0.2	10	± 0.5	± 20
	20	± 0.35	± 15
	100-200	± 0.2	± 10
0.5	10	± 1.0	± 60
	20	± 0.35	± 50
	100-200	± 0.2	± 40
1	10	± 0.2	± 120
	20	± 0.15	± 100
	100-200	± 0.1	± 80
3	50-120	± 3	Không quy định
10	50-120	± 10	Không quy định

Máy biến dòng có cấp chính xác 0.2 để cung cấp cho các đồng hồ mẫu và dùng trong phòng thí nghiệm.

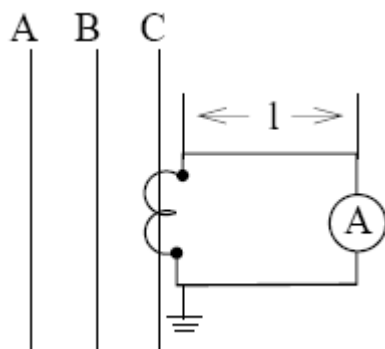
Cấp chính xác 1.3 dùng để cung cấp cho các dụng cụ đo lường để bảng, riêng đối với công tơ dùng cấp chính xác 0.5. Cấp chính xác 10 dùng cho các bộ truyền động của máy cắt.

Riêng đối với Role tùy theo yêu cầu loại bảo vệ mà dùng cấp chính xác của BI cho thích hợp.

2.6.3 Sơ đồ nối dây của máy biến dòng

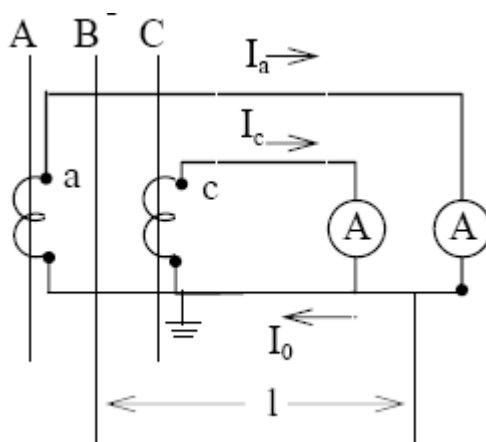
2.6.3.1. Sơ đồ BI nối từng pha riêng rẽ

Sơ đồ dùng để cung cấp nguồn cho các thiết bị đo lường một pha hay các thiết bị bảo vệ role một pha.



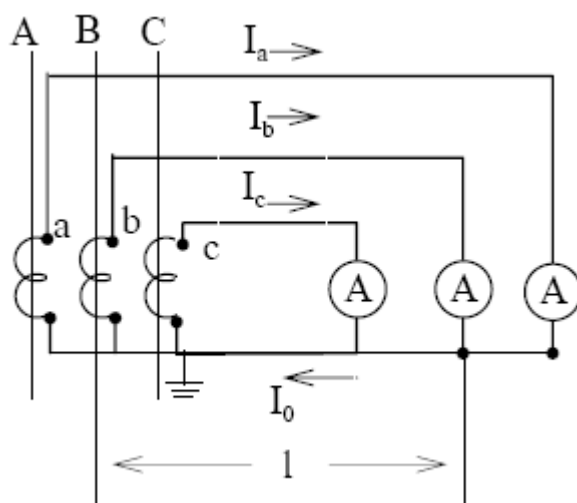
2.6.3.2. Sơ đồ nối theo kiểu sao khuyết

Sơ đồ này dùng để cung cấp nguồn cho các thiết bị đo lường trong mạch ba pha và cung cấp cho thiết bị bảo vệ role chống dòng ngắn mạch nhiều pha.



2.6.3.3. Sơ đồ BI nối theo kiểu sao hoàn toàn

Sơ đồ này dùng để cung cấp nguồn cho các thiết bị đo lường ba pha hay cung cấp cho các thiết bị bảo vệ role chống ngắn mạch nhiều pha.



CHƯƠNG 3

SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN CHÍNH VÀ TỰ DỪNG CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

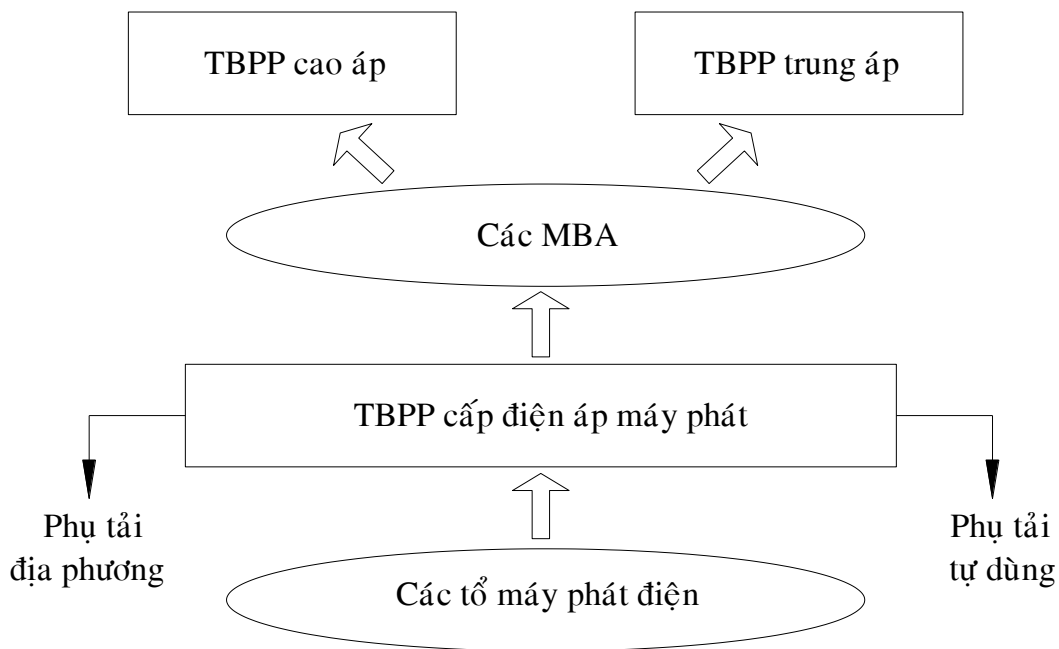
3.1 KHÁI NIỆM CHUNG

Để định hướng đúng đắn cho các lựa chọn và tính toán sau này, trước hết cần hiểu một cách tổng quát về sự thay đổi cấp điện áp trong nhà máy điện (NMD) và các phân phối phụ tải điện cho các cấp điện áp, cho phần tự dùng, công suất phát về hệ thống.

Sơ đồ tổng quát của một nhà máy điện trình bày trên hình 3.1, còn hình 3.2 giới thiệu một số sơ đồ nối điện minh họa sơ đồ tổng quát của nhà máy điện nêu trên.

Bắt đầu từ các tổ máy phát điện(MF), công suất được cấp lên thiết bị phân phối (TBPP) cấp điện áp máy phát. TBPP sẽ nhận công suất từ các tổ MF, sau đó phân phối cho phụ tải địa phương và cho phần tự dùng của nhà máy; công suất còn lại qua các máy biến áp (MBA) tăng áp cấp điện cho phụ tải cấp điện áp trung, phụ tải điện áp cao (nếu có) và phát công suất thừa về hệ thống để luôn đảm bảo cân bằng công suất ở mọi thời điểm.

Các MBA tăng áp nhận điện từ TBPP cấp điện áp máy phát, làm thay đổi cấp điện áp và cấp điện cho phụ tải cấp điện áp trung, phụ tải cấp điện áp cao (nếu có) và phát công suất thừa về hệ thống. Các MBA này tùy theo yêu cầu truyền tải công suất có thể là các loại: MBA hai cuộn dây, MBA ba cuộn dây, MBA tự ngẫu; chúng có thể là loại MBA có điều chỉnh dưới tải hay không điều chỉnh dưới tải là theo yêu cầu điều chỉnh điện áp các cấp.



H3.1 Sơ đồ tổng quát của Nhà máy điện

Từ phía cao áp của các MBA hình thành các cấp tương ứng để nhận điện từ MBA, sau đó phân phối điện cho các phụ tải trong cấp điện áp của nó và phát công suất thừa về hệ thống.

3.2 CÁC DẠNG SƠ ĐỒ NỘI ĐIỆN

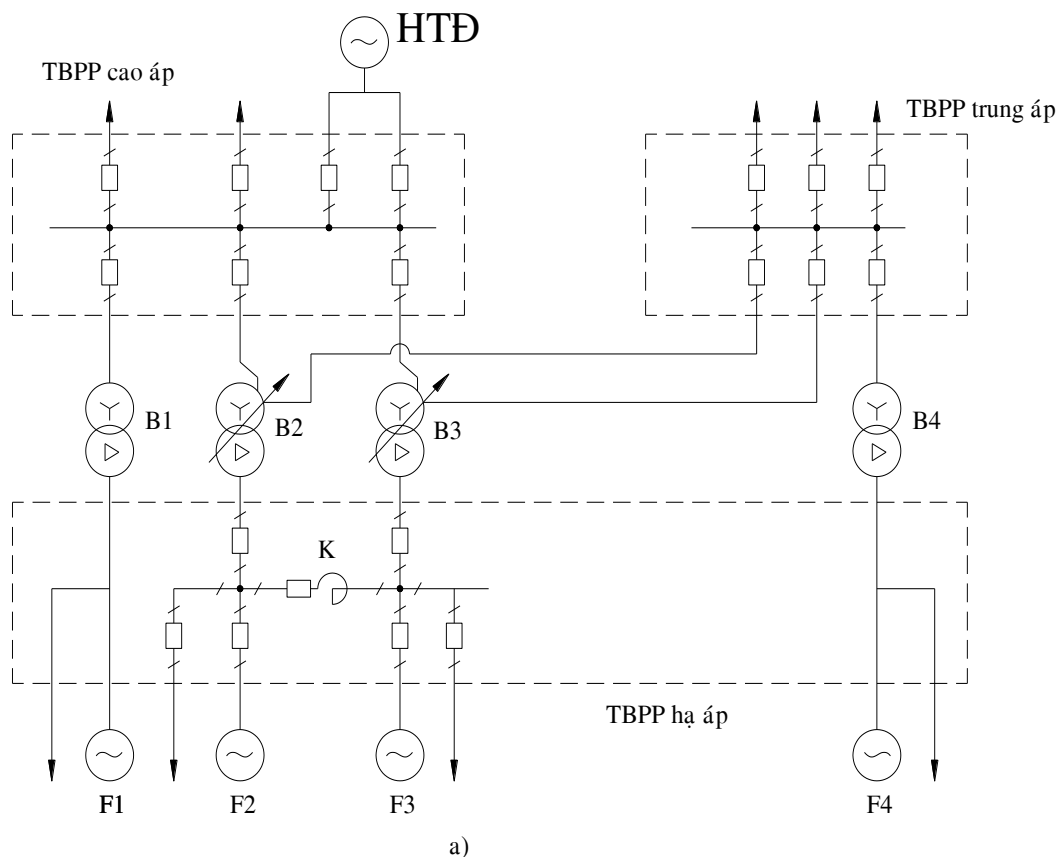
1. Sơ đồ có thanh góp điện áp máy phát và sơ đồ không có thanh góp điện áp máy phát

- Sơ đồ có thanh góp điện áp máy phát (hình 3.2a,b)

Sơ đồ này có một thanh góp ngang cấp điện áp máy phát để nối một số máy phát nào đó; đồng thời chúng còn dùng để đầu điện cấp cho phụ tải địa phương và cho tự dùng của các tổ máy này. Thanh góp điện áp máy phát thường được phân đoạn theo từng tổ máy bằng kháng phân đoạn để hạn chế dòng ngắn mạch khi ngắn mạch trên phân đoạn thanh góp.

- Sơ đồ không có thanh góp điện áp máy phát (hình 3.2c)

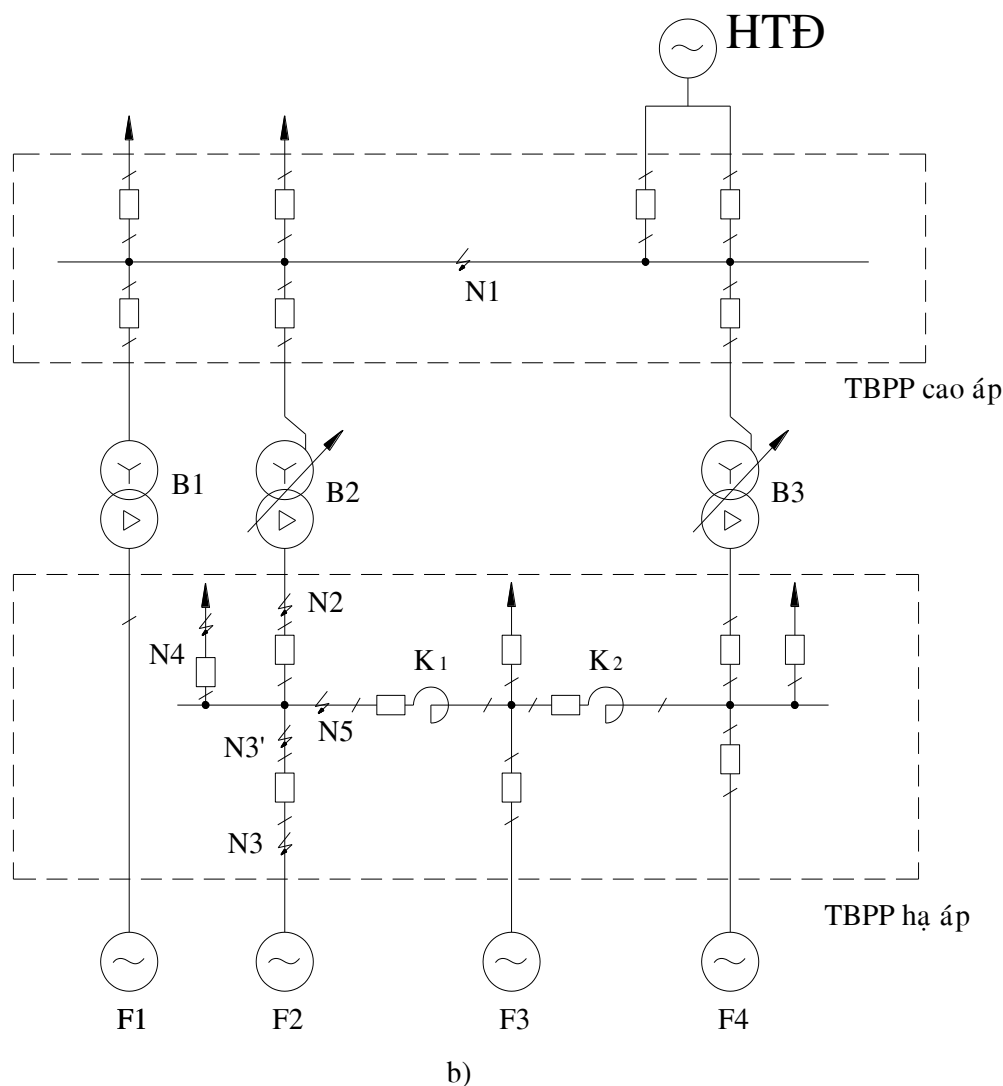
Sơ đồ này không có thanh góp ngang cấp điện áp máy phát, các máy phát nối điện thẳng lên máy biến áp của chúng. Phụ tải địa phương và phân tự dùng lấy điện trực tiếp đầu cực máy phát.



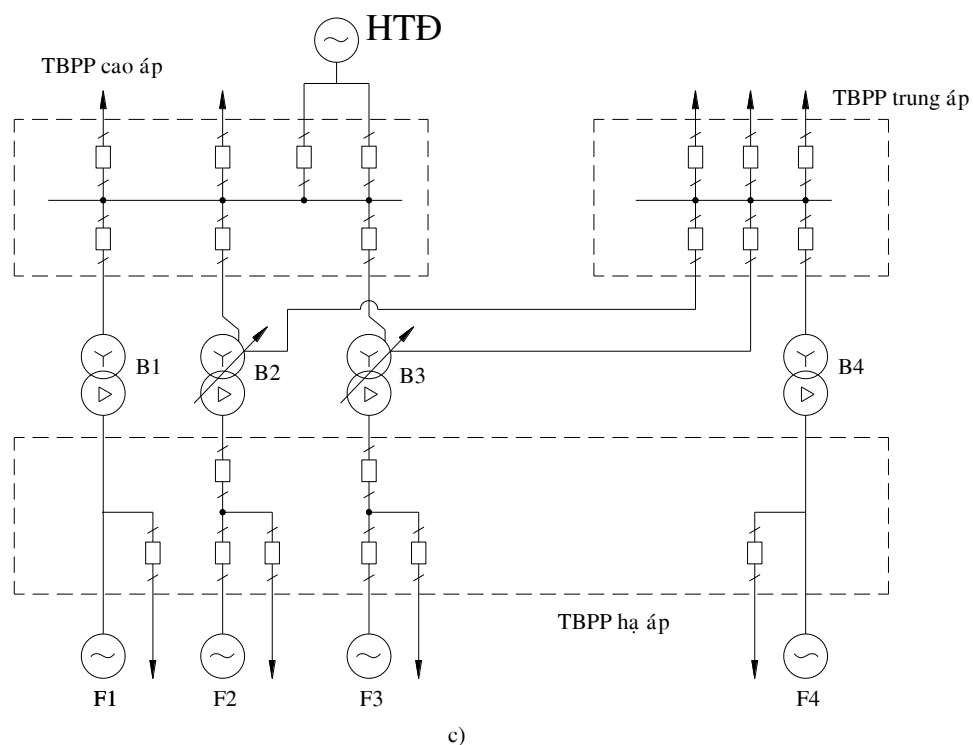
Hình 3.2 a. Sơ đồ nối điện của nhà máy điện, có thanh góp điện áp máy phát, ba cấp điện áp

2. Sơ đồ bộ

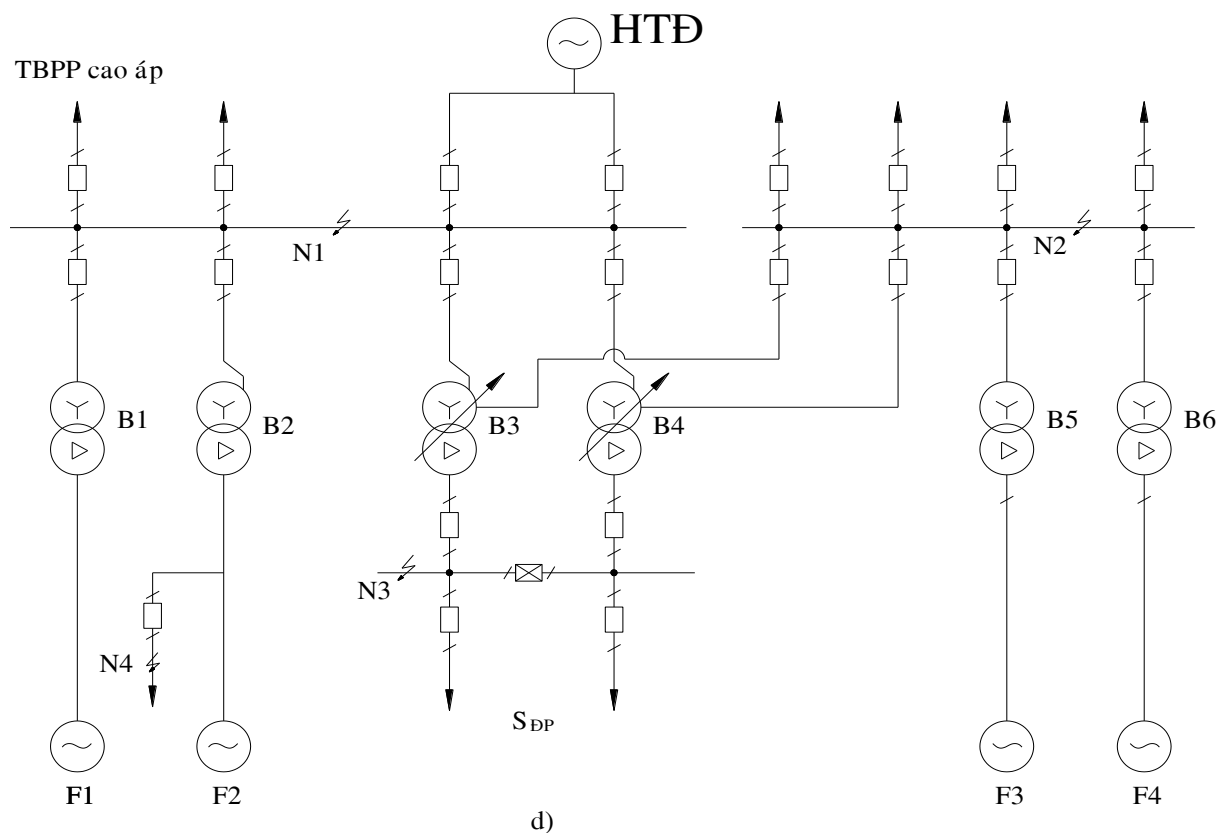
Đây là các máy phát điện cấp điện lên thẳng TBPP qua MBA hai cuộn dây, gọi là sơ đồ bộ MF – MBA hai cuộn dây. Ví dụ, trong sơ đồ hình 3.2a là các bộ F1_ B1 và bộ F4_ B4, trong sơ đồ hình 3.2b là bộ F1_ B1. Trong các sơ đồ bộ này MBA không cần loại điều chỉnh dưới tải, điều chỉnh điện áp được thực hiện nhờ điều chỉnh kích từ của máy phát.



Hình 3.2 b. Sơ đồ nối điện của nhà máy điện, có thanh góp điện áp máy phát, hai cấp điện áp



Hình 3.2 c. Sơ đồ nối điện của nhà máy điện, không có thanh góp điện áp máy phát, ba cấp điện áp



Hình 3.2 d. Sơ đồ nối điện của nhà máy điện, không có thanh góp điện áp máy phát, TBPP hạ áp không nối với MF.

3. Máy biến áp liên lạc

MBA liên lạc là máy biến áp nối các cấp điện áp, có thể là hai cấp điện áp, cũng có thể là ba cấp điện áp. Trong trường hợp hai cấp điện áp thì MBA là máy biến áp hai cuộn dây có điều chỉnh dưới tải, còn trong trường hợp ba cấp điện áp thì MBA liên lạc là MBA tự ngẫu hoặc MBA ba cuộn dây có điều chỉnh dưới tải.

4. Phụ tải địa phương

Phụ tải địa phương chỉ được lấy điện từ các phân đoạn thanh góp điện áp trong trường hợp sơ đồ có thanh góp điện áp máy phát hay phía hạ của máy biến áp liên lạc. Phụ tải địa phương tuyệt đối không được trích điện từ đầu cực máy phát của sơ đồ bộ MF _ MBA hai cuộn dây.

3.3 CHỌN MÁY BIẾN ÁP CHO NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

Máy biến áp là một thiết bị rất quan trọng. Trong hệ thống điện, tổng công suất các máy biến áp rất lớn và bằng khoảng 4 đến 5 lần tổng công suất các máy phát điện.

Vì vậy, vốn đầu tư cho máy biến áp cũng rất nhiều. Người ta mong muốn chọn số lượng máy biến áp ít và công suất nhỏ mà vẫn đảm bảo an toàn cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ.

Chọn máy biến áp trong nhà máy điện và trạm biến áp là chọn loại, số lượng, công suất định mức và hệ số máy biến áp.

Khi chọn công suất định mức của máy biến áp nên tính đến khả năng quá tải của chúng: quá tải thường xuyên và quá tải sự cố.

Việc phân bố công suất cho các MBA cũng như cho các cấp điện áp của chúng được tiến hành theo nguyên tắc cơ bản là: phân công suất cho các MBA trong sơ đồ bộ MF _ MBA hai cuộn dây là bằng phẳng trong suốt 24h, phần còn lại thừa thiếu do MBA liên lạc đảm nhận trên cơ sở đảm bảo cân bằng công suất phát bằng công suất thu (phụ tải), không xét đến tổn thất trong MBA. Nguyên tắc được đưa ra để đảm bảo vận hành đơn giản, không cần chọn MBA trong sơ đồ bộ MF _ MBA hai cuộn dây loại không điều chỉnh dưới tải, làm hạ vốn đầu tư đáng kể.

3.3.1. MBA hai cuộn dây trong sơ đồ bộ MF _ MBA hai cuộn dây

➤ *Loại MBA hai cuộn dây không có điều chỉnh dưới tải:*

MBA này mang tải bằng phẳng nên không có nhu cầu điều chỉnh điện áp phía hạ. Như vậy chỉ cần điều chỉnh điện áp phía cao áp và được điều chỉnh trực tiếp bằng tự động điều chỉnh kích từ (TĐK) của MF.

➤ *Công suất định mức:*

Công suất định mức được chọn theo công thức sau:

$$S_{đmB} \geq S_{đmF} - S_{TD}^{MF} \approx S_{đmF}$$

Đối với MBA này không cần kiểm tra điều kiện quá tải bởi một trong hai phần tử MF hay MBA bị sự cố thì cả bộ ngừng làm việc, không thể xảy ra hiện tượng làm việc

trong điều kiện bị sự cố. Cũng chính vì lí do này chỉ cần dùng máy cắt (MC) phía cao áp là đủ, phía hạ áp chỉ dùng dao cách ly (CL) phụ cho sửa chữa.

3.3.2. MBA liên lạc ba cuộn dây , tự ngẫu hay hai cuộn dây

➤ Loại MBA có điều chỉnh dưới tải:

Điều này dễ hiểu bởi tất cả các phía của MBA mang tải không bằng phẳng, nên có nhu cầu điều chỉnh điện áp ở tất cả các phía. Nếu dùng tự động điều chỉnh kích từ chỉ điều chỉnh phía hạ, nên cần có kết hợp với điều chỉnh dưới tải của MBA liên lạc thì mới điều chỉnh điện áp được ở tất cả các phía.

➤ Công suất định mức:

- Nguyên tắc chung

- Đối với MBA ba cuộn dây thông thường lõi từ cũng như cuộn dây của ba cấp đều được thiết kế 100% công suất định mức của MBA. Vậy để chọn được công suất định mức cho chúng trước hết phải xác định được công suất tải lớn nhất trong suốt 24h trong số các cấp điện áp, được gọi là công suất thừa lớn nhất $S_{\text{thừa}}^{\text{max}}$. Khi đó công suất định mức của MBA được chọn theo biểu thức sau:

$$S_{\text{đmB}} \geq S_{\text{thừa}}^{\text{max}}$$

- Đối với MBA tự ngẫu thì lõi từ cũng như ba cuộn dây nối tiếp, trung và hạ đều được thiết kế theo công suất tính toán:

$$S_{\text{tt}} = \alpha \cdot S_{\text{đmB}}$$

Trong đó: α là hệ số có lợi; $\alpha = \frac{U_C - U_T}{U_C}$

Vậy để chọn được công suất của máy biến áp tự ngẫu trước hết phải xác định được công suất tải lớn nhất trong vòng 24h của từng cuộn dây, được gọi là công suất thừa lớn nhất $S_{\text{thừa}}^{\text{max}}$. Tùy theo chế độ truyền công suất giữa các cấp mà xác định công suất tải cho từng cuộn dây. Xét cụ thể các trường hợp sau đây :

❖ Trường hợp tải công suất hạ lên cao và lên trung : hình 2.1a

Trường hợp này cuộn hạ mang tải nặng nhất, tức là :

$$S_{\text{thừa}}^{\text{max}} = S_{\text{CH}}^{\text{max}} = \text{Max} \{ S_{\text{CH}}(t) \}$$

❖ Trường hợp tải công suất từ trung đồng thời từ hạ lên cao: hình 2.1b

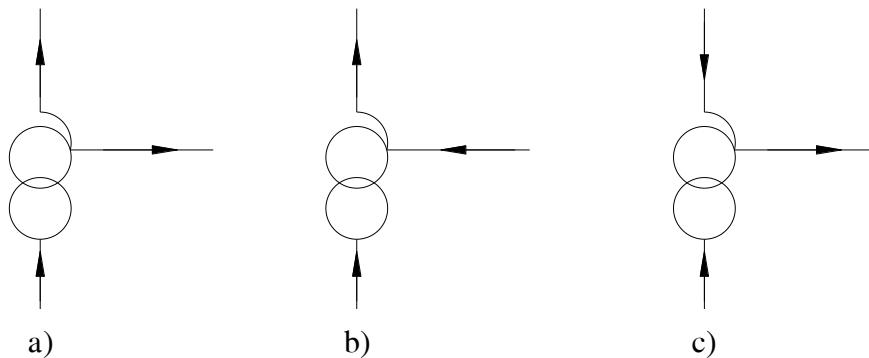
Trường hợp này cuộn nối tiếp mang tải nặng nhất và được xác định theo công thức gần đúng sau:

$$S_{\text{thừa}}^{\text{max}} = S_{\text{nt}}^{\text{max}} = \text{Max} \{ \alpha [S_{\text{CH}}(t) + S_{\text{CT}}(t)] \}$$

❖ Trường hợp tải công suất từ cao đồng thời từ hạ sang cao: hình 2.1c

Trường hợp này cuộn chung mang tải nặng nhất và được xác định theo công thức gần đúng sau:

$$S_{\text{thừa}}^{\text{max}} = S_{\text{chung}}^{\text{max}} = \text{Max} \{ [S_{\text{CH}}(t) + \alpha S_{\text{CT}}(t)] \}$$



Sau khi xác định được công suất thừa cực đại, dễ dàng xác định được công suất định mức của MBA tự ngẫu như sau:

$$S_{\text{đmTN}} \geq \frac{1}{\alpha} S_{\text{thừa}}^{\text{max}}.$$

3.4 CƠ SỞ TÍNH TOÁN KINH TẾ – KỸ THUẬT SO SÁNH CÁC PHƯƠNG ÁN

3.4.1 Chọn sơ đồ thiết bị phân phối

Có các loại sơ đồ thiết bị phân phối (TBPP) giới thiệu trong mục trước. Việc chọn sơ đồ nào cho phía điện áp cao và điện áp trung chọn căn cứ vào số mạch đường dây đầu nối vào chúng.

- Khi chỉ có hai mạch nguồn và hai mạch đường dây thì chọn sơ đồ TBPP một hệ thống thanh góp (TG) có phân đoạn bằng máy cắt. Nếu là TBPP quan trọng thì nên chọn loại sơ đồ hai hệ thống thanh góp.
- Khi số mạch đường dây từ trên 2 đến 7 đối với điện áp 35KV, số mạch đường dây từ 2 đến 5 đối với điện áp 110KV, số mạch đường dây từ trên 2 đến 4 với cấp điện áp 220KV thì nên dùng sơ đồ TBPP hai hệ thống thanh góp.
- Khi số mạch đường dây từ 7 trở lên đối với điện áp 35KV, số mạch đường dây từ 5 trở lên đối với điện áp 110KV, số mạch đường dây từ 4 trở lên với cấp điện áp 220KV thì nên dùng sơ đồ TBPP hai hệ thống thanh góp có thanh góp đường vòng.
- Sơ đồ 1,5MC/mạch chỉ dùng cho thiết bị phân phối cấp điện áp 220KV nếu có nhiều mạch và thực sự quan trọng và dùng cho cấp điện áp 500KV cho mọi trường hợp số mạch ít hay nhiều.

3.4.2 Tính toán kinh tế kỹ thuật chọn phương án tối ưu

Trong các phương án, phương án tối ưu được chọn căn cứ vào vốn đầu tư và chi phí vận hành hằng năm. Các tính toán về vốn đầu tư và chi phí vận hành hằng năm được thể hiện như dưới đây.

3.4.2.1 Vốn đầu tư

Khi tính vốn đầu tư của một phương án, chỉ tính tiền mua thiết bị, tiền vận chuyển và xây lắp các thiết bị chính như máy phát điện, máy biến áp, máy cắt điện, kháng điện phân đoạn nếu có.

Một cách gần đúng có thể chỉ tính vốn đầu tư cho máy biến áp và các TBPP (bao gồm tiền mua, tiền vận chuyển và xây lắp). Chi phí để xây dựng các thiết bị phân phối dựa vào số mạch của TBPP ở các cấp điện áp tương ứng, chủ yếu do loại máy cắt điện quyết định. Như vậy vốn đầu tư của một phương án như sau:

$$V = V_B + V_{TBPP}$$

Trong đó: V_B – Vốn đầu tư MBA, xác định theo công thức sau:

$$V_B = \sum K_B V_b$$

Ở đây: V_b _ tiền mua MBA

K_B _ hệ số tính đến chi phí vận chuyển và xây lắp MBA. Hệ số này phụ thuộc vào điện áp và công suất định mức MBA

V_{TBPP} _ Vốn đầu tư xây dựng thiết bị phân phối, được xác định theo công thức sau:

$$V_{TBPP} = \sum n_i \cdot V_{TBPPi}$$

Ở đây: V_{TBPPi} _ giá thành mỗi mạch TBPP cấp điện áp i

n_i _ Số mạch cấp điện áp i;

Khi tính toán V_{TBPPi} và V_B có thể lấy từ thực tế hiện hành, tra cứu tài liệu.

3.4.2.2 Chi phí vận hành hằng năm

Chi phí vận hành hằng năm của mỗi phương án được xác định theo công thức sau:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

Trong đó: P_1 _ tiền khấu hao hằng năm về vốn đầu tư và sửa chữa lớn, đ/năm:

$$P_1 = \frac{a\% \cdot V}{100}$$

Với V _ là vốn đầu tư, đ

$a\%$ _ định mức khấu hao phần trăm

P_2 _ chi phí do tổn thất điện năng hằng năm trong MBA, đ/năm

$$P_2 = \beta \Delta A$$

Với β _ giá thành trung bình điện năng trong HTĐ, đ/KWh

ΔA _ tổn thất điện năng hằng năm trong MBA, kwh.

3.4.2.3 Lựa chọn phương án tối ưu

Giả sử có hai phương án đem ra lựa chọn để chọn phương án tối ưu. Trước hết xét về mặt kinh tế thì có hai phương án có các giá trị vốn đầu tư và chi phí vận hành hằng năm tương ứng là: V_I, P_I, V_{II}, P_{II} . Có các tình huống xảy ra như sau:

_ Nếu $V_I < V_{II}, P_I < P_{II}$ thì phương án I là tối ưu ;

_ Nếu $V_I > V_{II}, P_I < P_{II}$ thì phương án tối ưu được chọn theo thời gian thu hồi chênh lệch vốn. Thời gian thu hồi chênh lệch vốn tính theo công thức sau:

$$T = \frac{V_I - V_{II}}{P_{II} - P_I}$$

Nếu $T < T_{tc}$ thì phương án I là tối ưu, ngược lại thì phương án II là tối ưu, trong đó T_{tc} là thời gian thu hồi vốn đầu tư tiêu chuẩn ($T_{tc} = 8$ năm)

Nếu hai phương án có độ lệch về vốn cũng như độ lệch về chi phí vận hành không quá 5% thì coi tương đương như nhau về mặt kinh tế.

Vậy để chọn phương án tối ưu cần xem xét kỹ về kỹ thuật theo ba tiêu chí chính như sau:

- _ Tính đảm bảo cung cấp điện lúc làm việc bình thường cũng như lúc sự cố
- _ Tính linh hoạt trong vận hành
- _ Tính an toàn cho người và thiết bị.

3.5 ĐIỆN TỰ DÙNG TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

Trong nhà máy nhiệt điện (NĐ) công suất tự dùng đều được lấy từ các máy phát.

Trong nhà máy thủy điện (TĐ) tự dùng gồm hai phần: phần tự dùng chung là cho toàn nhà máy, phần tự dùng riêng là cho từng tổ máy, các phần tự dùng này được lấy điện từ đâu là phụ thuộc loại công suất của nhà máy thủy điện, cụ thể như sau:

Đối với nhà máy TĐ công suất nhỏ (mỗi tổ máy phát khoảng chừng dưới 80MW) thì tự dùng chung và tự dùng riêng dùng chung MBA, công suất đều lấy từ MF.

Đối với nhà máy TĐ công suất trung bình trở lên (mỗi tổ máy phát khoảng chừng 80MW trở lên) thì tự dùng riêng mỗi máy phát có một MBA riêng công suất từ 250 đến 1000KVA và được lấy điện từ các máy phát.

Còn phần tự dùng chung lấy điện từ phía hạ MBA liên lạc phía trên máy cắt. Công suất của tự dùng chung được xác định theo công thức sau:

$$S_{td}^{chung} = S_{td} - n \cdot S_{td}^{riêng 1 MF}$$

Trong đó: S_{td}^{chung} _ Công suất phần tự dùng chung

S_{td} _ công suất tự dùng toàn nhà máy

n _ Số tổ máy phát

$S_{td}^{riêng 1 MF}$ _ Công suất tự dùng riêng của một MF.

CHƯƠNG 4

THIẾT BỊ PHÂN PHỐI ĐIỆN

4.1 KHÁI NIỆM CHUNG

4.1.1. Phân loại:

Thiết bị phân phối điện (TBPP) là một công trình dùng để thu nhận và phân phối điện năng. Nó gồm có các khí cụ điện cần thiết, dây dẫn và các thiết bị phụ. TBPP có thể phân loại như sau:

a. TBPP trong nhà: Trong TBPP trong nhà tất cả các khí cụ đều đặt trong nhà và chia làm hai loại: lắp ghép và trọn bộ.

Khi xây dựng loại lắp ghép, người ta đưa các khí cụ điện đến công trình xây dựng nhà máy điện hay trạm biến áp rồi mới lắp ghép lại thành từng mạch của TBPP.

Đối với loại trọn bộ thì các khí cụ của từng mạch (máy cắt, dao cách li, biến dòng ..) đã được lắp sẵn thành từng tủ, khi xây dựng chỉ cần ghép các tủ lại với nhau theo sơ đồ.

Ưu điểm của TBPP trong nhà là các khí cụ được bảo vệ chống mưa nắng, ẩm ướt và nhất là chống được các bụi, hơi ăn mòn như muối, axit, kiềm. Nhưng xây dựng TBPP trong nhà đòi hỏi phải tăng vốn đầu tư để thực hiện các biện pháp an toàn do khoảng cách giữa các phần mang điện với nhau cũng như với đất không lớn.

b. TBPP ngoài trời: Tất cả các khí cụ điện đều được đặt ngoài trời. Nó cũng chia làm hai loại: lắp ghép và trọn bộ.

Trong các TBP ngoài trời, các khí cụ phải chịu hoàn cảnh khó khăn của thời tiết ngoài trời như mưa, nắng, bụi ẩm. Tuy nhiên xây dựng TBPP ngoài trời nhanh hơn, đỡ tốn kém hơn. Có thể tăng khoảng cách giữa các phần mang điện để tăng tính đảm bảo an toàn mà không tốn kém nhiều.

4.1.2. Khoảng cách cho phép nhỏ nhất trong các TBPP:

a. Khoảng cách cho phép nhỏ nhất giữa các phần mang điện với nhau và với đất.

Khi quy định khoảng cách cho phép nhỏ nhất trong các TBPP người ta căn cứ vào điện áp phóng điện thí nghiệm trong không khí. Đối với điện áp 220KV trở lại dùng điện áp phóng điện thí nghiệm xung kích, còn với điện áp 330KV trở lên dùng điện áp tần số công nghiệp.

Đối với TBPP ngoài trời 35KV trở lên người ta tiêu chuẩn hóa hai đại lượng: khoảng cách giữa các pha với đất $A_{pđ}$ và giữa các pha với nhau A_{pp} như bảng sau:

Bảng 4.1 Khoảng cách cho phép nhỏ nhất giữa các pha với đất và giữa các pha với nhau.

Điện áp định mức (KV)	$A_{p,d}$ cm	$A_{p,p}$ cm
35	40	44
110	90	100
154	130	140
220	180	200
330	250	280
500	375	430

Đối với TBPP trong nhà điện áp thấp hơn người ta không phân biệt khoảng cách giữa các pha với nhau và với đất mà quy định chung .

Bảng 4.2. Khoảng cách cho phép nhỏ nhất giữa các pha với đất và giữa các pha với nhau.

Điện áp định mức (KV)	A cm
3	7,5
6	10
10	12,5
20	18
35	29
110	80

b. Khoảng cách giữa các bộ phận trong TBPP trong nhà

Trong TBPP trong nhà, các khí cụ điện và dây dẫn, trong các buồng hở cần phải được rào lại bằng lưới kim loại. Chiều cao của hàng rào không được nhỏ hơn 1,7 m.

Khoảng cách trong TBPP trong nhà được tiêu chuẩn hóa theo điều kiện an toàn.

F (cm)_ là khoảng cách nhỏ nhất từ dây dẫn đến hàng rào bằng lưới.

C (cm)_ là Khoảng cách nhỏ nhất từ dây dẫn ở phía trên hành lang đến sàn nhà khi không có lưới hay tấm ngăn bảo vệ.

E _ Khoảng cách nhỏ nhất từ dây dẫn ở đầu vào tòa nhà TBPP đến mặt đất khi không có rào ngăn.

Bố trí các thanh góp phải đảm bảo an toàn khi sửa chữa một phân đoạn mà phân đoạn bên cạnh vẫn có điện. Để đảm bảo an toàn khoảng cách D giữa hai hệ thống thanh góp theo mặt phẳng ngang không được bé hơn trị số quy định.

Các khoảng cách	Điện áp định mức (KV)					
	3	6	10	20	35	110
C	250	250	250	275	275	275
F	17,5	20	22,5	28	39	90
D	200	200	200	220	220	220
E	450	450	450	475	475	550

c. Khoảng cách giữa các bộ phận trong TBPP ngoài trời:

Trong TBPP ngoài trời người ta không ngăn các mạch với nhau và nói chung các khí cụ điện cũng không có hàng rào ngăn cách. Để đảm bảo an toàn trong TBPP ngoài trời người ta đặt các khí cụ và dây dẫn cùng với cách điện trên các giá đỡ có chiều cao đủ lớn cần thiết.

Khoảng cách nhỏ nhất trong TBPP ngoài trời theo yêu cầu an toàn.

_ Khoảng cách C từ dây dẫn đến mặt đất:

Đối với thiết bị 220KV trở lại: $C = A_{p,d} + 275 \text{ cm}$.

Đối với thiết bị 330 và 500 KV: $C = A_{p,d} + 220 \text{ cm}$

_ Khoảng cách theo phương nằm ngang giữa những phần mang điện thuộc hai bộ phận khác nhau: $D = A_{p,d} + 220 \text{ cm}$

_ Khoảng cách theo phương thẳng đứng giữa những phần mang điện thuộc các bộ phận đặt cạnh nhau: $B = A_{p,d} + 75 \text{ cm}$

Bảng 4.4

Các khoảng cách	Điện áp định mức (KV)					
	35	110	154	220	330	500
C	310	360	400	450	470	600
D	240	290	330	380	450	575
B	115	165	205	255	280	420

4.2 THIẾT BỊ PHÂN PHỐI TRONG NHÀ

4.2.1 TBPP lắp ghép

Trong TBPP lắp ghép, phần lớn các khí cụ điện được đặt trong buồng hở, giữa thanh góp và thanh dẫn các pha khác nhau thường không có các tấm ngăn. Khi xây dựng TBPP lắp ghép phần lớn các khí cụ điện được lắp ghép với nhau tại nơi xây dựng.

a. Buồng đặt thiết bị.

Các khí cụ của từng mạch được đặt trong các buồng kín, buồng hở hay buồng chống nổ.

b. Thanh góp và dao cách ly thanh góp

Thanh góp được đặt trên cao của TBPP, ba pha đặt nằm ngang, nằm nghiêng, thẳng đứng hay trên đỉnh tam giác.

Dao cách ly thanh góp đặt dưới thanh góp. Giữa thanh góp và dao cách ly thường có tấm ngăn bằng vật liệu chịu hồ quang.

c. Máy cắt điện:

Phụ thuộc vào kiểu máy cắt và lượng dầu trong nó...

d. Bộ truyền động của máy cắt:

Thường đặt trên tường vững chắc ngăn cách với máy cắt để đảm bảo an toàn cho các nhân viên thao tác các máy cắt và sửa bộ truyền động của chúng.

e. Bộ truyền động của dao cách ly:

Để đóng cắt dao cách ly thường dùng bộ truyền động bằng tay. Chúng có thể đặt cùng tầng hay khác tầng với dao cách ly.

f. Đặt kháng điện

Trong TBPP trong nhà thường dùng kháng bê tông. Chúng có thể đặt trong buồng kín hay hở và thường ở tầng thứ nhất.

Với những kháng dòng và điện kháng rất lớn như kháng phân đoạn phải đặt ba pha ngang hàng với nhau.

Xung quanh kháng có từ trường rất lớn nên nó không được đặt gần các cấu trúc bằng thép hay bê tông cốt thép. Khoảng cách nhỏ nhất từ kháng đến các cấu trúc đó phải tuân theo qui định của nhà chế tạo. Nhưng nói chung khoảng cách này không được nhỏ hơn bán kính của kháng.

g. Đặt biến dòng và biến điện áp

Trong TBPP trong nhà điện áp 35KV trở lại thường dùng bình dầu kiểu xuyên đặt cùng buồng với máy cắt.

4.2.2 TBPP trong nhà kiểu trọn bộ

Khác với TBPP kiểu lắp ghép, trong TBPP trọn bộ toàn bộ các khí cụ sơ cấp và thứ cấp của từng mạch được lắp sẵn thành từng tủ tại nhà máy sản xuất tủ trọn bộ. Khi xây dựng chỉ cần ghép các tủ với nhau theo sơ đồ nối điện, do đó xây dựng TBPP trọn bộ rất nhanh chóng.

Tủ trọn bộ có vỏ bằng kim loại che kín toàn bộ các khí cụ và thanh góp bên trong, do đó tránh được bụi và rất an toàn cho người phục vụ.

a. Bảng phân phối:

Bảng phân phối là một loại TBPP trọn bộ đơn giản nhất dùng cho điện áp 1000V trở lại. Có hai cách đặt bảng: đặt cách tường (tự do) và đặt sát tường.

b. TBPP cỡ nhỏ, máy cắt di động

Trong TBPP cỡ nhỏ, máy cắt được đặt trên bệ có bánh xe nhờ vậy khi sửa chữa có thể kéo máy cắt ra khỏi tủ. Trong TBPP kiểu trọn bộ này người ta thường dùng các dao cách li kiểu cắm. Khi kéo ra hoặc đẩy vào bệ có bánh đóng lại.

Người ta chế tạo các tủ trọn bộ có máy cắt di động điện áp 6KV, dòng định mức đến 1000A dùng cho thiết bị một hệ thống thanh góp.

c. TBPP trọn bộ lớn, máy cắt cố định

Dùng cho các nhà máy điện và trạm biến áp 35KV trở lại. Thanh góp của các thiết bị này có dòng định mức bằng 3000 – 5000A và cao hơn, còn máy cắt có công suất cắt đến 1000 – 2500MVA. Kích thước và trọng lượng của các máy cắt này rất lớn nên không thể đặt trong các tủ có bánh xe di động được. Trong các tủ trọn bộ này người ta thường dùng dao cách li thông thường.

4.3 THIẾT BỊ PHÂN PHỐI NGOÀI TRỜI

4.3.1 TBPP lắp ghép

Đặc điểm của TBPP lắp ghép ngoài trời là không có tấm ngăn giữa các mạch với nhau cũng như giữa các phần mang điện của cùng một mạch.

a. Dây dẫn và sứ cách điện

Trong TBPP lắp ghép ngoài trời thanh góp và các dây nối có thể là thanh dẫn cứng hay dây mềm.

Dây mềm là những dây vặn xoắn bằng đồng, nhôm hay nhôm lõi thép. Thanh dẫn cứng là các ống đồng, nhôm hoặc thanh hình chữ nhật bằng đồng hay nhôm.

b. Giá đỡ:

Giá đỡ của TBPP ngoài trời làm bằng gỗ, thép hay bê tông cốt thép. Giá đỡ bằng thép chỉ sử dụng cho cấp điện áp 220 KV.

c. Máy cắt nhiều dầu và máy biến áp điện lực: được đặt trên móng bê tông cốt thép.

d. Máy cắt ít dầu, máy cắt không khí và dao cách ly.

Các khí cụ điện này cùng với biến dòng và biến điện áp được đặt trên những giá đỡ riêng. Giá đỡ bằng thép được đặt trên móng bê tông cốt thép.

Để đảm bảo an toàn, bộ truyền động của dao cách ly không đặt ở giữa mà đặt ở một phía của dao cách ly.

e. Chống sét van, dây chống sét và cột chống sét.

Chống sét van được đặt trên giá như dao cách ly. Dây chống sét bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào đường dây tải điện được nối vào cột dầu của TBPP. Dây chống sét bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào đường dây tải điện được nối vào cột dầu của TBPP

Tóm lại: TBPP ngoài trời kiểu lắp ghép có thể chia làm hai loại: thấp và cao.

Trong TBPP loại thấp, toàn bộ khí cụ được đặt trên một mặt phẳng nằm ngang trên các giá đỡ riêng tương đối thấp, thanh góp là dây mềm hay các ống cứng cũng được giữ trên các giá tương đối thấp.

Trong TBPP loại cao, đặt các khí cụ và thanh góp trên các giá đỡ tương đối cao và phức tạp.

TBPP cao chiếm diện tích ít hơn so với kiểu thấp nhưng quan sát và sửa chữa thanh góp, dao cách ly thanh góp rất phức tạp và khó khăn. Khi gãy dao cách ly có thể hư hỏng sứ của máy cắt. Vì vậy người ta ít dùng TBPP kiểu cao.

4.2.2 TBPP ngoài trời kiểu trọn bộ

TBPP ngoài trời trọn bộ có thể dùng cho điện áp bất kì. Ưu điểm của nó so với thiết bị lắp ghép là rất chắc chắn, bảo vệ được cách điện khỏi bụi. So với thiết bị lắp ghép ngoài trời thì thiết bị trọn bộ chiếm thể tích xây dựng ít hơn và xây dựng nhanh chóng hơn.

CHƯƠNG 5

MẠCH THỨ CẤP TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

5.1 KHÁI NIỆM CHUNG

Trong các nhà máy điện và trạm biến áp, bên cạnh sơ đồ nối điện chính (sơ đồ mạch sơ cấp) biểu thị các thiết bị sơ cấp và sự liên hệ giữa chúng, là sơ đồ mạch thứ cấp biểu thị các thiết bị thứ cấp, sự liên hệ giữa chúng và sự liên hệ giữa các thiết bị thứ cấp với các thiết bị sơ cấp. Mạch thứ cấp trong nhà máy điện và trạm biến áp bao gồm các mạch đo lường, bảo vệ role, tự động hóa, kiểm tra, điều khiển, tín hiệu, liên lạc....

Các mạch bảo vệ role, đo lường và tự động hóa được giới thiệu ở giáo trình riêng.

Chương này chỉ giới thiệu các mạch điều khiển, tín hiệu và kiểm tra cách điện trong các nhà máy điện và trạm biến áp.

Sự làm việc tin cậy và kinh tế của các thiết bị sơ cấp phụ thuộc rất nhiều vào các thiết bị thứ cấp và sơ đồ nối của chúng, việc lắp ráp và vận hành các thiết bị đó.

Cùng với sự phát triển của tự động hóa các quá trình sản xuất và việc nâng cao công suất các thiết bị năng lượng, mạch thứ cấp ngày càng phức tạp và càng quan trọng.

Do vậy cần có sự chú ý đặc biệt đến việc thiết kế và thực hiện các sơ đồ mạch thứ cấp. Nói chung, mỗi mạch thứ cấp cần đáp ứng ba yêu cầu cơ bản sau :

- Sơ đồ phải rõ ràng, đơn giản, cho phép nhanh chóng phát hiện được sự làm việc không bình thường hoặc sai lầm của mạch và của các thiết bị.

- Đảm bảo sự làm việc đúng đắn của các mạch thứ cấp của mỗi phần tử, có khả năng kiểm tra tình trạng của từng mạch thao tác và từng phần tử của thiết bị năng lượng hoặc từng mạch của thiết bị phân phối.

- Không cho phép tác động sai lầm vì như vậy có thể dẫn đến các hậu quả nghiêm trọng. so với mạch sơ cấp, mạch thứ cấp phức tạp hơn nhiều, bao gồm nhiều khí cụ điện nhất là khi công suất của các tổ máy và nhà máy lớn. do đó ngày nay người ta đang có xu hướng dùng các thiết bị thứ cấp có kích thước nhỏ, điện áp thấp để giảm kích thước của bảng điều khiển và phòng điều khiển như việc thay các khóa điều khiển bằng các bộ đổi nối có kích thước nhỏ, dùng các role và các dụng cụ bán dẫn.....Mặt khác sơ đồ mạch thứ cấp nên có ít thiết bị nhất trong điều kiện có thể.

Có nhiều mạch thứ cấp, trong chương này chủ yếu chỉ xét về nguyên tắc thực hiện và đưa ra một vài sơ đồ minh họa điển hình.

Có ba hình thức điều khiển : trực tiếp, có khoảng cách và từ xa.

Khi điều khiển trực tiếp người thao tác phải đến tận thiết bị, dùng tay để đóng cắt các thiết bị nhờ các bộ truyền động bằng tay.

Khi thực hiện điều khiển có khoảng cách, người thao tác đứng xa thiết bị hàng chục hoặc hàng trăm mét, dùng tay tác động lên các nút bấm hoặc các khóa điều khiển để đóng mở các thiết bị bằng cách truyền các tín hiệu cần thiết vào các cuộn dây đóng cắt.

Điều khiển từ xa được thực hiện ở các khoảng cách hàng chục hoặc hàng trăm kilômét. Trong trường hợp này người ta có thể dùng sóng vô tuyến hoặc dùng các phương tiện đặc biệt như dùng các đường dây tải điện cao áp truyền các xung điều khiển có tần số cao để truyền lệnh đóng cắt thiết bị.

Trong các nhà máy điện và trạm biến áp, các máy cắt điện cao áp cùng với bộ truyền động của chúng được đặt trong các thiết bị phân phối, đóng cắt chúng trong nhiều trường hợp cần được tiến hành tại các bảng điều khiển đặt xa máy cắt hàng chục hoặc

hàng trăm mét. Để điều khiển các máy cắt trong trường hợp này người ta dùng các khóa điều khiển hoặc các nút bấm các tiếp điểm của chúng sẽ nối kín mạch của các cuộn dây đóng cắt khi thao tác. Mặt khác do máy cắt và người thao tác ở xa nhau nên người ta dùng các tín hiệu để chỉ vị trí của chúng. Nghĩa là trong nhà máy điện và trạm biến áp người ta thực hiện việc điều khiển và tín hiệu của các khí cụ đóng mở chỉ với khoảng cách hàng chục hoặc hàng trăm mét. Do vậy trong chương này ta chỉ nghiên cứu các sơ đồ điều khiển và tín hiệu của các thiết bị đóng mở thuộc loại đó và gọi là điều khiển có khoảng cách.

Để đảm bảo sự làm việc bình thường, mỗi mạng điện đều cần có một mức độ cách điện nào đó đối với đất tùy thuộc vào điện áp của chúng. Khi cách điện của một phần tử trong lưới giảm xuống quá mức cho phép, phần tử đó cần được nhanh chóng tách ra khỏi lưới điện hoặc được phát hiện kịp thời để có biện pháp khắc phục. Đối với các mạng điện cho phép làm việc khi có chạm đất một điểm người ta đặt các thiết bị kiểm tra cách điện để phát hiện điểm có cách điện bị giảm và có biện pháp xử lý. Trong các nhà máy điện và các trạm biến áp lớn thường tồn tại song song hai loại mạng điện: mạng điện một chiều và mạng điện xoay chiều, phương pháp kiểm tra cách điện của hai loại mạng điện này sẽ được xem xét.

5.2 CÁC PHẦN TỬ CỦA MẠCH THỨ CẤP VÀ KÝ HIỆU CỦA CHÚNG

Để thực hiện việc điều khiển, đo lường, kiểm tra và báo tín hiệu ... trong các mạch thứ cấp của nhà máy điện và trạm biến áp người ta dùng các khí cụ điện có cấu tạo khác nhau.

Theo công dụng của chúng, người ta chia thành các nhóm khí cụ sau:

- khí cụ điều khiển dùng để truyền các tín hiệu đóng cắt, chuyển đổi vị trí của các bộ tiếp điểm, thay đổi các chương trình làm việc ...
- các role trong mạch điều khiển dùng để thực hiện các chương trình logic, kiểm tra mạch.
- Các khóa điều khiển dùng để phát các tín hiệu điều khiển và thay đổi chương trình làm việc

5.3 KHÓA ĐIỀU KHIỂN

Để đóng cắt mạch điện dùng máy cắt (MC) điện, để điều khiển đóng cắt MC điện dùng khóa điều khiển (KĐK). Khóa điều khiển có nhiều loại

- Chỉ có hai vị trí đóng (Đ) và cắt (C).
- Có ba vị trí Đ, C và vị trí trung gian (O).
- Có 6 vị trí:
 - Đ_C : Chuẩn bị đóng.
 - Đ₁ : đóng.
 - Đ : đã đóng.
 - C_C : Chuẩn bị cắt.
 - C₁ : Cắt.
 - C : cắt.

Trên sơ đồ khóa điều khiển được ký hiệu theo cột là các vị trí, theo hàng là các mạch. Dưới các hàng tương ứng với các cột nếu có chấm là ở vị trí đó mạch này đóng, không có chấm là ở vị trí đó mạch cắt. Trên hình vẽ sơ đồ biểu diễn ký hiệu của khóa điều khiển có 6 vị trí và 13 mạch.

5.4 TÍN HIỆU

Để thuận tiện trong vận hành cần có các tín hiệu sau đây:

Tín hiệu chỉ vị trí : để chỉ trạng thái đóng, cắt của các thiết bị như dao cách ly, máy cắt điện và vị trí nấc đầu phân áp của máy biến áp dưới tải. Ngoài ra, cũng cần chỉ trạng thái làm việc của bảo vệ rơle tự động hóa...

Tín hiệu sự cố : chỉ trạng thái làm việc sự cố của các mạch điện, thiết bị.

Tín hiệu báo trước : chỉ trạng thái làm việc không bình thường của các thiết bị và mạch điện, giúp cho nhân viên vận hành có thời gian khắc phục không dẫn đến sự cố.

Tín hiệu chỉ huy : dùng để truyền đạt mệnh lệnh điều khiển và liên lạc giữa các bộ phận liên quan nhiều trong vận hành.

Tùy thuộc vào yêu cầu có thể sử dụng các hình thức : chỉ số, ánh sáng, âm thanh(chuông, còi...) và các hình thức thích hợp khác.

* Tín hiệu chỉ vị trí :

Để chỉ vị trí của thiết bị nào đó mạch tín hiệu sử dụng các tiếp điểm phụ của nó, các tiếp điểm phụ tương ứng với trạng thái của thiết bị bằng cơ qua bộ phận truyền động, không liên quan với mạch chính bằng điện (dao cách ly) hoặc qua các tiếp điểm của khóa điều khiển (MC điện).

Đối với DCL dùng thiết bị gọi là cái chỉ vị trí. Phụ thuộc vào vị trí DCL kim chỉ của cái chỉ vị trí nằm đứng (DCL ở vị trí đóng), nằm ngang (DCL ở vị trí cắt) bằng cách đổi chiều dòng điện đưa vào nam châm, khi không có nguồn điện một chiều kim nằm nghiêng 45^0 có nghĩa là DCL không tham gia vận hành, người vận hành không được thao tác.

Để chỉ vị trí của MC điện sử dụng đèn tín hiệu nối với các tiếp điểm của khóa điều khiển bố trí hai bên tay quay của khóa điều khiển.

*Tín hiệu sự cố :

Trong NMD và TBA tín hiệu sự cố sử dụng ánh sáng chỉ riêng cho từng mạch và âm thanh chung cho cả nhà máy.

Đối với MC điện tín hiệu chỉ vị trí dựa trên nguyên tắc tương ứng còn tín hiệu sự cố dựa trên nguyên tắc không tương ứng giữa khóa điều khiển và MC điện : nếu MC và KĐK trùng nhau tức do người điều khiển, nếu MC và KĐK không trùng nhau tức MC tự động tác động không do người điều khiển nghĩa là có sự cố.

Để phân biệt tín hiệu ánh sáng bình thường với sự cố có thể sử dụng thêm đèn màu da cam, đèn này sáng khi có sự cố hoặc dùng chung đèn chỉ vị trí với ánh sáng không liên tục (nhấp nháy) để chỉ có sự cố nghĩa là:

- Nếu đèn xanh sáng liên tục tức là MC đã cắt do người điều khiển.
- Nếu đèn xanh nhấp nháy tức là MC đã tự động cắt do có sự cố.
- Nếu đèn đỏ sáng liên tục tức là MC đã đóng do người điều khiển.
- Nếu đèn đỏ sáng nhấp nháy tức là MC đã tự động đóng do có sự cố.

Khi còi kêu báo hiệu trong nhà máy có sự cố ở một mạch nào đó, để biết mạch nào sự cố phải xem tín hiệu ánh sáng.

Phụ thuộc vào yêu cầu sơ đồ tín hiệu sự cố thực hiện theo ba dạng :

Khử âm thanh riêng : nếu có ít MC sau khi nhận biết có sự cố chỉ cần chuyển KĐK về vị trí tương ứng với MC sẽ làm mất đồng thời tín hiệu âm thanh và ánh sáng sự cố.

Khử tín hiệu âm thanh tập trung không lặp lại : để khử tín hiệu âm thanh sử dụng một nút nhấn chung, không chuyển KĐK về vị trí tương ứng với MC, do đó vẫn còn tín hiệu ánh sáng. Nhược điểm của sơ đồ này là trong khi chưa đưa về vị trí tương ứng của mạch sự cố nêu xảy ra sự cố mạch khác sẽ không có tín hiệu. Do đó, sơ đồ chỉ sử dụng trong TBA có ít mạch.

Khử tín hiệu âm thanh tập trung có lặp lại : trong sơ đồ này sử dụng role phân cực hoặc bộ tín hiệu xung có khuếch đại dòng bằng thyristor hoặc dùng tín hiệu xung điều khiển đóng mạch tín hiệu sự cố.

Trong role phân cực có hai cuộn dây 1 và 2 tạo thành nam châm điện 3, một nam châm vĩnh cửu NS, khi có dòng vào cuộn 1 nam châm vĩnh cửu hút nam châm điện mở tiếp điểm role phân cực, khi có dòng vào cuộn 2 ngược lại làm mở tiếp điểm role phân cực.

Dòng điện được tạo nên bởi quá trình quá độ của biến điện áp BU.

Trong bộ tín hiệu xung đèn kích 1 (ĐK1) và đèn kích 2 (ĐK2) mở mạch cho dòng điện qua cuộn 1 hoặc 2 để đóng mở mạch tín hiệu.

*** Tín hiệu báo trước:**

Nguyên lý thực hiện tín hiệu báo trước tương tự như trong tín hiệu sự cố, thay mạch KĐK bằng tiếp điểm của role trung gian RG, thay điện trở R bằng đèn báo tín hiệu cần báo trước. Tín hiệu báo trước gồm các hiện tượng không bình thường như nhiệt độ cao, điện trở cách điện giảm, áp suất, mực nước không đạt chuẩn... chỉ cần biết để có biện pháp xử lý kịp thời không phải cắt điện.

*** Tín hiệu chỉ huy :**

Tín hiệu chỉ huy dùng để truyền các lệnh chính thường sử dụng trong khi điều hành giữa phòng điều khiển trung tâm với các gian máy cũng như giữa các gian máy với nhau. Yêu cầu của tín hiệu chỉ huy là :

- Chính xác.
- Rõ ràng, người ra lệnh phải biết người nhận lệnh đã nhận được lệnh.
- Cần phải lưu, người ra lệnh cũng như người nhận lệnh phải đảm bảo lệnh chính xác.

Để thực hiện được các yêu cầu trên trong NMĐ cũng như TBA ngoài các phương tiện thông thường như điện thoại, lệnh trực tiếp.... thường sử dụng bảng điều khiển đã có sẵn, trong đó những lệnh thường sử dụng như : đóng, cắt máy phát điện, tăng, giảm công suất.....

5.5 SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN VÀ VỊ TRÍ MÁY CẮT

Tùy trường hợp cụ thể và đặc điểm riêng của từng loại MC mà sử dụng sơ đồ điều khiển và tín hiệu MC khác nhau. Các dạng sơ đồ chủ yếu:

- Sơ đồ điều khiển và tín hiệu MC có kiểm tra mạch điều khiển bằng ánh sáng.
- Sơ đồ điều khiển và tín hiệu MC có kiểm tra mạch điều khiển bằng âm thanh.
- Sơ đồ điều khiển và tín hiệu MC không khí.

5.6 KIỂM TRA CÁCH ĐIỆN

*** Kiểm tra cách điện mạng điện một chiều:**

Theo quy trình vận hành NMĐ và TBA điện trở cách điện của mạng điện một chiều không được nhỏ hơn $1M\Omega$ đối với từng mạch và $0.3M\Omega$ đối với toàn bộ hệ thống một

chiều. Bởi vì, khi cách điện giảm có thể gây tác động nhằm hoặc không tác động các bảo vệ role, tự động hóa và điều khiển... do đó, các bộ phận cách điện giảm phải được phát hiện và khắc phục ngay. Để thực hiện kiểm tra cách điện mạng một chiều có thể dùng 1, 2 vôn kế hay sơ đồ cầu.

- Phương pháp dùng một vôn kế.
- Phương pháp dùng hai vôn kế.
- Phương pháp dùng sơ đồ cầu.

*** Kiểm tra cách điện mạng xoay chiều:**

- Đối với mạng điện áp đến 500V.

Có thể dùng một hoặc ba vôn kế.

Khi cách điện ba pha bằng nhau, trị số điện áp ba pha trên các vôn kế bằng nhau và bằng điện áp pha.

Khi có một pha nào đó cách điện giảm, trị số vôn kế của pha đó giảm còn trị số vôn kế các pha kia sẽ tăng lên. Mức độ tăng, giảm càng lớn chứng tỏ cách điện giảm càng nhiều. Khi chạm đất trực tiếp điện áp pha đó bằng 0 các pha kia tăng lên đến $U_d = \sqrt{3} U_{pha}$

- Đối với mạng điện áp cao hơn 500V

Trong mạng điện áp cao, để đảm bảo an toàn không thể thực hiện trực tiếp mà phải qua tổ ba máy biến điện áp một pha hay máy biến áp ba pha năm trụ. Cuộn thứ cấp Y_0 được sử dụng một hay ba vôn kế như khi $U < 500V$, còn cuộn thứ cấp 2 nối tam giác hở nối với role tín hiệu. Bình thường, khi cách điện tốt điện áp ba pha đối xứng trên cuộn tam giác hở điện áp $U_0 = 0$, khi cách điện một pha bị giảm điện áp ba pha đối với đất không đối xứng, trên cuộn tam giác hở