

Đại Học Đà Nẵng - Trường Đại học Bách Khoa
Khoa Điện - Nhóm Chuyên môn Điện Công Nghiệp
Giáo trình MÁY ĐIỆN 1
Biên soạn: Bùi Tấn Lợi

Phần I

MÁY BIẾN ÁP

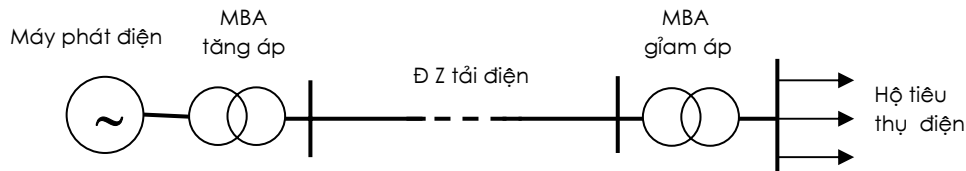
Chương 1

NGUYÊN LÝ VÀ CẤU TẠO M.B.A

1.1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ M.B.A

1.1.1. Vai trò và công dụng.

Để dẫn điện từ nhà máy phát điện đến hộ tiêu thụ cần phải có đường dây tải điện (hình 1.1). Nếu khoảng cách từ nơi sản xuất điện đến hộ tiêu thụ lớn, một vấn đề đặt ra là việc truyền tải điện năng đi xa làm sao cho kinh tế nhất.



Hình 1.1 Sơ đồ cung cấp điện đơn giản

Ta có, dòng điện truyền tải trên đường dây:

$$I = P / (U \cos \varphi)$$

Và tổn hao công suất trên đường dây:

$$\Delta P = R_d I^2 = R_d P^2 / (U^2 \cos^2 \varphi)$$

Trong đó: P là công suất truyền tải trên đường dây; U là điện áp truyền tải của lưới điện; R_d là điện trở đường dây tải điện và $\cos \varphi$ là hệ số công suất của lưới điện, còn φ là góc lệch pha giữa dòng điện I và điện áp U .

Từ các công thức trên cho ta thấy, cùng một công suất truyền tải trên đường dây, nếu điện áp truyền tải càng cao thì dòng điện chạy trên đường dây sẽ càng bé, do đó trọng lượng và chi phí dây dẫn sẽ giảm xuống, tiết kiệm được kim loại màu, đồng thời tổn hao năng lượng trên đường dây sẽ giảm xuống. Vì thế, muốn truyền

tải công suất lớn đi xa ít tổn hao và tiết kiệm kim loại mà người ta phải dùng điện áp cao, thường là 35, 110, 220, 500kV. Trên thực tế các máy phát điện chỉ phát ra điện áp từ 3 ÷ 21kV, do đó phải có thiết bị tăng điện áp ở đầu đường dây. Mặt khác các hộ tiêu thụ thường yêu cầu điện áp thấp, từ 0.4 ÷ 6kV, vì vậy cuối đường dây phải có thiết bị giảm điện áp xuống. Thiết bị dùng để tăng điện áp ở đầu đường dây và giảm điện áp cuối đường dây gọi là máy biến áp (MBA).

1.1.2. Định nghĩa.

Máy biến áp là thiết bị điện từ tĩnh, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi một hệ thống dòng điện xoay chiều ở điện áp này thành một hệ thống dòng điện xoay chiều ở điện áp khác, với tần số không thay đổi.

1.2. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY BIẾN ÁP LÝ TƯỞNG

Máy biến áp lý tưởng có các tính chất như sau :

1. Cuộn dây không có điện trở.
2. Từ thông chạy trong lõi thép móc vòng với hai dây quấn, không có từ thông tản và không có tổn hao trong lõi thép.
3. Độ từ thẩm của thép rất lớn ($\mu = \infty$), như vậy dòng từ hoá cần phải có để sinh ra từ thông trong lõi thép là rất nhỏ không đáng kể, do vậy std cần để sinh ra từ thông trong lõi thép cho bằng không.

Hình 1.2 vẽ sơ đồ nguyên lý của MBA một pha hai dây quấn. Dây quấn 1 có N_1 vòng dây được nối với nguồn điện áp xoay chiều u_1 , gọi là dây quấn sơ cấp. Ký hiệu các đại lượng phía dây quấn sơ cấp đều có con số **1** kèm theo như $u_1, i_1, e_1, ..$ Dây quấn 2 có N_2 vòng dây cung cấp điện cho phụ tải Z_t , gọi là dây quấn thứ cấp. Ký hiệu các đại lượng phía dây quấn thứ cấp đều có con số **2** kèm theo như $u_2, i_2, e_2, ..$

Đặt điện áp xoay chiều u_1 vào dây quấn sơ, trong dây quấn sơ sẽ có dòng i_1 . Trong lõi thép sẽ có từ thông Φ móc vòng với cả hai dây quấn sơ cấp và thứ cấp, cảm ứng ra các sdd e_1 và e_2 . Khi MBA có tải, trong dây quấn thứ sẽ có dòng điện i_2 đưa ra tải với điện áp là u_2 . Từ thông Φ móc vòng với cả hai dây quấn sơ cấp và thứ cấp gọi là từ thông chính.

Giả sử điện áp u_1 sin nên từ thông Φ cũng biến thiên sin, ta có:

$$\Phi = \Phi_m \sin \omega t \quad (1.3)$$

Theo định luật cảm ứng điện từ, các sdd cảm ứng e_1, e_2 sinh ra trong dây quấn sơ cấp và thứ cấp MBA là:

$$e_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt} = \omega N_1 \Phi_m \sin(\omega t - 90^\circ) = \sqrt{2} E_1 \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (1.4)$$

$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} = \omega N_2 \Phi_m \sin(\omega t - 90^\circ) = \sqrt{2} E_2 \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (1.5)$$

trong đó, E_1, E_2 là trị số hiệu dụng của sđđ sơ cấp và thứ cấp, cho bởi:

$$E_1 = \frac{\omega N_1 \Phi_m}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f N_1 \Phi_m = 4,44 f N_1 \Phi_m \quad (1.6)$$

$$E_2 = \frac{\omega N_2 \Phi_m}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f N_2 \Phi_m = 4,44 f N_2 \Phi_m \quad (1.7)$$

Tỉ số biến áp k của MBA:

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (1.8)$$

Nếu giả thiết MBA đã cho là MBA lý tưởng, nghĩa là bỏ qua sụt áp gây ra do điện trở và từ thông tản của dây quấn thì $E_1 \approx U_1$ và $E_2 \approx U_2$:

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = k \quad (1.9)$$

Nếu bỏ qua tổn hao trong MBA thì:

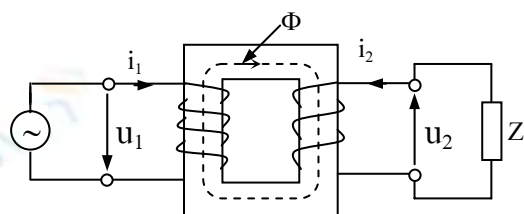
$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

Như vậy, ta có:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = k \quad (1.10)$$

Nếu $N_2 > N_1$ thì $U_2 > U_1$ và $I_2 < I_1$: MBA tăng áp.

Nếu $N_2 < N_1$ thì $U_2 < U_1$ và $I_2 > I_1$: MBA giảm áp.

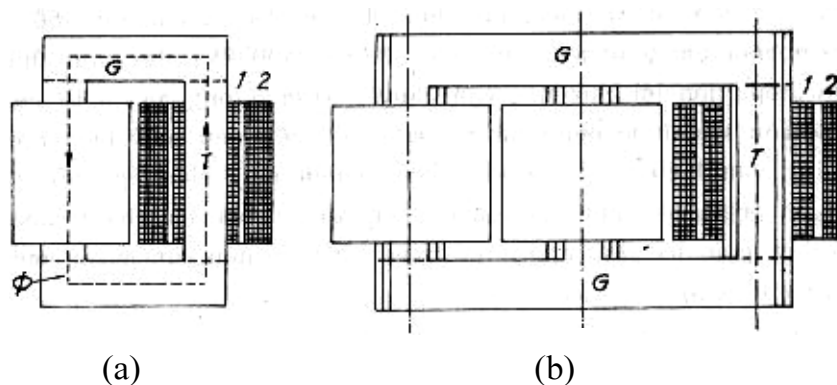


Hình 1-2. Sơ đồ nguyên lý của MBA một pha hai dây quấn

1.3. CẤU TẠO MÁY BIẾN ÁP

Máy biến áp có các bộ phận chính sau đây: lõi thép, dây quấn và vỏ máy.

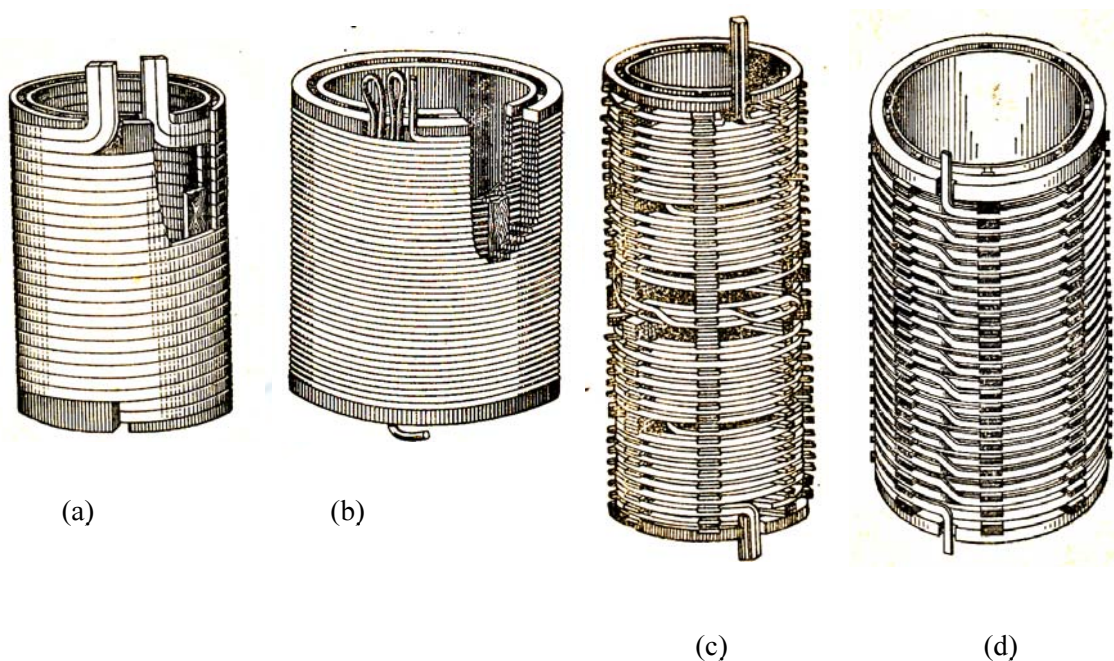
1.3.1. Lõi thép MBA.



Hình 1.3 Mạch từ MBA kiểu lõi: a) một pha. b) ba pha

Lõi thép MBA dùng để dẫn từ thông, được chế tạo bằng các vật liệu dẫn từ tốt, thường là thép kỹ thuật điện có bề dày từ $0,35 \div 1$ mm, mặt ngoài các lá thép có sơn cách điện rồi ghép lại với nhau thành lõi thép. Lõi thép gồm hai phần: **Trụ và Gông** (hình 1.3). Trụ T là phần để đặt dây quấn còn gông G là phần nối liền giữa các trụ để tạo thành mạch từ kín.

1.3.2. Dây quấn MBA.



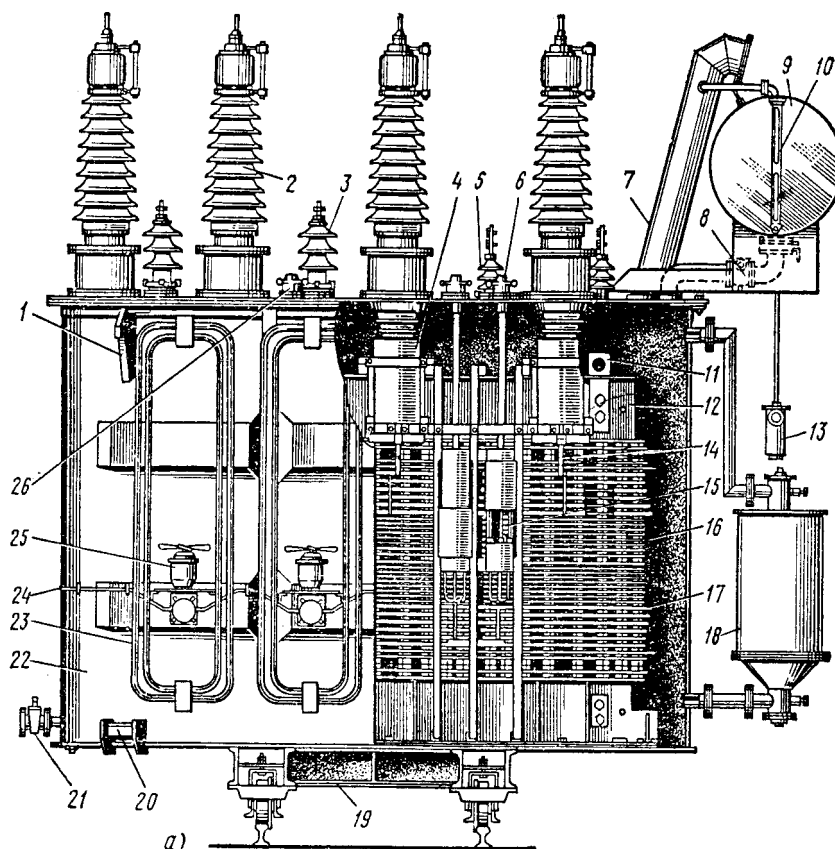
Hình 1-4. Dây quấn Máy biến áp

Nhiệm vụ của dây quấn MBA là nhận năng lượng vào và truyền năng lượng ra. Dây quấn MBA thường làm bằng dây dẫn đồng hoặc nhôm, tiết diện tròn hay chữ nhật, bên ngoài dây dẫn có bọc cách điện. Dây quấn gồm nhiều vòng dây và lồng vào trụ thép. Giữa các vòng dây, giữa các dây quấn và giữa dây quấn và lõi thép đều có cách điện. Máy biến áp thường có hai hoặc nhiều dây quấn. Khi các dây quấn đặt trên cùng một trụ thì dây quấn điện áp thấp đặt sát trụ thép còn dây quấn điện áp cao đặt bên ngoài. Làm như vậy sẽ giảm được vật liệu cách điện.

Dây quấn MBA có hai loại chính như :

1. **Dây quấn đồng tâm** : ở dây quấn đồng tâm tiết diện ngang là những vòng tròn đồng tâm. Những kiểu dây quấn đồng tâm chính gồm : Dây quấn hình trụ (hình 1.4a,b), dùng cho cả dây quấn hạ áp và cao áp; Dây quấn hình xoắn (hình 1.4c), dùng cho dây quấn hạ áp có nhiều sợi chập; dây quấn hình xoắn ốc liên tục (hình 1.4d), dùng cho dây quấn cao áp, tiết diện dây dẫn chữ nhật .

2. **Dây quấn xen kẽ** : Các bánh dây cao áp và hạ áp lần lượt xen kẽ nhau dọc theo trụ thép.



Hình 1-5 Máy biến áp dầu ba pha 16000kVA/110kV

1. móc vận chuyển; 2. Sứ cao áp 110kV; 3. Sứ trung áp 38.5kV; 4. Sứ hạ áp 10.5kV; 7. Ống phòng nổ; 8. Bình giãn dầu; 10. Thước chỉ dầu; 12. Xà ép gông; 13. Bình hút ẩm; 16. Dây quấn cao áp; 18. Bộ lọc đối lưu; 22. Vỏ thùng; 23. Bộ tản nhiệt; 24. Cấp cấp điện cho động cơ; 25. Động cơ quạt gió làm mát. 26. Bộ truyền động chuyển mạch.

1.3.3. Vỏ MBA.

Vỏ MBA làm bằng thép gồm hai bộ phận : thùng và nắp thùng.

1. *Thùng MBA*: Trong thùng MBA (hình 1-5) đặt lõi thép, dây quấn và dầu biến áp. Dầu biến áp làm nhiệm vụ tăng cường cách điện và tản nhiệt. Lúc MBA làm việc, một phần năng lượng tiêu hao thoát ra dưới dạng nhiệt làm dây quấn, lõi thép và các bộ phận khác nóng lên. Nhờ sự đối lưu trong dầu và truyền nhiệt từ các bộ phận bên trong MBA sang dầu và từ dầu qua vách thùng ra môi trường xung quanh.

2. *Nắp thùng MBA* : Dùng để đậy trên thùng và trên đó có các bộ phận quan trọng như:

- + Sứ ra của dây quấn cao áp và dây quấn hạ áp. Làm nhiệm vụ cách điện.
- + Bình dẫn dầu (bình dầu phụ) có ống thủy tinh để xem mức dầu.

+ Ống bảo hiểm : làm bằng thép, thường làm thành hình trụ nghiêng, một đầu nối với thùng, một đầu bịt bằng một đĩa thủy tinh. Nếu vì lý do nào đó, áp suất trong thùng tăng lên đột ngột, đĩa thủy tinh sẽ vỡ, dầu theo đó thoát ra ngoài để MBA không bị hỏng.

+ Lỗ nhỏ đặt nhiệt kế.

+ Rơle hơi dùng để bảo vệ MBA.

+ Bộ truyền động cầu dao đổi nối các đầu điều chỉnh điện áp của dây quấn cao áp.

Để hiểu rõ hơn về MBA ta xem hình dáng bên ngoài MBA ba pha hai dây quấn công suất 250kVA, điện áp 22/0.4kV của nhà máy chế tạo Thiết Bị Điện (hình 1.6).



Hình 1.6 MBA dầu ba pha, hai dây quấn

1.4. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC CỦA MBA

Các đại lượng định mức của MBA qui định điều kiện kỹ thuật của máy. Các đại lượng này do nhà máy chế tạo qui định và ghi trên nhãn của MBA.

1. Dung lượng (công suất định mức) S_{dm} (VA hay kVA) là công suất toàn phần hay biểu kiến đưa ra ở dây quấn thứ cấp của MBA.

2. Điện áp dây sơ cấp định mức U_{1dm} (V, kV) là điện áp của dây quấn sơ cấp.

3. Điện áp dây thứ cấp định mức U_{2dm} (V hay kV) là điện áp của dây quấn thứ cấp khi MBA không tải và điện áp đặt vào dây quấn sơ là định mức $U_1 = U_{1dm}$.

4. Dòng điện dây sơ cấp định mức I_{1dm} (A hay kA) và thứ cấp định mức I_{2dm} là những dòng điện dây của dây quấn sơ cấp và thứ cấp ứng với công suất và điện áp định mức.

Đối với MBA một pha:

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{U_{1dm}} ; I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{U_{2dm}} \quad (1.11)$$

Đối với MBA ba pha:

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}U_{1dm}} ; I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}U_{2dm}} \quad (1.12)$$

5. Tần số định mức f_{dm} (Hz). Các MBA điện lực có tần số công nghiệp 50Hz.

Ngoài ra trên nhãn MBA còn ghi các số liệu khác như: tần số, số pha m, sơ đồ và tổ nối dây...

1.5. CÁC LOẠI MBA CHÍNH.

1. MBA điện lực để truyền tải và phân phối công suất trong hệ thống điện lực.
2. MBA chuyên dùng sử dụng ở lò luyện kim, các thiết bị chỉnh lưu, MBA hàn ...
3. MBA tự ngẫu dùng để liên lạc trong hệ thống điện, mở máy động cơ không đồng bộ công suất lớn.
4. MBA đo lường dùng để giảm các điện áp và dòng điện lớn đưa vào các dụng cụ đo tiêu chuẩn.
5. MBA thí nghiệm dùng để thí nghiệm điện áp cao.

MBA có rất nhiều loại song thực chất hiện tượng xảy ra trong chúng đều giống nhau. Để thuận tiện cho việc nghiên cứu, sau đây ta xét MBA điện lực một pha hai dây quấn.

