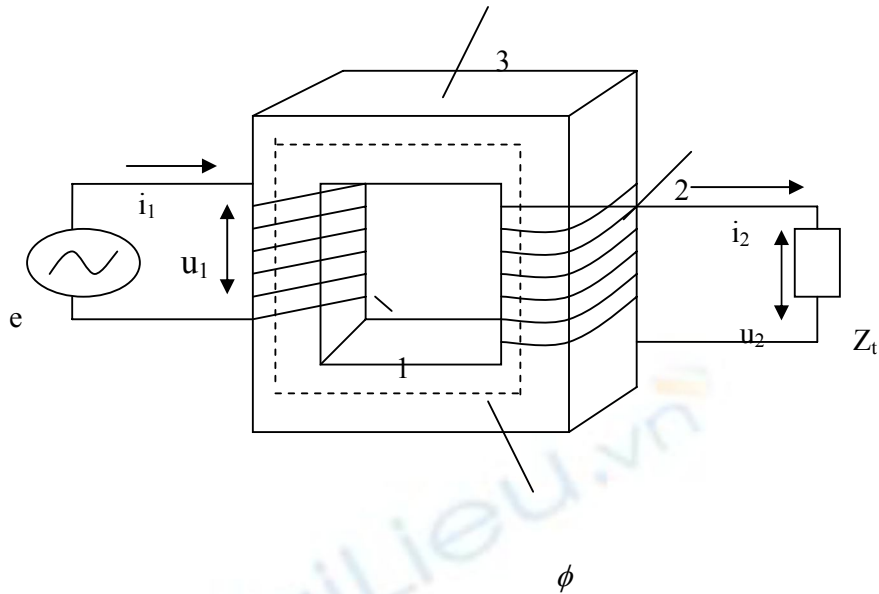


Cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy biến áp

Tailieu.vn

1.1. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CƠ BẢN CỦA MÁY BIẾN ÁP



Hình 1-1: Sơ đồ nguyên lý máy biến áp một pha

Ta xét sơ đồ nguyên lý làm việc của máy biến áp một pha hai dây quấn:

Dây quấn 1 có w_1 vòng dây

Dây quấn 2 có w_2 vòng dây

Được quấn trên lõi thép 3

Khi đặt một điện áp xoay chiều u_1 vào dây quấn 1 sẽ có dòng điện i_1 trong dây quấn 1, dòng điện i_1 sinh ra sức từ động $F=i_1 \cdot w_1$ sức từ động này sinh ra từ thông ϕ móc vòng cả hai dây quấn 1 và 2. Theo định luật cảm ứng điện từ trong cuộn dây 1 và 2 sẽ xuất hiện các sức điện động cảm ứng e_1 và e_2 nếu dây quấn 2 nối với một tải bên ngoài Z_t thì dây quấn 2 sẽ có dòng điện i_2 đưa ra tải với điện áp u_2 . Như vậy năng lượng của dòng điện xoay chiều đã được truyền từ dây quấn 1 sang dây quấn 2.

Giả thiết điện áp đặt vào là hàm số hình sin thì từ thông do nó sinh ra cũng là hàm số hình sin

$$\Phi = \Phi_m \sin(\omega t) \quad (1-1)$$

Do đó theo định luật cảm ứng điện từ, sức điện động cảm ứng trong các cuộn dây 1 và 2 sẽ là

$$e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt} = -w_1 \frac{d\Phi_m \sin(\omega t)}{dt} = -w_1 \omega \Phi_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = -E_1 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

và

$$e_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt} = -w_2 \frac{d\Phi_m \sin(\omega t)}{dt} = -w_2 \omega \Phi_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = -E_2 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Trong đó :

$$E_1 = \frac{\omega \cdot w_1 \cdot \Phi_m}{\sqrt{2}} = 4.44 \cdot f \cdot w_1 \Phi_m$$

$$E_2 = \frac{\omega \cdot w_2 \cdot \Phi_m}{\sqrt{2}} = 4.44 \cdot f \cdot w_2 \Phi_m$$

Là giá trị hiệu dụng của các sức điện động dây quấn 1 và 2. Các sức điện động cảm ứng trong dây quấn chậm pha so với từ thông một góc $\frac{\pi}{2}$

Người ta định nghĩa tỷ số biến áp của máy biến áp như sau:

$$k = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2}$$

Nếu bỏ qua điện áp rơi trên dây quấn thì có thể coi

$$E_1 \approx U_1,$$

$$E_2 \approx U_2$$

do đó k được xem như là tỷ số điện áp giữa dây quấn 1 và 2

1.3. ĐỊNH NGHĨA MÁY BIẾN ÁP

Từ nguyên lý làm việc cơ bản trên ta có thể định nghĩa máy biến áp như sau: Máy biến áp là một thiết bị điện từ đứng yên, làm việc trên nguyên lý cảm ứng điện từ, 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.

Máy biến áp có hai dây quấn gọi là máy biến áp hai dây quấn. Dây quấn nối với nguồn điện để thu năng lượng vào gọi là dây quấn sơ cấp. Dây quấn nối với tải để đưa điện năng ra gọi là dây quấn thứ cấp. Dòng điện, điện áp,

công suất .. của từng dây quấn theo tên sơ cấp và thứ cấp tương ứng. Dây quấn có điện áp cao gọi là dây quấn cao áp. Dây quấn có điện áp thấp gọi là dây quấn hạ áp. Nếu điện áp thứ cấp bé hơn điện áp sơ cấp ta có máy biến áp giảm áp, nếu điện áp thứ cấp lớn hơn điện áp sơ cấp gọi là máy biến áp tăng áp.

Ở máy biến áp ba dây quấn, ngoài hai dây quấn sơ cấp và thứ cấp còn có dây quấn thứ ba với điện áp trung bình. Máy biến áp biến đổi hệ thống dòng điện xoay chiều một pha gọi là máy biến áp một pha, máy biến áp biến đổi hệ thống dòng điện xoay chiều ba pha gọi là máy biến áp ba pha. Máy biến áp ngâm trong dầu gọi là máy biến áp dầu, máy biến áp không ngâm trong dầu gọi là máy biến áp khô, máy biến áp có ba trụ nằm trong một mặt phẳng gọi là máy biến áp mạch từ phẳng, máy biến áp với ba trụ nằm trong không gian gọi là máy biến áp mạch từ không gian.

1.4. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC

Các đại lượng định của máy biến áp qui định điều kiện kỹ thuật của máy. Các đại lượng này do nhà máy chế tạo qui định và thường được ghi trên nhãn máy biến áp

- Dung lượng hay công suất định mức S_{dm} : là công suất toàn phần (hay biểu kiến) đưa ra ở dây quấn thứ cấp của máy biến áp, tính bằng kilô-vôn-ampe (KVA) hay vôn-ampe (VA).
- Điện áp dây sơ cấp định mức U_{1dm} : là điện áp của dây quấn sơ cấp tính bằng kilôvôn (KV) hay vôn (V). Nếu dây quấn sơ cấp có các đầu phân nhánh thì người ta ghi cả điện áp định mức của từng đầu phân nhánh.
- Điện áp dây thứ cấp định mức U_{2dm} : là điện áp dây của dây quấn thứ cấp khi máy biến áp không tải và điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp là định mức, tính bằng kilô vôn (KV) hay vôn(V).
- Dòng điện dây định mức sơ cấp I_{1dm} và thứ cấp I_{2dm} : là những dòng điện dây của dây quấn sơ cấp và thứ cấp ứng với công suất và điện áp định mức, tính bằng kilôampe (KA) hay ampe (A).

- Tần số định mức f_{dm} : tính bằng Hz. Thường máy biến áp điện lực có tần số công nghiệp là 50 Hz hay 60 Hz.

Ngoài ra trên nhãn máy biến áp điện lực còn ghi những số liệu khác như; số pha m , sơ đồ và tổ nối dây quấn, điện áp ngắn mạch $u_n\%$, chế độ làm việc (dài hạn hay ngắn hạn), phương pháp làm mát ..

Khái niệm “ định mức “ còn bao gồm những tình trạng làm việc định mức của máy biến áp nữa mà có thể không ghi trên nhãn máy như: hiệu suất định mức, độ tăng nhiệt định mức, nhiệt độ định mức của môi trường xung quanh.

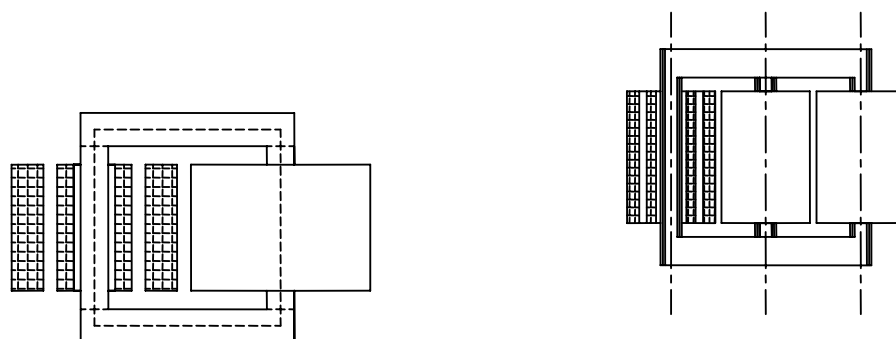
1.5. CẤU TẠO CỦA MÁY BIẾN ÁP

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

1.5.1 Lõi thép

Lõi thép dùng làm mạch dẫn từ, đồng thời làm khung để quấn dây quấn. Theo hình dáng lõi thép người ta chia ra

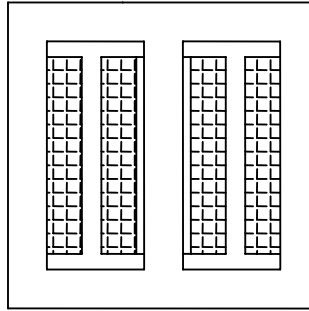
- **Máy biến áp kiểu lõi hay kiểu trụ:** Dây quấn bao quanh trụ thép. Loại này hiện nay rất thông dụng cho các máy biến áp một pha và ba pha có dung lượng nhỏ và trung bình.



Hình 1-2: Máy biến áp kiểu lõi 1pha , 3pha

- Máy biến áp kiểu bọc

Mạch từ được phân ra hai bên và “ bọc “ lấy một phần dây quấn. Loại này thường chỉ được dùng trong một vài ngành chuyên môn đặc biệt như máy biến áp dùng trong lò điện, luyện kim, hay máy biến áp một pha công suất nhỏ dùng trong kỹ thuật vô tuyến điện, âm thanh ..



Hình 1-3: Máy biến áp kiểu bọc

- Máy biến áp kiểu trụ bọc

Ở các máy biến áp hiện đại, dung lượng lớn và cực lớn (80- 100 MVA trên một pha), điện áp thật cao (220-400 kV), để giảm chiều cao của trụ thép, tiện lợi cho việc vận chuyển, mạch từ của máy biến áp kiểu trụ được phân sang hai bên nên máy biến áp mang hình dáng vừa kiểu trụ vừa kiểu bọc

- Máy biến áp mạch từ không gian

Mạch từ của máy biến áp được phân bố trong không gian. Loại máy biến áp này chỉ được chế tạo cho loại máy biến áp có công suất nhỏ và trung bình.

1.5.2. Cấu tạo lõi thép

Lõi thép máy biến áp gồm hai phần: phần trụ và phần gông. Trụ là phần lõi thép có dây quấn, gông là phần lõi thép nối các trụ lại với nhau

thành mạch từ kín và không có dây quấn (đối với máy biến áp kiểu bọc và máy biến áp kiểu trụ – bọc thì hai trụ phía ngoài cũng đều thuộc về gông). Để giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên, lõi thép được ghép từ những lá thép kỹ thuật điện có bề dày (0,27-0,35 mm) có phủ sơn cách điện trên bề mặt. Trụ và gông có thể ghép với nhau bằng phương pháp ghép nối hoặc ghép xen kẽ. Ghép nối thì trụ và gông ghép riêng, sau đó dùng xà ép và bu lông vít chặt lại. Ghép xen kẽ thì toàn bộ lõi thép phải ghép đồng thời và các lá thép được xếp xen kẽ với nhau lần lượt theo trình tự a, b.

a

b

Hình 1-4: Ghép xen kẽ lõi thép máy biến áp ba pha

Sau khi ghép, lõi thép cũng được vít chặt bằng xà ép và bu lông . Phương pháp này tuy phức tạp song giảm được tổn hao do dòng điện xoáy gây nên và rất bền về phương diện cơ học, vì thế hầu hết các máy biến áp hiện nay đều dùng kiểu ghép này.

Do dây quấn thành hình tròn, nên tiết diện ngang của trụ thép thường làm thành hình bậc thang gần tròn. Gông từ vì không có dây quấn, do đó, để thuận tiện cho việc chế tạo tiết diện ngang của gông có thể làm đơn giản: hình chữ nhật , hình chữ thập hoặc hình chữ T.

Để đảm bảo an toàn: toàn bộ lõi thép được nối đất với vỏ máy và vỏ máy phải được nối đất.

1.5.3. Dây quấn

Dây quấn là bộ phận dẫn điện của máy biến áp, làm nhiệm vụ thu năng lượng vào và truyền năng lượng ra. Kim loại làm dây quấn thường bằng đồng, cũng có thể dùng dây quấn bằng nhôm nhưng không phổ biến. Theo cách sắp xếp dây quấn cao áp và hạ áp, người ta chia ra hai loại dây quấn chính: dây quấn đồng tâm và dây quấn xen kẽ.

- Dây quấn đồng tâm

Dây quấn đồng tâm tiết diện ngang là những vòng tròn đồng tâm. Dây quấn hạ áp thường quấn phía trong gần trụ thép, còn dây quấn cao áp quấn phía ngoài bọc lấy dây quấn hạ áp. Với cách quấn này có thể giảm bớt điều kiện cách điện của dây quấn cao áp. Trong dây quấn đồng tâm lại có nhiều kiểu khác nhau, dây quấn hình trụ, dây quấn hình xoắn, dây quấn xoáy ốc liên tục.

- Dây quấn xen kẽ

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

1.5.. Võ máy

Võ máy gồm hai bộ phận thùng và nắp thùng.

- Thùng máy biến áp

Thùng máy làm bằng thép. Tùy theo dung lượng của máy biến áp mà hình dáng và kết cấu thùng khác nhau. Lúc máy biến áp làm việc, một phần năng lượng bị tiêu hao thoát ra dưới dạng nhiệt đột nóng lõi thép, dây quấn và các bộ phận khác làm cho nhiệt độ của chúng tăng lên. Để đảm bảo cho máy biến áp vận hành liên tục với tải định mức trong thời gian qui định và không bị sự cố, phải tăng cường làm lạnh bằng cách ngâm máy biến áp trong thùng dầu. Đối với máy biến áp dung lượng lớn để giảm kích thước của máy và tăng cường làm mát, người ta dùng loại thùng dầu có ống hoặc thùng dầu có gắn các bộ tản nhiệt. Những máy biến áp có dung lượng trên 10000 kVA, người ta dùng những bộ tản nhiệt có thêm quạt gió để tăng cường làm lạnh.

- Nắp thùng

Dùng để đậy thùng và trên đó đặt các chi tiết máy quan trọng như. Các sứ dầu ra của dây quấn cao áp và hạ áp. Làm nhiệm vụ cách điện giữa dây dẫn ra với võ máy. Bình giãn dầu, ống bảo hiểm. Ngoài ra trên nắp còn đặt

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

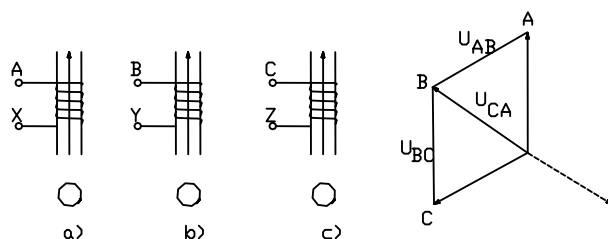
1.6. TỔ NỐI DÂY CỦA MÁY BIẾN ÁP

Để máy biến áp có thể làm việc được các dây quấn pha sơ cấp và thứ cấp phải được nối với nhau theo một qui luật xác định. Ngoài ra, sự phối hợp kiểu nối dây quấn sơ cấp và thứ cấp cũng hình thành các tổ nối dây quấn khác nhau. Hơn nữa, khi thiết kế máy biến áp, việc qui định tổ nối dây quấn cũng phải thích ứng với kết cấu mạch từ để tránh những hiện tượng không tốt như sức điện động pha không sin, tổn hao phụ tăng v.v ..

Trước khi nghiên cứu tổ nối dây của máy biến áp ta hãy xét cách ký hiệu đầu dây và cách đấu các dây quấn pha với nhau.

1.6.1. Cách ký hiệu đầu dây

Các đầu tận cùng của dây quấn máy biến áp, một đầu gọi là đầu đầu, đầu kia gọi là đầu cuối. Đối với máy biến áp một pha có thể tùy chọn đầu đầu và đầu cuối. Đối với máy biến áp ba pha, các đầu đầu và đầu cuối phải chọn một cách thống nhất: giả sử dây quấn pha A đã chọn đầu đầu đến đầu cuối theo chiều kim đồng hồ (hình vẽ) thì dây quấn pha B, C còn lại cũng phải chọn như vậy. Điều này rất cần thiết, bởi vì nếu một pha ký hiệu ngược thì điện áp dây lấy ra sẽ mất tính đối xứng.



Hình 1-5: Cách qui ước các đầu đầu và đầu cuối của dây quấn máy biến áp. Điện áp dây không đối xứng khi ký hiệu ngược.

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu người ta thường đánh dấu lên sơ đồ dây quấn của máy biến áp với qui ước như sau.

Các đầu tận cùng	Dây quấn cao áp (CA)	Dây quấn hạ áp (HA)
Đầu đầu	A , B , C	a , b , c
Đầu cuối	X , Y , Z	x , y , z
Đầu dây trung tính	O hay N	o hay n

Đối với máy biến áp ba dây quấn ngoài hai dây quấn sơ cấp và thứ cấp còn có dây quấn điện áp trung. Dây quấn này được ký hiệu như sau: đầu đầu bằng các chữ A_m, B_m, C_m ; đầu cuối bằng các chữ X_m, Y_m, Z_m và đầu trung tính bằng chữ O_m .

1.6.2. Các kiểu đấu dây quấn

Dây quấn máy biến áp có thể đấu sao (ký hiệu bằng dấu “ Y “) hay hình tam giác (ký hiệu bằng dấu “ D ” hay “ Δ ”). Đấu sao thì ba đầu X, Y, Z nối lại với nhau, còn ba đầu A, B, C để tự do. Nếu đấu sao có dây trung tính thì ký hiệu bằng dấu “ Y_o ”. Đấu tam giác thì đầu cuối của pha này nối với đầu đầu của pha kia hoặc theo thứ tự AX – BY – CZ – A, hoặc theo thứ tự AX – CZ – BY – A. Các máy biến áp công suất, thường dây quấn cao áp được đấu Y, còn dây quấn hạ áp đấu tam giác, bởi vì làm như vậy thì phía cao áp, điện áp pha nhỏ đi $\sqrt{3}$ lần so với điện áp dây, do đó giảm được chi phí và điều kiện cách điện; phía hạ áp thì dòng điện pha nhỏ đi $\sqrt{3}$ lần so với dòng điện dây, do đó có thể làm nhỏ dây dẫn thuận tiện cho việc chế tạo. Ngoài hai kiểu đấu dây trên, dây quấn máy biến áp có thể đấu theo kiểu zic – zắc (ký hiệu bằng chữ “ Z ”) lúc đó mỗi pha gồm hai nửa cuộn dây trên hai trụ khác nhau nối tiếp và mắc ngược nhau. Kiểu đấu này thường rất ít dùng vì tốn nhiều đồng hơn.

1.6.3. Tổ nối dây của máy biến áp

Tổ nối dây của máy biến áp được hình thành do sự phối hợp kiểu đầu dây quấn sơ cấp so với kiểu đầu dây quấn thứ cấp. Nó biểu thị góc lệch pha giữa các sức điện động dây quấn sơ cấp và dây quấn thứ cấp máy biến áp. Góc lệch pha này phụ thuộc vào các yếu tố sau

- Chiều quấn dây
- Cách ký hiệu các đầu dây
- Kiểu đầu dây quấn ở sơ cấp và thứ cấp

Để thuận tiện người ta không dùng “độ” để chỉ góc lệch pha đó mà dùng phương pháp kim đồng hồ để biểu thị gọi là tổ nối dây của máy biến áp. Cách biểu thị đó như sau: kim dài của đồng hồ chỉ sức điện động dây sơ cấp đặt cố định ở con số 12, kim ngắn chỉ sức điện động dây thứ cấp đặt tương ứng với các con số 1, 2, ... , 12 tùy theo góc lệch pha giữa chúng là $30, 60, \dots, 360^\circ$. Như vậy theo cách ký hiệu này thì máy biến áp ba pha sẽ có 12 tổ nối dây. Trong thực tế sản xuất nhiều máy biến áp có tổ nối dây khác nhau rất bất tiện cho việc vận hành và chế tạo, vì thế ở nước ta chỉ sản xuất máy biến áp điện lực có tổ nối dây như sau. Đối với máy biến áp một pha có tổ I/I-12, đối với máy biến áp ba pha có các tổ nối dây Y/Y₀-12, Y/d-11, Y₀/d-11.

1.7. Những hiện tượng xuất hiện khi từ hóa lõi thép

Khi từ hóa lõi thép máy biến áp, do mạch từ bão hòa sẽ làm xuất hiện những hiện tượng mà trong một số trường hợp những hiện tượng ấy có thể ảnh hưởng đến tình trạng làm việc của máy biến áp. Khi máy biến áp làm việc không tải ảnh hưởng của hiện tượng bão hòa mạch từ lớn nhất. Nghĩa là khi đặt vào dây quấn sơ cấp điện áp hình sin, còn dây quấn thứ cấp hở mạch. Sự ảnh hưởng của hiện tượng bão hòa mạch từ với máy biến áp một pha và ba pha có sự khác nhau. Đối với máy biến áp ba pha ảnh hưởng của hiện tượng bão hòa mạch từ còn phụ thuộc vào kiểu dáng mạch từ và tổ nối dây của máy biến áp.

1.7.1. Máy biến áp một pha

Điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp sẽ sinh ra dòng điện không tải i_0 chạy trong nó, dòng điện không tải i_0 sinh ra từ thông ϕ chạy trong lõi thép máy biến áp. Giả sử điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây sơ cấp có dạng $u=U_m \sin \omega t$ và bỏ qua điện áp rơi trên điện trở dây quấn, thì $u=-e = w \frac{d\phi}{dt}$ nghĩa là từ

thông sinh ra cũng biến thiên hình sin theo thời gian. $\phi = \phi_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$.

Nếu không kể đến tổn hao trong lõi thép thì dòng điện không tải i_0 chỉ thuần túy là thành phần dòng điện phản kháng dùng để từ hóa lõi thép $i_0=i_{0x}$. Do đó những quan hệ $\phi = f(i_0)$ cũng chính là quan hệ từ hóa $B=f(H)$. Theo lý thuyết cơ sở kỹ thuật điện thì do hiện tượng bão hòa mạch từ, nếu ϕ là hình sin, i_0 sẽ không sin mà có dạng nhọn đầu và trùng pha với ϕ , nghĩa là dòng điện i_0 ngoài thành phần sóng cơ bản i_{01} còn có các thành phần sóng điều hòa bậc cao: bậc 3, 5, 7, ..., trong đó thành phần sóng bậc 3 i_{03} lớn nhất và đáng kể hơn cả, còn các thành phần khác không đáng kể có thể bỏ qua. Nếu mạch từ càng bão hòa thì i_0 càng nhọn đầu do đó thành phần sóng bậc cao càng lớn đặc biệt là thành phần sóng bậc ba.

Khi có kể đến tổn hao trong lõi thép thì quan hệ $\phi = f(i_0)$ là quan hệ từ trễ $B(H)$. Khi đó dòng điện từ hóa gồm hai thành phần, tác dụng và phản kháng, i_0 có dạng nhọn đầu và vượt trước ϕ một góc α nào đó. Góc α lớn hay bé tùy thuộc mức độ trễ của B đối với H nhiều hay ít, nghĩa là tổn hao từ trễ trong lõi thép nhiều hay ít, vì thế α được gọi là góc tổn hao từ trễ. Trên thực tế $I_{or} < 10\% I_0$, nên dòng điện I_{or} thực ra không ảnh hưởng đến dòng điện từ hóa nhiều và có thể coi $I_{0x} \approx I_0$.

1.7.2. Máy biến áp ba pha

Khi không tải nếu xét từng pha riêng lẻ thì dòng điện bậc ba trong các pha

$$i_{03A} = I_{03m} \sin 3\omega t$$

$$i_{03B} = I_{03m} \sin 3(\omega t - 120^\circ) = I_{03m} \sin 3\omega t$$

$$i_{03C} = I_{03m} \sin 3(\omega t - 240^\circ) = I_{03m} \sin 3\omega t$$

trùng pha nhau về thời gian, nghĩa là tại mọi thời điểm chiều của dòng điện trong cả ba pha hoặc hướng từ đầu đến cuối dây quấn hoặc ngược lại. Song chúng có tồn tại hay không và dạng sóng như thế nào còn phụ thuộc vào kết cấu mạch từ và cách đấu dây quấn nữa.

a) Trường hợp máy biến áp nối Y/y

Vì dây quấn sơ cấp nối Y nên thành phần dòng điện bậc ba không tồn tại, do đó dòng điện từ hóa i_0 có dạng hình sin và từ thông do nó sinh ra sẽ có dạng vọt đầu. Như vậy có thể xem từ thông tổng ϕ gồm sóng cơ bản ϕ_1 và các sóng điều hòa bậc cao, ϕ_3, ϕ_5, \dots . Vì các thành phần từ thông bậc cao hơn 3 rất nhỏ có thể bỏ qua. Đối với tổ máy biến áp ba pha, vì mạch từ của cả ba pha riêng rẽ, từ thông ϕ_3 của cả ba pha cùng chiều tồn tại mọi thời điểm sẽ dễ dàng khép kín trong từng lõi thép như từ thông ϕ_1 . Do từ trở của lõi thép rất nhỏ, nên ϕ_3 có trị số khá lớn. Kết quả là trong dây quấn sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp, ngoài sức điện động cơ bản e_1 do từ thông ϕ_1 tạo ra, còn có các sức điện động bậc 3 do ϕ_3 tạo ra khá lớn $E_3 = (45-60)\% E_1$. Do đó sức điện động tổng trong pha $e = e_1 + e_3 + \dots$ sẽ có dạng nhọn đầu, nghĩa là biên độ sức điện động pha tăng lên rõ rệt, như vậy hoàn toàn không có lợi cho sự làm việc của máy biến áp và trong nhiều trường hợp rất nguy hiểm, như chọc thủng cách điện của dây quấn, làm

hư hỏng các thiết bị điện đo lường và nếu trung tính nối đất dòng điện bậc 3 sẽ gây ảnh hưởng đến đường dây thông tin. Bởi những lý do đó, trên thực tế người ta không dùng kiểu nối Y/y cho tổ máy biến áp ba pha đối với máy biến áp ba pha 5 trụ thành phần từ thông bậc cao cũng dễ dàng khép mạch trong lõi thép nên những hiện tượng xuất hiện cũng tương tự tổ máy biến áp ba pha.

Đối với máy biến áp ba pha ba trụ vì thuộc hệ thống mạch từ chung nên hiện tượng sẽ khác đi. Từ thông ϕ_3 bằng nhau và cùng chiều trong ba trụ thép tại mọi thời điểm, nên chúng không thể khép mạch từ trụ này qua trụ khác mà bị đẩy ra ngoài và khép mạch từ gông này đến gông kia qua không khí hoặc dầu là môi trường có từ trở lớn. Vì thế ϕ_3 không lớn lắm và có thể coi từ thông trong mạch từ là hình sin, nghĩa là sức điện động pha thực tế là hình sin. Nhưng do từ thông bậc 3 đập mạch với tần số $3f$ qua vách thùng, các bu lông ghép vv... sẽ gây nên những tổn hao phụ làm hiệu suất giảm xuống. Do đó phương pháp đấu Y/y đối với máy biến áp ba pha ba trụ cũng chỉ dùng cho máy biến áp công suất hạn chế từ 5600 kVA trở xuống.

b) Trường hợp nối D/y

Dây quấn sơ cấp nối D, nên dòng điện i_{03} sẽ khép kín trong tam giác đó, vì vậy dòng điện từ hóa vì có thành phần bậc 3 sẽ có dạng nhọn đầu, do đó từ thông và các sức từ động của dây quấn sơ cấp và thứ cấp đều có dạng hình sin. Do đó sẽ không có hiện tượng bất lợi như trên xảy ra.

c) Trường hợp máy biến áp ba pha nối Y/d

Do dây quấn sơ cấp nối Y nên dòng điện từ hóa trong đó sẽ không có thành phần điều hòa bậc 3, như vậy từ thông sẽ có dạng vạt đầu, nghĩa là tồn tại thành phần từ thông bậc 3 ϕ_3 . Từ thông bậc 3 sẽ cảm ứng trong

dây quấn thứ cấp sức điện động bậc 3 e_{23} . Đến lượt e_{23} gây ra trong mạch vòng thứ cấp nối tam giác dòng điện bậc 3 i_{23} , rõ ràng i_{23} sẽ sinh ra từ thông bậc 3 gần như ngược pha với ϕ_3 của dòng điện sơ cấp tạo nên. Do đó từ thông tổng trong lõi thép là $\phi = \phi_{3y} + \phi_{3d} \approx 0$. Ảnh hưởng của từ thông bậc 3 trong mạch từ không đáng kể nữa, sức điện động pha sẽ gần như hình sin.

Tóm lại khi máy biến áp làm việc không tải, các cách đấu D/y, Y/d đều tránh được tác hại của từ thông và sức điện động điều hòa bậc 3.

1.8. Trong nghiên cứu máy biến áp thường dùng các định luật sau

1.8.1 Định luật về cảm ứng điện từ. Định luật Faraday

Trong các thiết bị điện từ, định luật này được viết như sau

$$e = - \frac{d\phi}{dt}$$

Điều đó nói rằng: một sự biến thiên của tổng từ thông móc vòng một mạch điện sẽ tạo ra một sức điện động tỷ lệ với đạo hàm của tổng từ thông biến thiên đó.

Cũng có thể viết dưới dạng

$$e = Blv$$

trong đó v là vận tốc chuyển động của một thanh dẫn l nằm trong từ trường có từ cảm B vuông góc với chiều chuyển động của thanh dẫn đó.

1.8.2. Định luật toàn dòng điện

Định luật này được diễn tả như sau

$$\oint Hdl = \sum i = F$$

Tích phân vòng của cường độ từ trường theo một đường khép kín bất kỳ bao quanh một số mạch điện bằng tổng dòng điện trong các mạch. F chỉ giá trị của sức từ động lên mạch từ đó.

1.8.3. Định luật về lực điện từ. Định luật Laplace

Đây là một định luật cho ta giá trị của lực \vec{df}_M tác dụng trên một đơn vị dòng điện \vec{idl} đặt ở điểm M có từ cảm \vec{B}_M . Lực này bằng tích vector của đơn vị dòng điện với vector từ cảm

$$\vec{df}_M = \vec{idl} \times \vec{B}_M$$

lực tác dụng trên một đoạn dây dẫn mang dòng điện nằm trong từ trường bằng :

$$\vec{f} = \int_0^l Bi \sin \varphi dl$$

trong đó φ là góc giữa từ cảm \vec{B} với vector dòng điện \vec{i} . Nếu từ trường đều và dây dẫn thẳng, ta có

$$\vec{f} = Bil \sin \varphi$$

1.8.4. Năng lượng trường điện từ

Năng lượng tổng trong một thể tích từ trường có μ không đổi bằng:

$$W = \int \frac{\mu H^2}{2} dV = \frac{1}{2} Li^2$$

Trong trường hợp này, $Li = \psi$

chỉ từ trường móc vòng bởi dòng điện i và L là từ cảm của cuộn dây. Nếu thiết bị điện từ có hai hoặc nhiều mạch điện có hồ cảm điện từ thì năng lượng điện từ của hai mạch điện có hồ cảm bằng

$$W_{12} = \int \frac{\mu H^2}{2} dV = \frac{L_1 i_1^2}{2} + \frac{L_2 i_2^2}{2} + M_{12} i_1 i_2$$

Tất cả các phương trình cân bằng điện áp của các loại máy điện được biểu thị theo định luật Kirchhoff bằng một phương trình ma trận có dạng

$$\vec{u} = \vec{z}\vec{i}$$

trong đó: \vec{u} -vector điện áp có các thành phần bằng các điện áp đặt vào các mạch điện tương ứng với các dây quấn của mạch điện.

i - là vectơ dòng điện có các thành phần dòng điện chạy trong các mạch điện

z - là ma trận tổng trở

Mômen điện từ sinh ra trong máy điện sẽ bằng

$$M = k \left| \vec{\psi} \vec{i} \right|$$

trong đó $\vec{\psi}$: - vectơ từ thông móc vòng có các thành phần bằng từ thông do các dây quấn sinh ra

Tailieu.vn

CHƯƠNG 2

TÍNH TOÁN CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA MÁY BIẾN ÁP

2.1. CÁC SỐ LIỆU BAN ĐẦU

- Công suất định mức: $S = 7500 \text{ KVA}$
- Điện áp định mức : $\frac{U_1}{U_2} = 35/22 \text{ KV}$, đấu Y/Y
- Tần số : $f = 50 \text{ Hz}$
- Tổn hao không tải : $P_0 = 8000 \text{ W}$
- Tổn hao ngắn mạch : $P_n = 42000 \text{ W}$
- Dòng điện không tải : $i_0 = 0,7\%$
- Điện áp ngắn mạch : $u_n = 7,5\%$
- Kiểu máy: Đặt ngoài trời , làm việc liên tục, làm lạnh bằng dầu

2.2. TÍNH CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

Dựa vào nhiệm vụ thiết kế trước hết xác định các đại lượng cơ sau đây

+ Công suất một pha của máy biến áp

$$S_t = \frac{S}{m} = \frac{7500}{3} = 2500(\text{kVA})$$

+ Công suất một trụ

$$S' = \frac{S}{t} = \frac{7500}{3} = 2500(\text{kVA})$$

trong đó t là số trụ tác dụng $t=3$, m là số pha của máy biến áp $m=3$ pha, S công suất định mức của máy biến áp

+ Dòng điện dây định mức

- Dòng điện dây phía cao áp

$$I_1 = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_1} = \frac{7500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 10^3} = 123,72(\text{A})$$

- Dòng điện dây phía hạ áp

$$I_2 = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_2} = \frac{7500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 10^3} = 196,83(\text{A})$$

+ Dòng điện pha định mức

- Phía cao áp

$$I_{f1} = I_1 = 123,72(\text{A})$$

- Phía hạ áp

$$I_{f2} = I_2 = 196,83(\text{A})$$

+ Điện áp pha định mức

- Điện áp pha định mức phía cao áp, phía cao áp nối tam giác ta có

$$U_{f1} = \frac{U_1}{\sqrt{3}} = 20,21(\text{KV})$$

- Điện áp pha định mức phía hạ áp, phía hạ áp nối sao ta có

$$U_{f2} = \frac{U_2}{\sqrt{3}} = \frac{22}{\sqrt{3}} = 12,7(\text{KV})$$

+ Điện áp thử dây quấn: theo phụ lục VIII trang 653 TKMĐ

Để xác định khoảng cách cách điện giữa các dây quấn, các phần dẫn điện khác và các bộ phận nối đất của máy biến áp cần phải biết các trị số điện áp thử của chúng. Dựa theo cấp điện áp của dây quấn chọn điện áp thử tương ứng

- Điện áp thử dây quấn cao áp

$$U_{t1} = 80(\text{KV})$$

- Điện áp thử dây quấn hạ áp

$$U_{t2} = 50(\text{KV})$$

+ Các thành phần điện áp ngắn mạch

- Thành phần tác dụng của điện áp ngắn mạch

$$u_{nr} = \frac{P_n}{10 \cdot S}, (\%)$$

P_n : tổn hao ngắn mạch (W)

S : dung lượng máy biến áp (kVA)

Thay số vào ta được

$$u_{nr} = \frac{42000}{10.7500} = 0,56(\%)$$

- Thành phần phản kháng của điện áp ngắn mạch

$$u_{nx} = \sqrt{u_n^2 - u_{nr}^2} = \sqrt{7,5^2 - 0,56^2} = 7,48(\%)$$

2.3. THIẾT KẾ SƠ BỘ LỖI SẮT VÀ TÍNH TOÁN CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA MÁY BIẾN ÁP

2.3.1. Thiết kế sơ bộ lõi sắt

Từ yêu cầu của nhiệm vụ thiết kế máy biến áp mạch từ không gian. Lõi sắt của máy biến áp gồm hai bộ phận chính, trụ và gông. Lõi sắt là phần mạch từ của máy biến áp do đó thiết kế nó cần phải làm sao cho tổn hao chính cũng như tổn hao phụ nhỏ, dòng điện không tải nhỏ, trọng lượng tôn silic ít và hệ số điền đầy của lõi sắt cao. Mặt khác lõi sắt còn làm khung mà trên đó để nhiều bộ phận quan trọng của máy biến áp như dây quấn, giá đỡ dây dẫn ra. Hơn nữa, lõi sắt có thể chịu những lực cơ học lớn khi dây quấn bị ngắn mạch. Vì vậy yêu cầu thứ hai của lõi sắt là phải bền và ổn định về cơ khí.

Trụ được làm từ lá thép kỹ thuật điện ghép lại thành hình bậc thang vì vậy lá thép dùng để làm trụ gồm nhiều thép có kích thước khác nhau. Số bậc thang của trụ càng nhiều thì tiết diện trụ càng gần tròn, nhưng số tập lá thép càng nhiều, nghĩa là số lượng các lá tôn có kích thước khác nhau càng nhiều làm cho quá trình chế tạo lắp ráp lõi thép càng phức tạp

Để đảm bảo được đường kính tiêu chuẩn, kích thước lá thép từng tập trong trụ và số bậc của trụ cũng được tiêu chuẩn hóa.