

Máy biến áp là gì? Vì sao trong hệ thống truyền tải điện năng đi xa không thể thiếu máy biến áp? Bài này giúp ta giải đáp câu hỏi đó.

1. Máy biến áp

Máy biến áp là thiết bị hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi điện áp xoay chiều mà không làm thay đổi tần số của nó.

a) Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động

Máy biến áp gồm hai cuộn dây có số vòng khác nhau quấn trên một lõi sắt kín (Hình 32.1). Lõi thường làm bằng các lá sắt hoặc thép pha silic, ghép cách điện với nhau để giảm hao phí điện năng do dòng Fu-cô. Các cuộn dây thường làm bằng đồng, đặt cách điện với nhau và được cách điện với lõi.

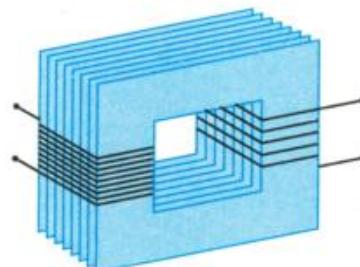
Hoạt động của máy biến áp dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Một trong hai cuộn của máy biến áp được nối với nguồn điện xoay chiều, được gọi là *cuộn sơ cấp*. Cuộn thứ hai được nối với tải tiêu thụ điện năng, được gọi là *cuộn thứ cấp*. Dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn sơ cấp gây ra từ thông biến thiên qua cuộn thứ cấp, làm xuất hiện trong cuộn thứ cấp một suất điện động xoay chiều. Nếu mạch thứ cấp kín thì có dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp.

b) Sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện qua máy biến áp

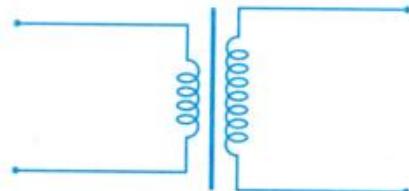
Trong các công thức dưới đây, các đại lượng và các thông số ở đầu vào (nối với cuộn sơ cấp) được ghi bằng chỉ số 1, ở đầu ra (nối với cuộn thứ cấp) được ghi bằng chỉ số 2.

Với lõi sắt kín, hầu như mọi đường sức từ chỉ chạy trong lõi sắt nên từ thông qua mỗi vòng dây ở

Người ta còn gọi máy biến áp là máy biến thế.



Hình 32.1 Sơ đồ cấu tạo của máy biến áp.



Hình 32.2 Kí hiệu máy biến áp trong mạch điện.

Có thể thay cuộn sơ cấp và thứ cấp bằng một cuộn dây có nhiều đầu ra (một cặp đầu dây nối với mạch sơ cấp, các cặp khác nối với mạch thứ cấp). Đó là *biến áp tự ngẫu* thường được dùng trong đời sống.

cả hai cuộn bằng nhau, suất điện động cảm ứng trong mỗi vòng dây cũng bằng nhau. Như vậy, suất điện động cảm ứng trong mỗi cuộn dây tỉ lệ với số vòng dây N_1, N_2 của chúng :

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (32.1)$$

Tỉ số giữa các suất điện động tức thời không đổi nên tỉ số giữa các giá trị hiệu dụng cũng bằng tỉ số ấy :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (32.2)$$

Nếu bỏ qua điện trở của dây quấn thì có thể coi điện áp hiệu dụng ở hai đầu mỗi cuộn dây bằng suất điện động hiệu dụng tương ứng trong mỗi cuộn :

$$U_1 = E_1, \quad U_2 = E_2$$

Do đó :

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (32.3)$$

C1 Hiệu suất của máy biến áp trong thực tế có thể đạt tới 98÷99%. Hãy viết biểu thức tính hiệu suất của máy biến áp và giải thích vì sao nó có thể đạt giá trị lớn.

Để cho đơn giản, ta giả thiết hệ số công suất của mạch sơ cấp và của mạch thứ cấp bằng nhau. Từ điều kiện bằng nhau về công suất của hai mạch, ta suy ra công thức (32.4).

C2 Đối với máy tăng áp, nên dùng dây của cuộn thứ cấp là loại có đường kính to hơn hay nhỏ hơn dây của cuộn sơ cấp ? Vì sao ?

Nếu $N_2 > N_1$ thì $U_2 > U_1$, ta gọi máy biến áp là *máy tăng áp*. Nếu $N_2 < N_1$ thì $U_2 < U_1$, ta gọi máy biến áp là *máy hạ áp*. Nếu hao phí điện năng trong máy biến áp không đáng kể (Biến áp lí tưởng) thì công suất của dòng điện trong mạch sơ cấp và trong mạch thứ cấp có thể coi bằng nhau.

Như vậy :

$$U_1 I_1 = U_2 I_2 \quad (32.4)$$

hay

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} \quad (32.5)$$

Do đó, máy biến áp làm tăng điện áp lên bao nhiêu lần thì làm giảm cường độ dòng điện đi bấy nhiêu lần và ngược lại.

2. Truyền tải điện năng

Điện năng truyền tải đi xa thường bị tiêu hao đáng kể, chủ yếu do tỏa nhiệt trên đường dây. Gọi R là điện trở đường dây, \mathcal{P} là công suất truyền đi, U là điện áp ở nơi phát, $\cos\varphi$ là hệ số công suất của mạch điện thì công suất hao phí trên dây là :

$$\Delta\mathcal{P} = RI^2$$

$$\Delta\mathcal{P} = R \frac{\mathcal{P}^2}{(U\cos\varphi)^2} \quad (32.6)$$

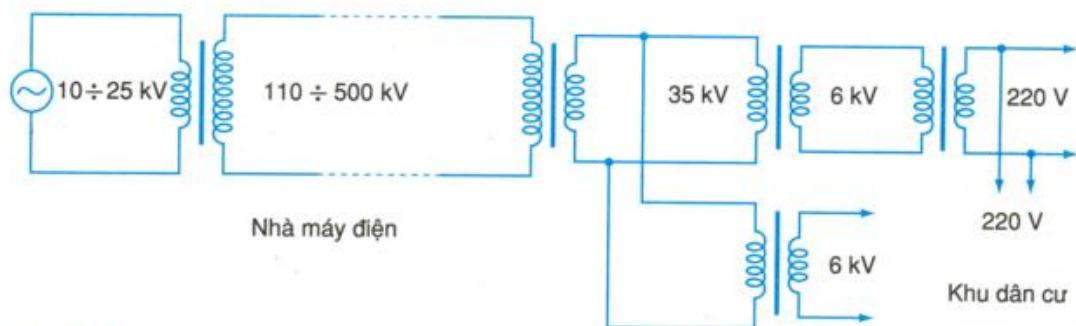
Công thức trên chứng tỏ rằng, với cùng một công suất và một điện áp truyền đi, với điện trở đường dây xác định, mạch có hệ số công suất lớn thì công suất hao phí nhỏ.

Đối với một hệ thống truyền tải điện năng với $\cos\varphi$ và \mathcal{P} xác định, có hai cách giảm $\Delta\mathcal{P}$:

Cách thứ nhất : giảm điện trở R của đường dây. Đây là cách làm tốn kém vì phải tăng tiết diện của dây, do đó tốn nhiều kim loại làm dây và phải tăng sức chịu đựng của các cột điện.

Cách thứ hai : tăng điện áp U ở nơi phát điện và giảm điện áp ở nơi tiêu thụ điện tới giá trị cần thiết. Cách này có thể thực hiện đơn giản bằng máy biến áp, do đó được áp dụng rộng rãi.

Hiệu suất truyền tải điện năng được đo bằng tỉ số giữa công suất điện nhận được ở nơi tiêu thụ và công suất điện truyền đi ở nơi phát điện.



Hình 32.3 Một sơ đồ truyền tải và phân phối điện năng.

CÂU HỎI

1. Nêu đặc điểm của sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện qua máy biến áp.
2. Nêu các cách chủ yếu làm giảm điện năng hao phí :
 - a) Trong máy biến áp.
 - b) Trong truyền tải điện năng đi xa.

BÀI TẬP

1. Một máy biến áp có cuộn thứ cấp mắc với một điện trở thuần, cuộn sơ cấp mắc với nguồn điện xoay chiều. Điện trở của các cuộn dây và hao phí điện năng ở máy không đáng kể. Nếu tăng trị số của điện trở mắc với cuộn thứ cấp lên hai lần thì
 - A. cường độ hiệu dụng của dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp giảm hai lần, trong cuộn sơ cấp không đổi.
 - B. điện áp ở hai đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp đều tăng hai lần.
 - C. suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp tăng hai lần, trong cuộn sơ cấp không đổi.
 - D. công suất tiêu thụ điện ở mạch sơ cấp và thứ cấp đều giảm hai lần.
2. Chọn phát biểu sai.

Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa, công suất hao phí

 - A. tỉ lệ với thời gian truyền điện.
 - B. tỉ lệ với chiều dài đường dây tải điện.
 - C. tỉ lệ nghịch với bình phương điện áp giữa hai đầu dây ở trạm phát điện.
 - D. tỉ lệ với bình phương công suất truyền đi.
3. Cuộn sơ cấp của một máy biến áp được nối với mạng điện xoay chiều có điện áp 380 V. Cuộn thứ cấp có dòng điện cường độ 1,5 A chạy qua và có điện áp giữa hai đầu dây là 12 V. Biết số vòng dây của cuộn thứ cấp là 30. Tính số vòng dây của cuộn sơ cấp và cường độ dòng điện chạy qua nó. Bỏ qua hao phí điện năng trong máy.
4. Điện năng ở một trạm phát điện được truyền đi dưới điện áp 2 kV và công suất truyền đi 200 kW. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau mỗi ngày đêm lệch nhau thêm 480 kW.h.
 - a) Tính công suất điện hao phí trên đường dây tải điện.
 - b) Cần tăng điện áp ở trạm phát đến giá trị nào để điện năng hao phí trên đường dây chỉ bằng 2,5 % điện năng truyền đi ? Coi công suất truyền đi ở trạm phát điện không đổi.