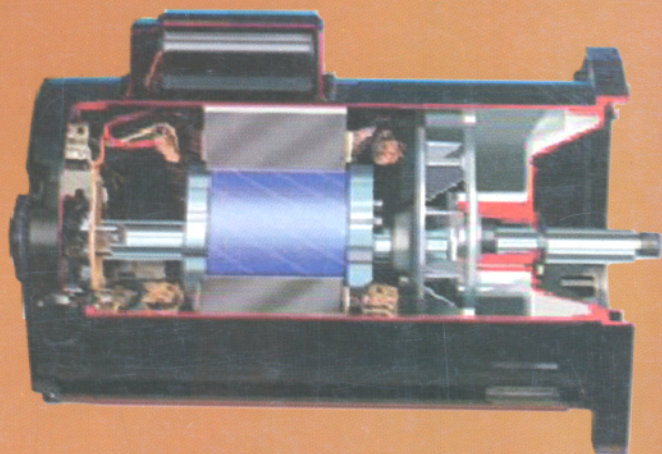


VỤ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP - DẠY NGHỀ

GIÁO TRÌNH MÁY ĐIỆN

SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

ĐẶNG VĂN ĐÀO - TRẦN KHÁNH HÀ - NGUYỄN HỒNG THANH

GIÁO TRÌNH
MÁY ĐIỆN

Sách dùng cho các trường đào tạo hệ Trung học chuyên nghiệp

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Lời giới thiệu

Việc tổ chức biên soạn và xuất bản một số giáo trình phục vụ cho đào tạo các chuyên ngành Điện - Điện tử, Cơ khí - Động lực ở các trường THCN - DN là một sự cố gắng lớn của Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề và Nhà xuất bản Giáo dục nhằm từng bước thống nhất nội dung dạy và học ở các trường THCN trên toàn quốc.

Nội dung của giáo trình đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Đề cương của giáo trình đã được Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề tham khảo ý kiến của một số trường như : Trường Cao đẳng kỹ thuật Hà Nội, Trường TH Việt - Hung, Trường TH Công nghiệp II, Trường TH Công nghiệp III v.v... và đã nhận được nhiều ý kiến thiết thực, giúp cho tác giả biên soạn phù hợp hơn.

Giáo trình do các nhà giáo có nhiều kinh nghiệm giảng dạy ở các trường Đại học, Cao đẳng, THCN biên soạn. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là, để cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo THCN.

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc không tránh khỏi những khiếm khuyết. Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề đề nghị các trường sử dụng những giáo trình xuất bản lần này để bổ sung cho nguồn giáo trình đang rất thiếu hiện nay, nhằm phục vụ cho việc dạy và học của các trường đạt chất lượng cao hơn. Các giáo trình này cũng rất bổ ích đối với đội ngũ kỹ thuật viên, công nhân kỹ thuật để nâng cao kiến thức và tay nghề cho mình.

Hy vọng nhận được sự góp ý của các trường và bạn đọc để những giáo trình được biên soạn tiếp hoặc lần tái bản sau có chất lượng tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về NXB Giáo dục - 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

VỤ THCN - DN

Mở đầu

Giáo trình Máy điện được biên soạn để cương do vụ THCN - DN, Bộ Giáo dục & Đào tạo xây dựng và thông qua. Nội dung được biên soạn theo tinh thần ngắn gọn, dễ hiểu. Các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối liên hệ logic chặt chẽ. Tuy vậy, giáo trình cũng chỉ là một phần trong nội dung của chuyên ngành đào tạo cho nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các giáo trình có liên quan đối với ngành học để việc sử dụng giáo trình có hiệu quả hơn.

Khi biên soạn giáo trình, chúng tôi đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến môn học và phù hợp với đối tượng sử dụng cũng như cố gắng gắn những nội dung lí thuyết với những vấn đề thực tế thường gặp trong sản xuất, đời sống để giáo trình có tính thực tiễn cao.

Nội dung của giáo trình được biên soạn với dung lượng 60 tiết, gồm :

Khái niệm chung về máy điện; Chương 1. Máy biến áp; Chương 2. Máy điện không đồng bộ; Chương 3. Máy điện đồng bộ; Chương 4. Máy điện một chiều; Chương 5. Dây quấn máy điện; Chương 6. Các chế độ làm việc và các dạng khác của máy điện không đồng bộ.

Trong quá trình sử dụng, tùy theo yêu cầu cụ thể có thể điều chỉnh số tiết trong mỗi chương. Trong giáo trình, chúng tôi không đề ra nội dung thực tập của từng chương, vì trang thiết bị phục vụ cho thực tập của các trường không đồng nhất. Vì vậy, căn cứ vào trang thiết bị đã có của từng trường và khả năng tổ chức cho học sinh thực tập ở các xí nghiệp bên ngoài mà trường xây dựng thời lượng và nội dung thực tập cụ thể - Thời lượng thực tập tôi thiếu nói chung cũng không ít hơn thời lượng học lí thuyết của mỗi môn.

Giáo trình được biên soạn cho đối tượng là học sinh THCN, Công nhân lành nghề bậc 3/7 và nó cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho sinh viên Cao đẳng kĩ thuật cũng như Kỹ thuật viên đang làm việc ở các cơ sở kinh tế của nhiều lĩnh vực khác nhau.

Mặc dù đã cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi hết khiếm khuyết. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người sử dụng để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn. Mọi góp ý xin được gửi về Nhà XBGD - 81 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

TÁC GIẢ

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

K.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI

K.1.1. Định nghĩa

Máy điện là thiết bị điện từ, nguyên lý làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ. Về cấu tạo máy điện gồm mạch từ (lõi thép) và mạch điện (các dây quấn), dùng để biến đổi dạng năng lượng như cơ năng thành điện năng (máy phát điện) hoặc ngược lại biến đổi điện năng thành cơ năng (động cơ điện), hoặc dùng để biến đổi thông số điện như biến đổi điện áp, dòng điện, tần số, số pha v.v..

Máy điện là máy thường gặp nhiều trong các ngành kinh tế như công nghiệp, giao thông vận tải... và trong các dụng cụ sinh hoạt gia đình.

K.1.2. Phân loại

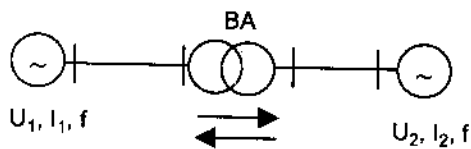
Máy điện có nhiều loại được phân loại theo nhiều cách khác nhau, ví dụ phân loại theo công suất, theo cấu tạo, theo chức năng, theo loại dòng điện (xoay chiều, một chiều), theo nguyên lý làm việc v.v.. Trong giáo trình này ta phân loại dựa vào nguyên lý biến đổi năng lượng như sau:

a) Máy điện tĩnh

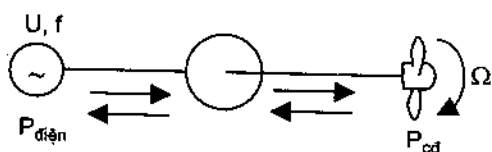
Máy điện tĩnh thường gặp là máy biến áp. Máy điện tĩnh làm việc dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ do sự biến thiên từ thông giữa các cuộn dây không có chuyển động tương đối với nhau.

Máy điện tĩnh thường dùng để biến đổi thông số điện năng. Do tính chất thuận nghịch của các quy luật cảm ứng điện từ, quá trình biến đổi có tính thuận nghịch, ví dụ máy biến áp biến đổi điện năng có thông số: U_1, I_1, f , thành điện năng có thông số U_2, I_2, f , hoặc ngược lại biến đổi hệ thống điện U_2, I_2, f thành hệ thống điện U_1, I_1, f , (hình K-1)

b) Máy điện có phần động (quay hoặc chuyển động thẳng)



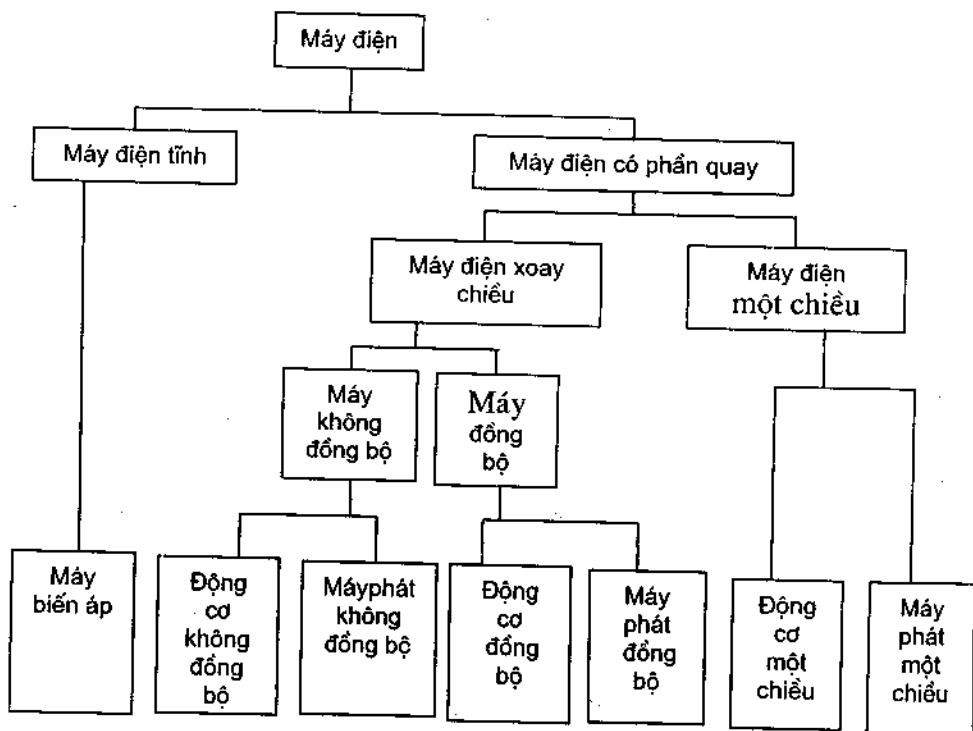
Hình K-1



Hình K-2

Nguyên lý làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ, lực điện từ, do từ trường và dòng điện của các cuộn dây có chuyển động tương đối với nhau gây ra.

Loại máy điện này thường dùng để biến đổi dạng năng lượng, ví dụ biến đổi điện năng thành cơ năng (động cơ điện) hoặc biến đổi cơ năng thành điện



Hình - K3

năng (máy phát điện). Quá trình biến đổi có tính thuận nghịch (hình K-2) nghĩa là máy điện có thể làm việc ở chế độ máy phát điện hoặc động cơ điện.

Trên hình K-3 vẽ sơ đồ phân loại máy điện thông dụng thường gặp.

K.2. CÁC ĐỊNH LUẬT ĐIỆN TỪ CƠ BẢN DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

Nguyên lý làm việc của tất cả các máy điện đều dựa trên cơ sở hai định luật cảm ứng điện từ và lực điện từ. Khi tính toán mạch điện từ người ta sử dụng định luật dòng điện toàn phần.

K.2.1. Định luật cảm ứng điện từ

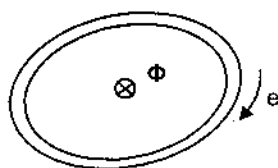
a) Trường hợp từ thông Φ biến thiên xuyên qua vòng dây.

Khi từ thông Φ biến thiên xuyên qua vòng dây dẫn, trong vòng dây sẽ cảm ứng sức điện động. Nếu chọn chiều sức điện động cảm ứng phù hợp với chiều của từ thông theo quy tắc vặn nút chai (hình K-4), sức điện động cảm ứng trong một vòng dây, được viết theo công thức Mácxoen như sau:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (K.1)$$

Dấu \otimes trên hình K.4 chỉ chiều đi từ ngoài vào trong giấy. Nếu cuộn dây có w vòng, sức điện động cảm ứng của cuộn dây sẽ là:

$$e = - \frac{wd\Phi}{dt} = - \frac{d\psi}{dt} \quad (K.2)$$



Hình K - 4

Trong đó: $\psi = w\Phi$ gọi là từ thông móc vòng của cuộn dây.

Trong các công thức (K.1), (K.2) từ thông đo bằng Wb (vebe), sức điện động đo bằng V .

b) Trường hợp thanh dẫn chuyển động trong từ trường.

Khi thanh dẫn chuyển động thẳng vuông góc với đường sức từ trường (đó là trường hợp thường gặp trong máy phát điện), trong thanh dẫn sẽ cảm ứng sức điện động e , có trị số là:

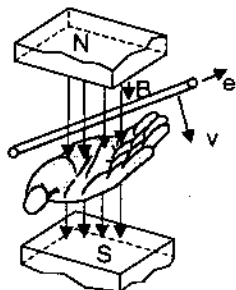
$$e = Blv \quad (K.3)$$

Trong đó: B - từ cảm đo bằng T (tesla).

l - chiều dài hiệu dụng của thanh dẫn (phần thanh dẫn nằm trong từ trường) đo bằng m .

v - tốc độ thanh dẫn đo bằng m/s .

Chiều của sức điện động cảm ứng được xác định theo quy tắc bàn tay phải (hình K - 5).



Hình K - 5

K.2.2. Định luật lực điện từ

Khi thanh dẫn mang dòng điện đặt thẳng góc với đường sức từ trường (đó là trường hợp thường gặp trong động cơ điện), thanh dẫn sẽ chịu một lực điện từ tác dụng vuông góc có trị số là:

$$F_{dt} = Bil \quad (K.4)$$

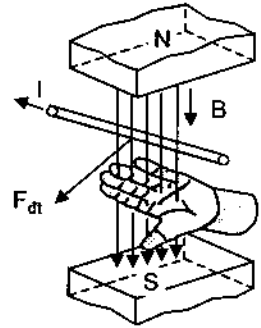
Trong đó: B- từ cảm đo bằng T

i- dòng điện đo bằng A(ampe)

l- chiều dài hiệu dụng thanh dẫn đo bằng m(mét)

F_{dt} - lực điện từ đo bằng N (niuton)

Chiều lực điện từ xác định theo quy tắc bàn tay trái(hình K - 6).



Hình K - 6

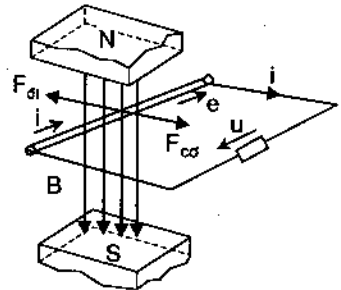
K.3. NGUYÊN LÝ MÁY PHÁT ĐIỆN VÀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN. TÍNH THUẬN NGHỊCH CỦA MÁY ĐIỆN

Máy điện có tính thuận nghịch, nghĩa là có thể làm việc ở chế độ máy phát điện hoặc động cơ điện.

K.3.1. Chế độ máy phát điện

Cho cơ năng của động cơ sơ cấp tác dụng vào thanh dẫn một lực cơ học $F_{cơ}$ thanh dẫn sẽ chuyển động với tốc độ v trong từ trường của nam châm N- S (hình K-7) trong thanh dẫn sẽ cảm ứng sức điện động e. Nếu nối vào hai cực của thanh dẫn điện trở R của tải, dòng điện i chạy trong thanh dẫn cung cấp điện cho tải. Nếu bỏ qua điện trở của thanh dẫn, điện áp đặt vào tải $u = e$. Công suất điện máy phát cung cấp cho tải là $P_d = ui = ei$.

Dòng điện i nằm trong từ trường sẽ chịu tác dụng của lực điện từ $F_{dt} = Bil$ có chiều như hình K - 7.



Hình K - 7

Khi máy quay với tốc độ không đổi lực điện từ sẽ cân bằng với lực cơ của động cơ sơ cấp:

$$F_{cơ} = F_{đt}$$

Nhân 2 vế với v ta có:

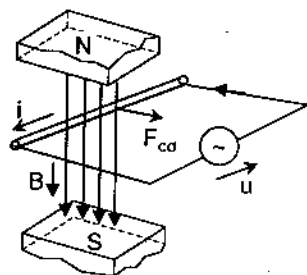
$$F_{cơ}v = F_{đt}v = Bilv = ei$$

Như vậy công suất cơ của động cơ sơ cấp $P_{cơ} = F_{cơ}v$ đã được biến đổi thành công suất điện $P_d = ei$ nghĩa là cơ năng biến thành điện năng.

K.3.2. Chế độ động cơ điện

Cung cấp điện cho máy phát điện, điện áp U của nguồn điện sẽ gây ra dòng điện i trong thanh dẫn. Dưới tác dụng của từ trường sẽ có lực điện từ $F_{đt} = Bil$ tác dụng lên thanh dẫn làm thanh dẫn chuyển động với tốc độ v có chiều như hình K8.

Như vậy công suất điện $P_d = ui$ đưa vào động cơ đã được biến thành công suất cơ $P_{cơ} = F_{đt}v$ trên trục động cơ. Điện năng đã được biến đổi thành cơ năng. Ta nhận thấy cùng một thiết bị điện từ tùy theo năng lượng đưa vào mà máy điện có thể làm việc ở chế độ động cơ hoặc máy phát điện. Mọi loại máy điện đều có tính chất thuận nghịch.



Hình K - 8

K.4. ĐỊNH LUẬT MẠCH TỪ. TÍNH TOÁN MẠCH TỪ

K.4.1. Định luật mạch từ

Lõi thép của máy điện là mạch từ. Mạch từ là mạch khép kín dùng để dẫn từ thông. Hình K-9 là mạch từ đơn giản: mạch từ đồng nhất bằng thép kỹ thuật điện và có một dây quấn. Định luật dòng điện toàn phần $\oint Hdl = \sum i$ áp dụng

vào mạch từ hình K-9 được viết như sau:

$$Hl = \sum i$$

Trong đó:

H - cường độ từ trường trong mạch từ đo bằng A/m;

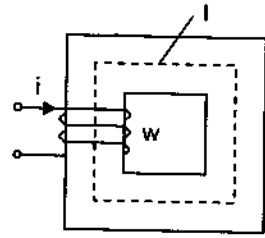
l - chiều dài trung bình của mạch từ đo bằng m;

w - số vòng dây của cuộn dây;

Đòng điện i tạo ra từ thông cho mạch từ, gọi là dòng điện từ hóa.

Tích số w_i được gọi là sức từ động.

Hl được gọi là từ áp rơi trong mạch từ.



Hình K - 9. Mạch từ đơn giản

Đối với mạch từ gồm nhiều cuộn dây và nhiều đoạn khác nhau (các đoạn làm bằng vật liệu khác nhau, hoặc tiết diện khác nhau), ví dụ hình K-10 thì định luật mạch từ viết là:

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 = w_1 i_1 - w_2 i_2$$

Trong đó: H_1, H_2 - tương ứng cường độ từ trường trong đoạn 1,2;

l_1, l_2 - chiều dài trung bình đoạn 1,2;

$H_1 l_1, H_2 l_2$ gọi là từ áp đoạn 1,2;

$w_1 i_1, w_2 i_2$ - sức từ động dây quấn 1,2;

S_1, S_2 , - tiết diện đoạn 1,2.

Có dấu - trước $w_2 i_2$ vì chiều dòng điện i_2 không phù hợp với chiều từ thông Φ đã chọn theo quy tắc vắn nút chai.

Một cách tổng quát đối với mạch từ có n đoạn và m cuộn dây định luật mạch từ được viết:

$$\sum_{k=1}^n H_k l_k = \sum_{j=1}^m w_j i_j$$

trong đó: dòng điện i_j nào có chiều phù hợp với chiều ϕ đã chọn theo quy tắc vắn nút chai sẽ mang dấu dương, không phù hợp sẽ mang dấu âm.

k - chỉ số tên đoạn mạch từ.

j - chỉ số tên cuộn dây dòng điện.

K.4.2. Tính toán mạch từ

Việc tính toán mạch từ thường thể hiện trong hai loại bài toán:

Bài toán thuận: Cho biết từ thông, tính dòng điện từ hóa (hoặc số vòng dây) để sinh ra từ thông ấy.

Việc giải bài toán này thường tiến hành như sau.

Ví dụ: Cho mạch từ không phân nhánh như hình K-10, từ thông ở các đoạn đều giống nhau, do đó từ cảm của mỗi đoạn mạch ấy là:

$$B_1 = \frac{\Phi}{S_1}, \quad B_2 = \frac{\Phi}{S_2}$$

S_1, S_2 - tiết diện đoạn mạch từ 1, 2.

Từ trị số từ cảm B ở từng đoạn mạch, ta tính cường độ từ trường H tương ứng với mỗi đoạn mạch ấy như sau:

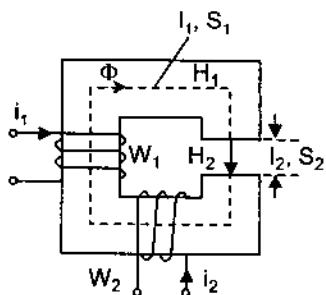
Đối với đoạn mạch 2 là khe hở không khí, từ trị số từ cảm B_2 , ta tính cường độ từ trường H_2 như sau:

$$H_2 = \frac{B_2}{\mu_0} \quad \text{trong đó } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m.}$$

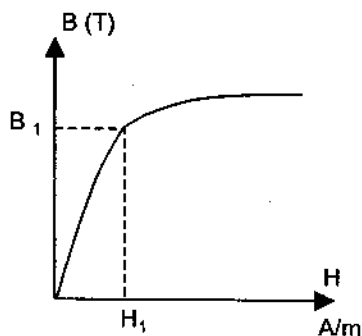
Đối với đoạn mạch từ là vật liệu sắt từ (đoạn 1), ta phải tra đường cong từ hóa $B=f(H)$ trên hình K-11 (hoặc bảng) đối với các loại thép. Từ trị số B_1 ta tra ra trị số H_1 tương ứng. Sau đó ta tìm tổng $\Sigma H_k l_k = H_1 l_1 + H_2 l_2$.

Từ đó ta tính ra được dòng điện từ hóa (hoặc số vòng dây).

Bài toán ngược: Cho biết dòng điện, cần tính từ thông. Loại bài toán này phức tạp hơn, thường dùng phương pháp dò hoặc các phương pháp dò cho mạch phi tuyến.



Hình K - 10



Hình K - 11. Đường cong từ hoá

K.5. CÁC VẬT LIỆU CHẾ TẠO MÁY ĐIỆN

Vật liệu chế tạo máy điện gồm : vật liệu dẫn điện, vật liệu dẫn từ, vật liệu cách điện và vật liệu kết cấu.

K.5.1. Vật liệu dẫn điện

Vật liệu dẫn điện dùng để chế tạo các bộ phận dẫn điện. Vật liệu dẫn điện dùng trong máy điện tốt nhất là đồng vì chúng không đắt lắm và có điện trở suất nhỏ. Ngoài ra còn dùng nhôm và các hợp kim khác như đồng thau, đồng phốt pho. Để chế tạo dây quấn ta thường dùng đồng, đôi khi nhôm. Dây đồng và dây nhôm như sợi vải, sợi thủy tinh, giấy nhựa hóa học, sơn emay. Với các máy điện công suất nhỏ và trung bình, điện áp dưới 700V thường dùng dây emay vì lớp cách điện mỏng, đạt độ bền yêu cầu đối với các bộ phận khác như vành đổi chiều, lồng sóc hoặc vành trượt, ngoài đồng, nhôm, người ta còn dùng cả hợp kim của đồng hoặc nhôm, hoặc có chỗ còn dùng cả thép để tăng độ bền cơ học và giảm kim loại màu.

K.5.2. Vật liệu dẫn từ

Vật liệu dẫn từ dùng để chế tạo các bộ phận của mạch từ, người ta dùng các vật liệu sắt từ để làm mạch từ, thép lá kỹ thuật điện, thép lá thường, thép đúc, thép rèn. Gang ít khi được dùng, vì dẫn từ không tốt lắm.

Ở đoạn mạch từ có từ thông biến đổi với tần số 50 Hz thường dùng thép lá kỹ thuật điện dày 0,35-0,5 mm, trong thành phần thép có từ 2-5% Si (để tăng điện trở của thép, giảm dòng điện xoáy). Ở tần số cao hơn, dùng thép lá kỹ thuật điện dày 0,1-0,2 mm. Tổn hao công suất trong thép lá do hiện tượng từ trễ và dòng điện xoáy được đặc trưng bằng suất tổn hao. Thép lá kỹ thuật điện được chế tạo bằng phương pháp cán nóng và cán nguội. Hiện nay với máy biến áp và máy điện thường dùng thép cán nguội vì có độ từ thẩm cao hơn và công suất tổn hao nhỏ hơn loại cán nóng.

Ở đoạn mạch từ có từ trường không đổi, thường dùng thép đúc, thép rèn hoặc thép lá.

K.5.3. Vật liệu cách điện

Vật liệu cách điện dùng để cách ly các bộ phận dẫn điện và không dẫn điện hoặc cách ly các bộ phận dẫn điện với nhau. Trong máy điện, vật liệu cách điện phải có cường độ cách điện cao, chịu nhiệt tốt, tản nhiệt tốt, chống ẩm và bền về cơ học. Độ bền vững về nhiệt của chất cách điện bọc dây dẫn, quyết định nhiệt độ cho phép của dây dẫn và do đó quyết định tải của nó.

Nếu tính năng cao thì lớp cách điện có thể mỏng và kích thước máy giảm. Chất cách điện chủ yếu ở thể rắn, gồm 4 nhóm:

- Chất hữu cơ thiên nhiên như giấy, vải lụa

- Chất vô cơ như amiăng, mica, sợi thủy tinh
- Các chất tổng hợp
- Các loại men, sơn cách điện

Chất cách điện tốt nhất là mica, song tương đối đắt nên chỉ dùng trong các máy điện có điện áp cao. Thông thường dùng các vật liệu có sợi như giấy, vải, sợi v.v.. Chúng có độ bền cơ tốt, mềm, rẻ tiền nhưng dẫn nhiệt xấu, hút ẩm, cách điện kém. Do đó dây dẫn cách điện sợi phải được sấy tẩm để cải thiện tính năng của vật liệu cách điện.

Căn cứ vào độ bền nhiệt, vật liệu cách điện được chia ra nhiều loại cấp cách điện sau:

Cấp cách điện	Vật liệu	Nhiệt độ giới hạn cho phép vật liệu, ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ trung bình cho phép dây quấn, ($^{\circ}\text{C}$)
A	Sợi xenlulô, bông hoặc tơ tằm trong vật liệu hữu cơ lỏng.	105	100
E	Vải loại màng tổng hợp.	120	115
B	Amiăng, sợi thủy tinh có chất kết dính và vật liệu gốc mica	130	120
F	Amiăng, vật liệu gốc mica, sợi thủy tinh có chất kết dính và tẩm tổng hợp.	155	140
H	Vật liệu gốc mica, amiăng sợi thủy tinh phối hợp chất kết dính và tẩm silíc hữu cơ	180	165

Ngoài ra còn có chất cách điện ở thể khí (không khí, hydro) hoặc thể lỏng (dầu máy biến áp).

K.5.4. Vật liệu kết cấu

Vật liệu kết cấu là vật liệu để chế tạo các chi tiết chịu các tác động cơ học như trục, ổ trục, vỏ máy, nắp máy. Trong máy điện, các vật liệu kết cấu thường là gang, thép lá, thép rèn, kim loại màu và hợp kim của chúng, các chất dẻo.

K.6. PHÁT NÓNG VÀ LÀM MÁT MÁY ĐIỆN

Trong quá trình làm việc có tổn hao công suất. Tổn hao trong máy điện gồm tổn hao sắt từ (do hiện tượng từ trễ và dòng xoáy) trong thép, tổn hao đồng trong điện trở dây quấn và tổn hao do ma sát (ở máy điện quay). Tất cả tổn hao năng lượng đều biến thành nhiệt năng làm nóng máy điện.

Để làm mát máy điện, phải có biện pháp tản nhiệt ra môi trường xung quanh. Sự tản nhiệt không những phụ thuộc vào bề mặt làm mát của máy mà còn phụ thuộc vào sự đối lưu của không khí xung quanh hoặc của môi trường làm mát khác như dầu máy biến áp v.v.. Thường vỏ máy điện được chế tạo có các cánh tản nhiệt và máy điện có hệ thống quạt gió để làm mát.

Kích thước của máy, phương pháp làm mát, phải được tính toán và lựa chọn để cho độ tăng nhiệt của vật liệu cách điện trong máy không vượt quá độ tăng nhiệt cho phép, đảm bảo cho vật liệu cách điện làm việc lâu dài khoảng 20 năm.

Khi máy điện làm việc ở chế độ định mức, độ tăng nhiệt của các phần tử không vượt quá độ tăng nhiệt cho phép. Khi máy quá tải, độ tăng nhiệt sẽ vượt quá nhiệt độ cho phép, vì thế không cho phép quá tải lâu dài.

BẢNG TÓM TẮT KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

Đại lượng	Biểu thức
Sức điện động cuộn dây e	$e = -\frac{wd\Phi}{dt} = -\frac{d\psi}{dt}$
Từ thông móc vòng	$\psi = w\phi$
Sức điện động thanh dẫn e	$e = Blv$
Lực điện từ F_{dt}	$F_{dt} = Bil$
Từ áp	Hl
Sức từ động	wi
Định luật mạch từ	$\sum_{k=1}^n H_k l_k = \sum_{j=1}^m w_j i_j$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Các bộ phận cơ bản của máy điện là gì? Chức năng của các bộ phận ấy.
2. Giải thích ứng dụng của định luật cảm ứng điện từ và lực điện từ trong máy điện.
3. Giải thích nguyên lý thuận nghịch của máy điện.
4. Định luật mạch từ và phương pháp tính mạch từ.
5. Các vật liệu chính chế tạo máy điện là gì.

MỘT SỐ BÀI GIẢI MẪU VẬN DỤNG KIẾN THỨC ĐÃ HỌC

Bài số K.1

Một thanh dẫn ab có chiều dài l nằm trong khe hở của một nam châm điện. Cho thanh dẫn chuyển động thẳng góc với từ trường với tốc độ v . Xác định trị số và chiều sức điện động cảm ứng e .

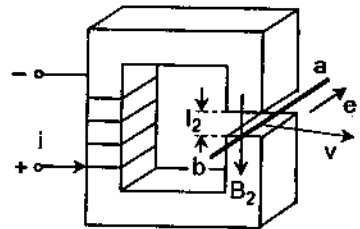
Bài giải

Từ cảm B_2 trong khe hở : $B_2 = \frac{\mu_0 w i}{l_2}$

Chiều của từ cảm B_2 được xác định theo quy tắc vụn nút chai. Trị số sức điện động cảm ứng trong thanh dẫn là:

$$e = B_2 l v = \frac{\mu_0 w i l v}{l_2}$$

Áp dụng quy tắc bàn tay phải chiều sdd e từ b đến a (hình K - 12).



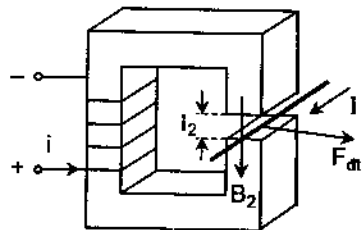
Hình K - 12

Bài số K.2

Một thanh dẫn ab có chiều dài l nằm trong khe hở của nam châm điện. Xác định trị số và chiều của lực điện từ tác dụng lên thanh dẫn khi thanh dẫn mang dòng điện I .

Bài giải

Trị số của lực điện từ là



Hình K - 13

$$F_{dt} = B_2 l_1 l_2 = \mu_0 \frac{w_1}{l_2} I_1 l_1$$

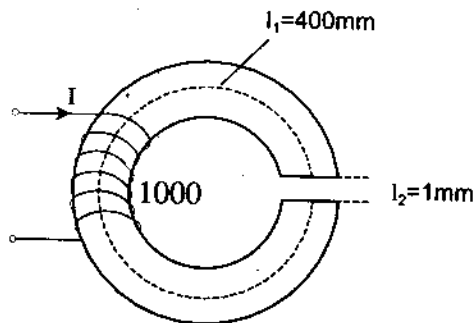
Áp dụng quy tắc bàn tay trái xác định được chiều của F_{dt} như hình K - 13.

BÀI TẬP HỌC SINH TỰ LÀM

Bài số K.3

Một mạch từ (hình K - 14). Đường cong từ hoá $B = f(H)$ của vật liệu cho ở bảng sau. Biết từ cảm trong khe hở $B_2 = 1,3 \text{ T}$ và cuộn dây có 1000 vòng.

Tính dòng điện trong cuộn dây.



Hình K - 14

B(T)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
H (A/m)	52	58	65	76	90	110	132	165	220	300
B(T)	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7
H (A/m)	380	600	900	1200	2000	3000	4500	6000	10000	14000

Đáp số : $I = 1,275 \text{ A}$

Bài số K.4

Mạch từ hình K - 15 gồm 3 cuộn dây

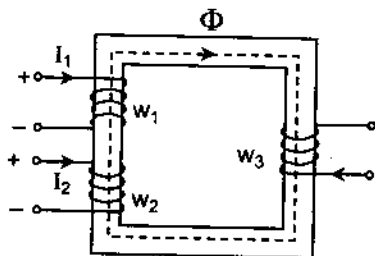
$$w_1 = 2000 \text{ vòng ; } I_1 = 0,5 \text{ A}$$

$$w_2 = 400 \text{ vòng ; } I_2 = 1 \text{ A}$$

$$w_3 = 1000 \text{ vòng.}$$

Chiều dài của lõi thép $l = 0,5 \text{ m}$. Tiết diện

$$\text{lõi thép } S = 10^{-3} \text{ m}^2$$



Hình K - 15

Đường cong từ hoá của vật liệu $B = f(H)$ cho ở bài K.3. Cho biết từ thông trong lõi thép bằng $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$. Xác định dòng điện I_3 .

Đáp số : $I_3 = 0,9 \text{ A}$

Chương I

MÁY BIẾN ÁP

1.1.KHÁI NIỆM CHUNG

Để biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều từ điện áp cao xuống điện áp thấp, hoặc ngược lại từ điện áp thấp lên điện áp cao, ta dùng máy biến áp. Ngày nay do việc sử dụng điện năng phát triển rất rộng rãi, nên có những loại máy biến áp khác nhau: máy biến áp một pha, ba pha, hai dây quấn, ba dây quấn v.v... nhưng chúng dựa trên cũng một nguyên lý, đó là nguyên lý cảm ứng điện từ.

1.1.1.Định nghĩa

Máy biến áp là một thiết bị điện từ tĩnh, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi điện áp của hệ thống dòng điện xoay chiều nhưng vẫn giữ nguyên tần số. Hệ thống điện đầu vào máy biến áp(trước lúc biến đổi) có: điện áp U_1 , dòng điện I_1 , tần số f . Hệ thống điện đầu ra của máy biến áp (sau khi biến đổi) có: điện áp U_2 , dòng điện I_2 , và tần số f . Trong các bản vẽ, máy biến áp được ký hiệu như hình 1-1.

Đầu vào của máy biến áp nối với nguồn điện, được gọi là sơ cấp. Đầu ra nối với tải gọi là thứ cấp. Các đại lượng, các thông số sơ cấp trong ký hiệu có ghi chỉ số 1: Số vòng dây sơ cấp w_1 , điện áp



Hình 1 - 1

sơ cấp U_1 , dòng điện sơ cấp I_1 , công suất sơ cấp P_1 . Các đại lượng và các thông số thứ cấp có chỉ số 2: Số vòng dây thứ cấp w_2 , điện áp thứ cấp U_2 , dòng điện thứ cấp I_2 , công suất thứ cấp P_2 .

Nếu điện áp thứ cấp lớn hơn sơ cấp là máy biến áp tăng áp. Nếu điện áp thứ cấp nhỏ hơn điện áp sơ cấp gọi là máy biến áp giảm áp.

Các đại lượng định mức

Các đại lượng định mức của máy biến áp do xưởng chế tạo máy biến áp qui định để cho máy có khả năng làm việc lâu dài và tốt nhất. Ba đại lượng định mức cơ bản là:

a) Điện áp định mức. Điện áp sơ cấp định mức ký hiệu U_{1dm} , là điện áp qui định cho dây quấn sơ cấp. Điện áp thứ cấp định mức ký hiệu U_{2dm} , là điện áp giữa các cực của dây quấn thứ cấp, khi dây quấn thứ cấp hở mạch và điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp là định mức. Người ta qui ước, với máy biến áp một pha điện áp định mức là điện áp pha, với máy biến áp 3 pha là điện áp dây. Đơn vị điện áp ghi trên máy thường là V hoặc kV.

b) Dòng điện định mức. Dòng điện định mức là dòng điện đã quy định cho mỗi dây quấn của máy biến áp, ứng với công suất định mức và điện áp định mức. Đối với máy biến áp một pha, dòng điện định mức là dòng điện pha. Đối với máy biến áp 3 pha, dòng điện định mức là dòng điện dây. Đơn vị dòng điện ghi trên máy thường là A. Dòng điện sơ cấp định mức ký hiệu I_{1dm} , dòng điện thứ cấp định mức ký hiệu I_{2dm} .

c) Công suất định mức. Công suất định mức của máy biến áp là công suất biểu kiến định mức. Công suất định mức ký hiệu là S_{dm} , đơn vị là VA, kVA. Đối với máy biến áp một pha công suất định mức là:

$$S_{dm} = U_{2dm} \cdot I_{2dm} = U_{1dm} \cdot I_{1dm} \quad (1.1)$$

Đối với máy biến áp ba pha công suất định mức là:

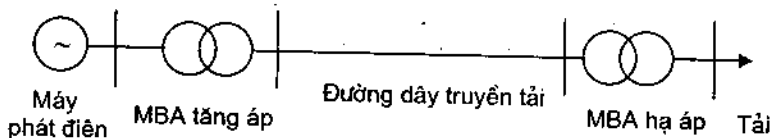
$$S_{dm} = \sqrt{3} U_{2dm} I_{2dm} = \sqrt{3} U_{1dm} I_{1dm} \quad (1.2)$$

Ngoài ra trên biển máy còn ghi tần số định mức f_{dm} , số pha, sơ đồ nối dây, điện áp ngắn mạch, chế độ làm việc v.v..

1.1.3. Công dụng của máy biến áp

Máy biến áp có vai trò quan trọng trong hệ thống điện. Nó là một khâu quan trọng dùng để truyền tải và phân phối điện năng. Các nhà máy điện công suất lớn thường ở xa các trung tâm tiêu thụ điện (khu công nghiệp, đô thị v.v..) vì thế cần phải xây dựng các đường dây truyền tải điện năng.

Điện áp máy phát thường là 6,3 ; 10,5 ; 15,75 ; 38,5 kV. Để nâng cao khả năng truyền tải và giảm tổn hao công suất trên đường dây, phải giảm dòng điện chạy trên đường dây, bằng cách nâng cao điện áp. Vì vậy ở đầu đường dây cần đặt máy biến áp tăng áp. Mặt khác điện áp của tải thường khoảng 127V đến 500V; động cơ công suất lớn thường 3 hoặc 6 kV, vì vậy ở cuối đường dây cần đặt máy biến áp giảm áp (hình 1-2).



Hình 1-2. Sơ đồ truyền tải điện năng

Ngoài ra máy biến áp còn được sử dụng trong các thiết bị lò nung (máy biến áp lò), trong hàn điện (máy biến áp hàn) làm nguồn cho các thiết bị điện, điện tử cần nhiều cấp điện áp khác nhau, trong lĩnh vực đo lường (máy biến điện áp, máy biến dòng) v.v..

1.2. CẤU TẠO CỦA MÁY BIẾN ÁP

Máy biến áp có hai bộ phận chính: Lõi thép và dây quấn.

1.2.1. Lõi thép máy biến áp

Lõi thép máy biến áp dùng để dẫn từ thông chính của máy, được chế tạo từ những vật liệu dẫn từ tốt, thường là thép kỹ thuật điện. Lõi thép gồm hai bộ phận:

Trụ là nơi để đặt dây quấn

Gông là phần khép kín mạch từ giữa các trụ.

- Trụ và gông tạo thành mạch từ khép kín.

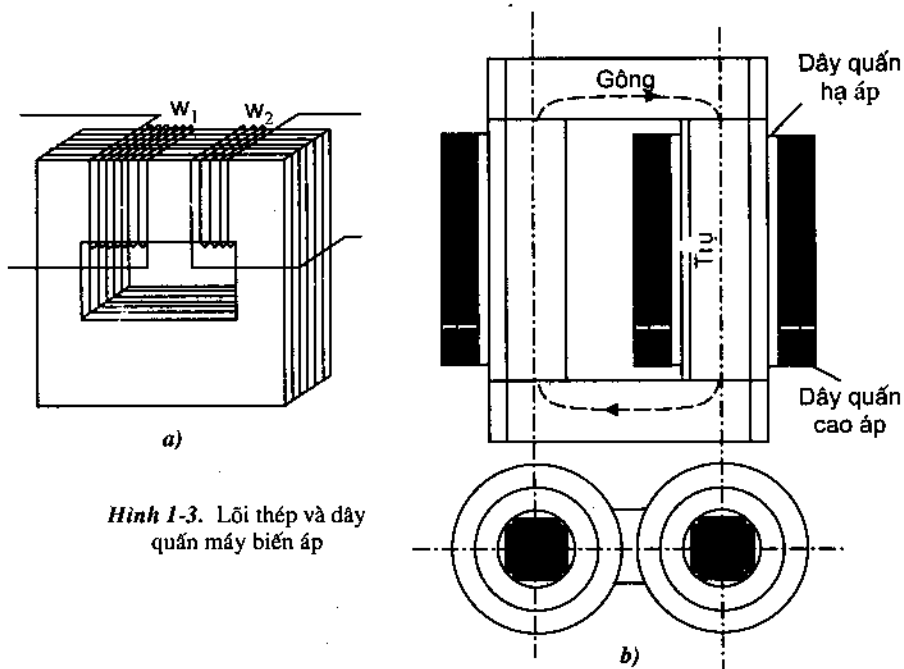
Để giảm dòng điện xoáy trong lõi thép, người ta dùng thép lá kỹ thuật điện (dày 0,35 mm đến 0,5 mm, hai mặt có sơn cách điện) ghép lại với nhau thành lõi thép (hình 1-3a).

1.2.2. Dây quấn máy biến áp

Dây quấn máy biến áp thường được chế tạo bằng dây đồng (hoặc nhôm), có tiết diện tròn hoặc chữ nhật, bên ngoài dây dẫn có bọc cách điện.

Dây quấn gồm nhiều vòng dây và lồng vào trụ lõi thép. Giữa các vòng dây, giữa các dây quấn có cách điện với nhau và các dây quấn cách điện với

lõi thép. Máy biến áp thường có hai hoặc nhiều dây quấn. Khi các dây quấn đặt trên cùng một trụ, thì dây quấn thấp áp đặt sát trụ thép, dây quấn cao áp đặt lỏng ra ngoài. Làm như vậy sẽ giảm được vật liệu cách điện và khoảng cách cách điện với phần tiếp đất (lõi sắt) nên giảm được kích thước máy biến áp. (hình 1-3b).



Hình 1-3. Lõi thép và dây quấn máy biến áp

Để làm mát và tăng cường cách điện cho máy biến áp, người ta thường đặt lõi thép và dây quấn trong một thùng chứa dầu máy biến áp. Đối với máy biến áp công suất lớn, vỏ thùng dầu có cánh tản nhiệt và trong nhiều trường hợp phải làm mát cưỡng bức bằng cách đặt quạt gió thổi vào các cánh tản nhiệt và trong nhiều trường hợp phải làm mát cưỡng bức bằng cách đặt quạt gió thổi vào các cánh tản nhiệt. Ngoài ra còn có các sứ xuyên ra để nối các đầu dây quấn ra ngoài, bộ phận chuyển mạch để điều chỉnh điện áp; rơ le hơi để bảo vệ máy, bình dẫn dầu, thiết bị chống ẩm v.v...

1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY BIẾN ÁP

Trên hình 1-4 vẽ sơ đồ nguyên lý của máy biến áp một pha có hai dây quấn w_1 và w_2 .