

TÒA GIÁM MỤC XUÂN LỘC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG HÒA BÌNH XUÂN LỘC



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: MÁY ĐIỆN

NGÀNH: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: /2021/ QĐ-CDHBXL, ngày.....tháng.....
năm 2021 của Hiệu trưởng trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc)*

Đồng Nai, năm 2021

(Lưu hành nội bộ)

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Môn học “Máy điện” đã được đưa vào chương trình đào tạo dành cho người học trình độ Cao đẳng thuộc chuyên ngành Điện công nghiệp tại Trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc.

Bên cạnh đó, hiện nay trên thị trường có rất ít tài liệu trình bày đầy đủ về nội dung dành cho người học trình độ Cao đẳng mà phần lớn tài liệu nghiêng về nội dung “Máy điện”

Ngoài ra, trong quá trình nghiên cứu môn học “ Máy điện”, người học được hướng dẫn tham khảo nhiều tài liệu khác nhau tương ứng với mỗi bài học riêng biệt; có sự khác nhau về việc sử dụng các thuật ngữ chuyên ngành cũng như một số nội dung nhất định. Đồng thời ở các tài liệu tham khảo khác còn mang tính khái quát. Do đó, người học có thể gặp nhiều khó khăn để hiểu hết ý nghĩa của từng nội dung và có thể chưa biết cách vận dụng vấn đề đó vào trong một số trường hợp thực tiễn.

Nhằm tạo điều kiện cho người học có một bộ tài liệu tham khảo mang tính tổng hợp, thống nhất và mang tính thực tiễn sâu hơn. Nhóm người dạy chúng tôi đề xuất và biên soạn ***Giáo trình Máy điện*** dành riêng cho người học trình độ Cao đẳng.

Nội dung của giáo trình bao gồm các chương sau:

Bài 1: Khái niệm chung về máy điện

Bài 2: Máy biến áp

Bài 3: Máy điện không đồng bộ 1 pha

Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã tham khảo và trích dẫn từ nhiều tài liệu được liệt kê tại mục Danh mục tài liệu tham khảo. Chúng tôi chân thành cảm ơn các tác giả của các tài liệu mà chúng tôi đã tham khảo.

Bên cạnh đó, giáo trình cũng không thể tránh khỏi những sai sót nhất định. Nhóm tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp, phản hồi từ quý đồng nghiệp, các bạn người học và bạn đọc.

Trân trọng cảm ơn./.

Đồng Nai, ngày tháng năm 2021

Tham gia biên soạn

1. Ks. Nguyễn Khắc Huy
2. Ths. Ngô Thanh Bình
3. Ths. Võ Hồng Ngân
4. Ths. Võ Thị Thu Vân
5. Ths. Trần Thị Thu Hương

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	2
MỤC LỤC	3
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC	4
BÀI 1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN.....	9
BÀI 2. MÁY BIẾN ÁP.....	21
BÀI 3. MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA.....	73

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

1. Tên môn học: MÁY ĐIỆN

2. Mã môn học: MĐ14

3. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

3.1. Vị trí: Giáo trình dành cho người học trình độ Trung cấp tại trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc.

3.2. Tính chất: Là mô đun bắt buộc trong chương trình đào tạo nghề.

3.3. Ý nghĩa và vai trò của môn học: môn học này dành cho đối tượng là người học thuộc chuyên ngành Điện tử công nghiệp. Môn học này đã được đưa vào giảng dạy tại trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc từ năm 2021 đến nay. Nội dung chủ yếu của môn học này nhằm cung cấp các kiến thức Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý hoạt động của các loại máy điện thông dụng như: máy biến áp, máy điện không đồng bộ, máy điện đồng bộ, máy điện một chiều... Đây là mảng kiến thức cần thiết cho người lao động nói chung và thợ điện nói riêng công tác trong môi trường công nghiệp.

4. Mục tiêu của môn học:

4.1. Về kiến thức:

A1. Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý hoạt động của các loại máy điện thông dụng như: máy biến áp, máy điện không đồng bộ, máy điện đồng bộ, máy điện một chiều...

4.2. Về kỹ năng:

B1. Tính toán và quấn được dây quấn máy biến áp 1 pha công suất nhỏ loại cách ly và tự ngẫu.

B2. Vẽ được các loại sơ đồ triển khai dây quấn máy điện.

B3. Quấn lại được động cơ 1 pha, 3 pha theo số liệu có sẵn.

4.3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

C1. Tính toán được một số các thông số kỹ thuật cơ bản trong máy điện.

C2. Phát huy được tính tích cực chủ động trong học tập và khả năng tư duy sáng tạo.

5. Nội dung của môn học

5.1. Chương trình khung

Mã MH/ MD	Tên môn học/mô đun	Số tín chỉ	Thời gian học tập (giờ)			
			Tổng số	Trong đó		
				Lý thuyết	Thực hành/ Thực tập/Thí nghiệm/Bài tập/Thảo luận	Kiểm tra
I	Các môn học chung	13	255	106	134	15
MH01	Giáo dục chính trị	2	30	15	13	2
MH02	Pháp luật	1	15	9	5	1
MH03	Giáo dục thể chất	1	30	4	24	2
MH04	Giáo dục Quốc phòng và An ninh	2	45	21	21	3
MH05	Tin học	2	45	15	29	1
MH06	Tiếng Anh	5	90	42	42	6
II	Các môn học, mô đun chuyên môn	62	1445	443	944	58
II.1	Môn học, mô đun cơ sở	23	495	188	284	23
MH07	An toàn lao động	2	30	28		2
MH08	Kỹ thuật điện	3	60	30	27	3
MH09	Vẽ điện	2	30	15	13	2
MD10	Điện cơ bản	3	75	15	57	3
MD11	Điện tử cơ bản	5	120	40	75	5
MD12	Mạch điện tử cơ bản	5	120	30	85	5
MD13	Kỹ thuật ngôn ngữ lập trình	3	60	30	27	3
II.2	Môn học, mô đun chuyên môn	39	950	255	660	35
MD14	Vi mạch	4	90	30	56	4
MD15	Thiết kế mạch bằng máy tính	4	90	30	56	4
MD16	Máy điện	3	60	30	27	3

MĐ17	Lắp đặt hệ thống điều khiển công nghiệp	4	90	30	56	4
MĐ18	Kỹ thuật cảm biến	3	60	15	42	3
MĐ19	Vi điều khiển	5	120	30	85	5
MĐ20	Điều khiển điện khí nén	4	90	30	56	4
MĐ21	Kỹ thuật PLC	5	120	30	85	5
MĐ22	Ứng dụng Arduino và vi điều khiển	3	60	30	27	3
MĐ23	Thực tập xí nghiệp	4	170		170	
Tổng cộng		75	1700	549	1078	73

6. Điều kiện thực hiện môn học:

6.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành: Xưởng thực hành

6.2. Trang thiết bị dạy học: Projektor, máy vi tính, bảng, phấn

6.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện: Giáo trình, mô hình học tập,...

6.4. Các điều kiện khác: Người học tìm hiểu thực tế về công tác xây dựng phương án khắc phục và phòng ngừa rủi ro tại doanh nghiệp.

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

7.1. Nội dung:

- Kiến thức: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp.
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.

7.2. Phương pháp:

Người học được đánh giá tích lũy môn học như sau:

7.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Cao đẳng hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-LĐTBXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.

- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc như sau:

Điểm đánh giá	Trọng số
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc môn học	60%

7.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1 B1, B2 C1	1	Sau ... giờ.
Định kỳ	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, B3, C2	2	Sau... giờ
Kết thúc môn học	Viết	Tự luận và trắc nghiệm	A1 B1, B2, B3 C1, C2	1	Sau... giờ

7.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc môn học được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm môn học là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của môn học nhân với trọng số tương ứng. Điểm môn học theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân, sau đó được quy đổi sang điểm chữ và điểm số theo thang điểm 4 theo quy định của Bộ Lao động Thương binh và Xã hội về đào tạo theo niên chế.

8. Hướng dẫn thực hiện môn học

8.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Đối tượng Trung cấp Điện tử công nghiệp

8.2. Phương pháp giảng dạy, học tập môn học

8.2.1. Đối với người dạy

* **Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập tình huống, câu hỏi thảo luận....

* **Bài tập:** Phân chia nhóm nhỏ thực hiện bài tập theo nội dung đề ra.

* **Thảo luận:** Phân chia nhóm nhỏ thảo luận theo nội dung đề ra.

* **Hướng dẫn tự học theo nhóm:** Nhóm trưởng phân công các thành viên trong nhóm tìm hiểu, nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, cả nhóm thảo luận, trình bày nội dung, ghi chép và viết báo cáo nhóm.

8.2.2. Đối với người học: Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học môn học này (trang web, thư viện, tài liệu...)

- Tham dự tối thiểu 70% các buổi giảng lý thuyết. Nếu người học vắng >30% số tiết lý thuyết phải học lại môn học mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 8-10 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1 hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.

- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.

- Tham dự thi kết thúc môn học.

- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học.

9. Tài liệu tham khảo:

- Máy điện cơ bản và nâng cao- PGS.TS. Nguyễn Đình Tuấn - Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật -Năm 2017

- Công nghệ máy điện: Từ cơ bản đến nâng cao - TS. Đỗ Minh Hòa - Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội - Năm 2020

- Máy điện: Nguyên lý hoạt động và ứng dụng nâng cao - TS. Nguyễn Văn An - Nhà xuất bản Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM -Năm 2019

BÀI 1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

❖ GIỚI THIỆU BÀI 1

Trong tự nhiên luôn có sự chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác. Điện năng cũng là một dạng năng lượng rất cần thiết trong sản xuất và giữ vai trò quyết định cho sự phát triển kinh tế trong lĩnh vực điện khí hoá, tự động hoá trong công nghiệp... Trong đó máy điện được sử dụng rộng rãi biến cơ năng thành điện năng và ngược lại.

Trong bài đầu tiên này chúng ta sẽ đi tìm hiểu về khái niệm chung cũng như các định luật điện từ dùng trong máy điện

❖ MỤC TIÊU BÀI 1

Sau khi học xong chương này, người học có khả năng:

- **Về kiến thức:**
 - +Trình bày được định nghĩa và cách phân loại máy điện
 - +Hiểu rõ các định luật cơ bản dùng trong máy điện.
- **Về kỹ năng:**
 - +Phân tích được các hiện tượng vật lý xảy ra trong máy điện
- **Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:**
 - + Giải thích được quá trình phát nóng và làm mát của máy điện.

❖ PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP BÀI 1

- *Đối với người dạy: sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học thực hiện câu hỏi thảo luận và bài tập bài mở đầu (cá nhân hoặc nhóm).*
- *Đối với người học: chủ động đọc trước giáo trình (bài 1) trước buổi học; hoàn thành đầy đủ câu hỏi thảo luận và bài tập tình huống bài mở đầu theo cá nhân hoặc nhóm và nộp lại cho người dạy đúng thời gian quy định.*

❖ ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN BÀI 1

- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** Xưởng thực hành
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.

- **Các điều kiện khác:** Không có

❖ KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ BÀI 1

- Nội dung:

- ✓ Kiến thức: Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- ✓ Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- ✓ Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.

- Phương pháp:

- ✓ Điểm kiểm tra thường xuyên: 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng)
- ✓ Kiểm tra định kỳ : không có

❖ NỘI DUNG BÀI 1

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

1. Định nghĩa và phân loại máy điện

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 gồm mạch từ (lõi thép) và mạch điện (các dây cuốn), 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 năng như biến đổi điện áp, dòng điện, tần số, số pha v.v...

Máy điện là máy thường gặp nhiều trong công nghiệp, giao thông vận tải, sản xuất và đời sống.

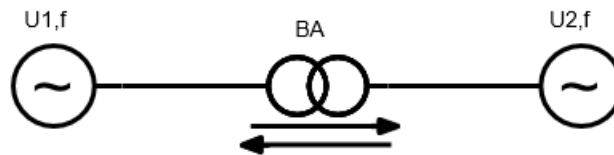
1.2. Phân loại

Máy điện có nhiều loại, và có nhiều cách phân loại khác nhau, ví dụ phân loại theo công suất, theo cấu tạo, theo chức năng, theo 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:

1.2.1. Máy điện tĩnh

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

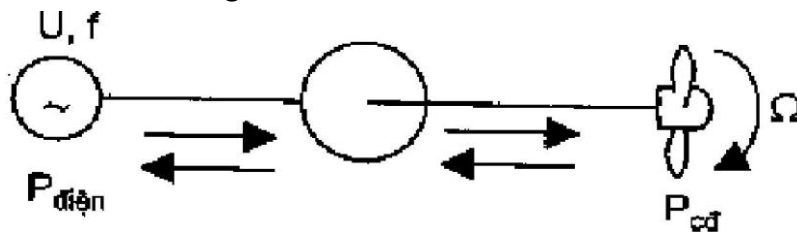
Máy điện tĩnh thường dùng để biến đổi thông số điện năng. Do tính chất thuận nghịch của các quy luật cảm ứng điện từ, quá trình biến đổi có tính thuận nghịch, ví dụ máy biến áp biến đổi hệ thống điện có thông số U_1, f thành hệ thống điện có thông số U_2, f hoặc ngược lại biến đổi hệ thống điện U_2,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



Hình 17-01-1

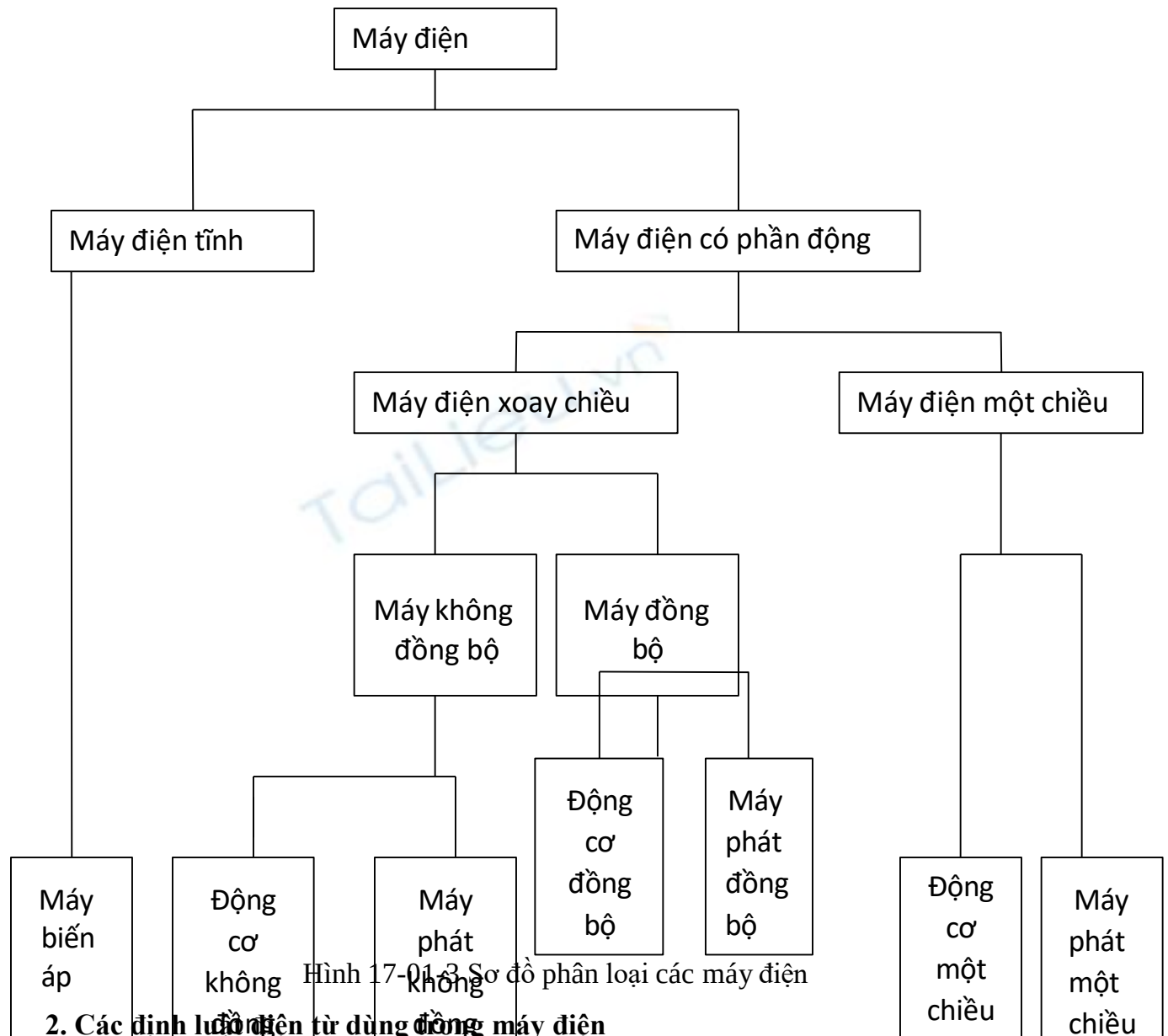
1.2.2. Máy điện có phần động (quay hoặc chuyển động thẳng)

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 năng (máy phát điện). Quá trình biến đổi có tính thuận nghịch (hình MĐ-17-02) nghĩa là máy điện có thể làm việc ở chế độ máy phát điện hoặc động cơ điện.



Hình 17-01-2

Trên hình 17-01-3 vẽ sơ đồ phân loại các loại máy cơ điện cơ bản thường gặp.



2. Các định luật điện từ dùng trong máy điện

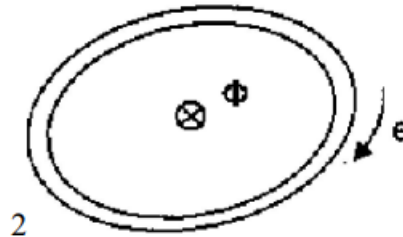
Nguyên lý làm việc của tất cả các máy điện đều dựa trên cơ sở hai định luật cảm ứng điện từ và lực điện từ. Khi tính toán mạch từ người ta sử dụng định luật dòng điện toàn phần. Các định luật này đã được trình bày trong giáo trình vật lý, ở đây chỉ nêu lại những điểm cần thiết, áp dụng cho nghiên cứu máy điện

2.1. Định luật cảm ứng điện từ

2.1.1 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 quay của từ thông theo quy tắc vắn nút chai (hình 17-01-4), sức điện động cảm ứng trong một vòng dây, được viết theo công thức Masxscoen như sau:

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



Hình 17-01-4

Dấu $\otimes$ trên hình 17-01-4 chỉ chiều Φ đi từ độc giả vào trong giấy.

Nếu cuộn dây có w vòng, sức điện động cảm ứng của cuộn dây sẽ là:

$$e = - \frac{wd\Phi}{dt} = - \frac{d\psi}{dt} \quad (1-2)$$

Trong đó

$\psi = w \Phi$ gọi là từ thông móc vòng của cuộn dây. Trong các công thức (1-1), (1-2) từ thông đó bằng Wb (Webe), sức điện động đo bằng V .

2.1.2 Trường hợp thanh dẫn chuyển động trong từ trường.

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

$$e = Blv \quad (1-3)$$

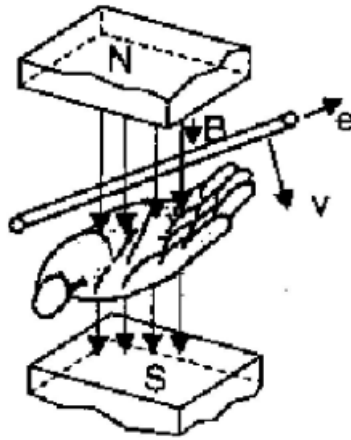
Trong đó:

B : Cường độ 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 17-01-5).



Hình 17-01-5

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, có trị số là:

$$F = B i l \quad (1-4)$$

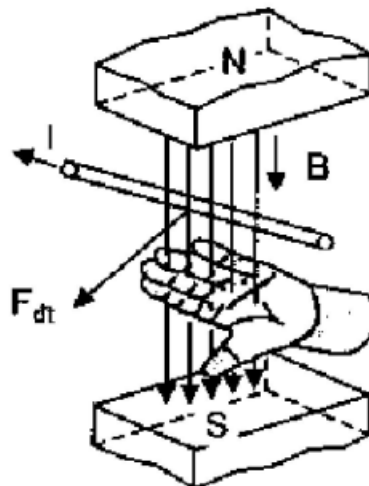
Trong đó: B - Cường độ từ cảm đo bằng T

i- Dòng điện đo bằng A

l- Chiều dài hiệu dụng thanh dẫn đo bằng m

F- Lực điện từ đo bằng N (Niuton)

Chiều lực điện từ xác định theo quy tắc bàn tay trái (hình 17-01-6).



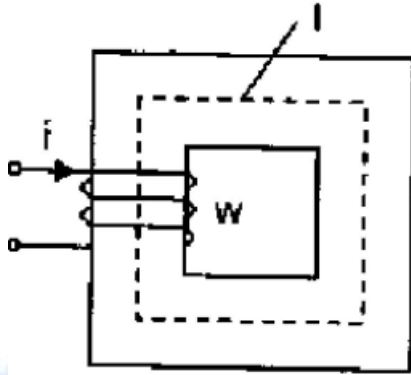
Hình 17-01-6

2.3. Định luật mạch từ. Tính toán mạch từ.

2.3.1 Định luật mạch từ.

Lõi thép của máy điện là mạch từ. Mạch từ là mạch khép kín dùng để dẫn từ thông. Hình 17-01-7 là mạch từ đơn giản: mạch từ đồng nhất làm 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 1.7, được viết như sau:

$$Hl = Wi \quad (1-5)$$



Hình 17-01-7

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.

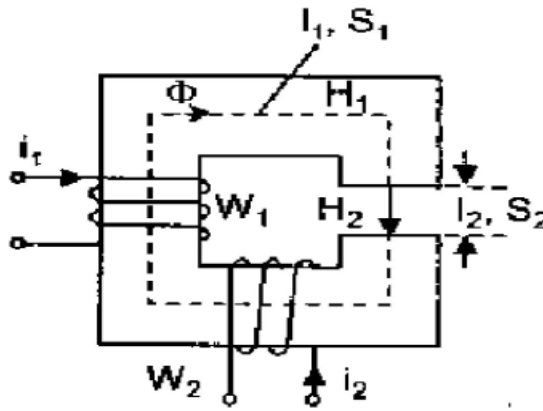
W- Số vòng dây của cuộn dây.

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

Tích số Wi được gọi là sức từ động.

Hl được gọi là từ áp rơi trong mạch từ.

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 17-01-8, thì định luật mạch từ viết là:



Hình 17-01-8

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 = W_1 i_1 + W_2 i_2. \quad (1-6)$$

Trong đó:

H_1, H_2 - Tương ứng là đường cường độ từ trường trong đoạn 1,2.

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

$i_1 W_1, i_2 W_2$ - Sức từ động dây quấn 1,2. có dấu - trước $W_2 i_2$ vì chiều dòng điện i_2 không phù hợp với chiều từ thông đã chọn theo quy tắc vắn nút chai.

Một cách tổng quát định luật mạch từ được viết:

$$\sum_{k=1}^n H_k l_k = \sum_{l=1}^n W_l i_l \quad (1-7)$$

Trong đó, dòng điện i_l 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

l - Chỉ số tên cuộn dây dòng điện.

2.3.2. Tính toán mạch từ.

Việc tính toán mạch từ thường gặp 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 được tiến hành như sau: Ví dụ:

Cho mạch từ không phân nhánh như hình 17-01-8, từ thông ở các đoạn đều giống nhau, do đó cường độ từ cảm của mỗi dòng điện mạch ấy là:

$$B_1 = \frac{\Phi}{S_1} \quad ; \quad B_2 = \frac{\Phi}{S_2} \quad (1-8)$$

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

Từ trị số cường độ 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 kẽ không khí, từ trị số cường độ từ cảm B_2 , ta tính cường độ từ trường H_2 như sau:

$$H_2 = \frac{B_2}{\mu_0} \quad (1-9)$$

Đối với đoạn mạch từ là vật liệu sắt từ, ta phải tra đường cong từ hóa (hoặc bảng) đối với các loại từ thép. Từ trị số B ta tra ra trị số H tương ứng. Sau đó ta tìm tổng $\sum H_k l_k = H_{1l1} + H_{2l2}$. (1-10)

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 nói trong chương mạch phi tuyến

3. Sơ lược về 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, vật liệu kết cấu.

3.1. Vật liệu dẫn điện.

Vật liệu dẫn điện dùng để chế tạo các bộ phận dẫn điện. Bộ phận 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 nhau như đồng thau, đồng photpho. Để chế tạo dây quấn ta thường dùng đồng và thứ yếu hơn là nhôm. Dây đồng và dây nhôm được chế tạo theo tiết diện tròn hoặc chữ nhật, có bọc cách điện khác nhau như sợi vải, sợi thủy tinh, giấy, nhựa hóa học, sơn êmay. Với các máy điện công suất nhỏ và trung bình, điện áp dưới 700V thường dùng êmay vì lớp cách điện của dây mỏng, đạt độ bền yêu cầu. Đối với các bộ phận khác nhau như vành đổi

chiều, lồng sóc hoặc vành trượt, ngoài đồng, nhôm, người ta còn dùng các hợp kim của đồng hoặc nhôm, hoặc có chỗ còn dùng cả thép để tăng độ bền cơ học và giảm kim loại màu.

3.2. 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 thường, thép đúc, thép rèn. Gang ít khi được dùng, vì dẫn từ không tốt lắm.

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

3.3. 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 và do đó quyết định tải của nó.

Nếu tính năng chất cách điện cao thì lớp cách điện có thể mỏng và kích thước của máy giảm.

Chất cách điện của máy điện chủ yếu ở thể rắn, gồm 4 nhóm:

- a) Chất hữu cơ thiên nhiên như giấy, vải lụa.
- b) Chất vô cơ như amiăng, mica, sợi thủy tinh.
- c) Các chất tổng hợp.
- d) 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: vật liệu cách điện cấp A gồm bông, tơ, giấy và các chất hữu cơ tương tự được tẩm dầu và cách điện dây dẫn bằng sợi êmay. Nhiệt độ cho phép của chúng khoảng 90o - 105oC.

Vật liệu cách điện cấp B gồm các sản phẩm của mica, amiăng, sợi thủy tinh, nhiệt độ cho phép từ 105o - 140oC. Vật liệu cách điện cấp E là trung gian giữa cấp A và B. Vật liệu cách điện cấp E và cấp H là vật liệu cách điện chịu nhiệt cao.

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

3.4. 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, lắp 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.

4. 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 nhau 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