

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



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: MÁY ĐIỆN 3

NGÀNH: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số:..... /QĐ-CDKT ngày tháng năm.....
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

Trong ngành công nghiệp hiện đại, các hệ thống máy điện và thiết bị nâng giữ vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa sản xuất và nâng cao hiệu quả công việc. Môn học này được thiết kế nhằm cung cấp cho sinh viên những kiến thức chuyên sâu về máy điện nâng, bao gồm cả cấu tạo, nguyên lý hoạt động và ứng dụng trong thực tiễn.

Ngoài lý thuyết, môn đùn cũng sẽ kết hợp các bài thực hành, giúp sinh viên có cơ hội làm việc trực tiếp với thiết bị thực tế. Qua đó, sinh viên sẽ phát triển khả năng phân tích, thiết kế và tối ưu hóa hệ thống máy điện, từ đó chuẩn bị tốt cho công việc sau này trong lĩnh vực tự động hóa và cơ điện.

Giáo trình do các nhà giáo có nhiều năm kinh nghiệm giảng dạy tại trường biên soạn. Nội dung của giáo trình được xây dựng dựa trên cơ sở tham khảo các giáo trình đang được giảng dạy tại các trường trong nước kết hợp với những nội dung đã được giảng dạy nhiều năm của nhà trường và các nội dung nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa hiện đại hóa.

Nội dung của giáo trình bao gồm các Bài sau:

Bài 1: Máy điện đồng bộ

Bài 2: Thí nghiệm máy điện đồng bộ

Bài 3: Máy điện một chiều

Bài 4: Thí nghiệm máy điện một chiều

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. Chủ biên Ks . Nguyễn Đình Khiêm
2. Ks . Trần Quang Minh
3. Ths . Nguyễn Thành Hưng
4. Ths . Nguyễn Văn Sang
5. Ths . Đinh Công Sang

Tailieu.vn

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	2
MỤC LỤC.....	4
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC.....	5
BÀI 1: MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ.....	11
BÀI 2: THÍ NGHIỆM MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ	24
BÀI 3: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	30
BÀI 4: THÍ NGHIỆM MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	38

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

1. Tên môn học: MÁY ĐIỆN 3

2. Mã môn học: MĐ16

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

3.1. Vị trí: Mô đun này học sau các môn học An toàn lao động, Mạch điện, Đo lường điện, Vẽ điện, Khí cụ điện, Vật liệu điện...

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 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 thuộc lĩnh vực Máy điện 3, Trình bày được các nguyên tắc hoạt động màn hình, Sửa chữa được các hư hỏng thường gặp của màn hình, Điều chỉnh màn hình làm việc ở chế độ tốt nhất.

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

	Tên môn học/mô đun		Thời gian học tập (giờ)	
				Trong đó

Mã MH/ MD		Số tín chỉ	Tổng số	Lý thuyết	Thực hành/ Thực tập/Thí nghiệm/Bài tập/Thảo luận	Kiểm tra
I	Các môn học chung	21	435	172	240	23
MH01	Giáo dục chính trị	4	75	41	29	5
MH02	Pháp luật	2	30	18	10	2
MH03	Giáo dục thể chất	2	60	5	51	4
MH04	Giáo dục Quốc phòng và An ninh	4	75	36	35	4
MH05	Tin học	3	75	15	58	2
MH06	Tiếng Anh	6	120	57	57	6
II	Các môn học, mô đun chuyên môn	97	2265	703	1476	86
II.1	Môn học, mô đun cơ sở	15	270	133	122	15
MH07	An toàn lao động	2	30	28		2
MH08	Mạch điện	4	75	45	26	4
MH09	Auto cad	2	30	15	13	2
MH10	Vẽ điện	2	30	15	13	2
MD11	Điện tử cơ bản	3	60	15	42	3
MD12	Qua ban cơ khí	2	45	15	28	2
II.2	Môn học, mô đun chuyên môn	82	1995	570	1354	71
MD13	Kỹ thuật lắp đặt điện	3	75	15	56	4
MD14	Máy điện 1	6	120	60	54	6
MD15	Máy điện 2	5	120	30	85	5
MD16	Máy điện 3	4	90	30	56	4
MD17	Trang bị điện 1	5	120	30	85	5
MD18	Trang bị điện 2	5	120	30	85	5
MD19	Trang bị điện 3	5	120	30	85	5
MH20	Cung cấp điện 1	3	45	30	12	3
MH21	Cung cấp điện 2	4	90	30	56	4
MD22	PLC cơ bản	5	120	30	85	5

MĐ23	Điều khiển Điện - Khí nén	7	150	60	85	5
MĐ24	Phần mềm chuyên ngành điện	4	90	30	56	4
MĐ25	Kỹ thuật xung - số	4	90	30	56	4
MĐ26	Điện tử công suất	6	120	60	56	4
MĐ27	Kỹ thuật cảm biến	4	75	45	26	4
MĐ28	PLC nâng cao	4	90	30	56	4
MĐ29	Thực tập xí nghiệp	8	360		360	
Tổng cộng		118	2700	875	1716	109

6. Điều kiện thực hiện môn học:

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

6.2. Trang thiết bị dạy học: Phòng thực hành, bảng, phấn, tô vít.

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, B3, C1, C2	1	Sau ... giờ.
Định kỳ	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, B2, C3	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 Cao đẳng Điện 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 và ứng dụng trong công nghiệp - TS. Nguyễn Hoàng Nam – NXB Khoa học và Kỹ thuật 2015

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

Máy điện nâng cao: Thiết kế và điều khiển – TS. Lê Thanh Sơn – NXB Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM 2019

Tailieu.vn

BÀI 1: MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

❖ GIỚI THIỆU BÀI 1

- *Máy điện không đồng bộ, còn được gọi là động cơ cảm ứng, là một trong những loại máy điện phổ biến và được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng công nghiệp*

❖ MỤC TIÊU BÀI 1

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

➤ Về kiến thức:

- *Trình bày được định nghĩa, phân tích được cấu tạo, nguyên lý, phản ứng phản ứng xảy ra trong máy phát điện đồng bộ.*

➤ Về kỹ năng:

- *Điều chỉnh điện áp máy phát đúng phương pháp đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật. Vận dụng được các phương pháp hòa đồng bộ máy phát điện đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và an toàn.*
- *Bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của máy điện đồng bộ theo tiêu chuẩn kỹ thuật.*

➤ Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- *Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và tác phong công nghiệp.*
-

❖ 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 1 (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 1 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:** nhà xưởng
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác

- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Bài 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

❖ PHƯƠNG PHÁP 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:** 02 điểm kiểm tra

❖ NỘI DUNG BÀI 1

MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

1. Định nghĩa và công dụng

1.1 Định nghĩa

Máy điện đồng bộ là máy điện xoay chiều có tốc độ rôto n bằng tốc độ quay của từ trường n_1 . Máy điện đồng bộ có hai dây quấn: dây quấn stato nối với lưới điện có tần số f không đổi, dây quấn rôto được kích thích bằng dòng điện một chiều. Ở chế độ xác lập máy điện đồng bộ có tốc độ quay rôto luôn không đổi khi tải thay đổi.

1.2 Công dụng

Máy điện đồng bộ được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp. Phạm vi sử dụng chính là biến đổi cơ năng thành điện năng, nghĩa là làm máy phát điện, trong đó động cơ sơ cấp là các tuabin hơi, tuabin khí hoặc tuabin nước. Máy phát điện đồng bộ là nguồn điện chính của các lưới điện quốc gia, công suất của mỗi máy phát có thể đạt đến 600 MVA hoặc lớn hơn và chúng thường

làm việc song. Ở các lưới điện công suất nhỏ, máy phát điện đồng bộ được kéo bởi các động cơ diezen hoặc các tuabin khí, có thể làm việc đơn lẻ hoặc hai ba máy làm việc song song. Máy điện đồng bộ còn được sử dụng làm động cơ. Trong công nghiệp luyện kim, khai thác mỏ, thiết bị lạnh, động cơ đồng bộ được sử dụng để truyền động các máy bơm, nén khí, quạt gió, ... với tốc độ không đổi. Động cơ đồng bộ công suất nhỏ được sử dụng trong các thiết bị như đồng hồ điện, dụng cụ tự ghi, thiết bị lập chương trình, thiết bị điện sinh hoạt, ... Khác với động cơ không đồng bộ, động cơ đồng bộ có khả năng phát ra công suất phản kháng. Nên trong hệ thống điện, máy bù đồng bộ dùng để phát công suất phản kháng cho lưới điện để bù hệ số công suất và ổn định điện áp.

2. Cấu tạo của máy điện đồng bộ

Máy điện đồng bộ gồm có 2 bộ phận chính là stato và rôto. Trên hình 4-1 vẽ mặt cắt ngang trục máy.

2.1. Stato

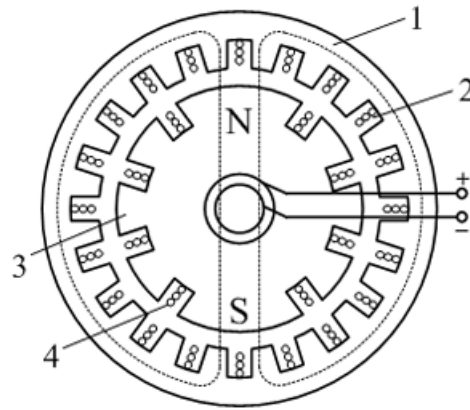
Stato của máy điện đồng bộ giống như stato của máy điện không đồng bộ, gồm hai bộ phận chính là lõi thép stato và dây quấn ba pha stato. Dây quấn stato gọi là dây quấn phần ứng.

Lõi thép

- Làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày $0,35 \div 0,5\text{mm}$, phủ cách điện, mặt trong xẻ rãnh để đặt dây quấn, ghép lại với nhau thành hình trụ và được ép vào vỏ bảo vệ.

Dây quấn

- Dây quấn stato là dây đồng và gọi là dây quấn phần ứng, cấu tạo giống như dây quấn stato máy điện không đồng bộ.



Hình 4-1.

1,2: Lõi thép và dây quấn stato.
3,4: Lõi thép và dây quấn rôto.

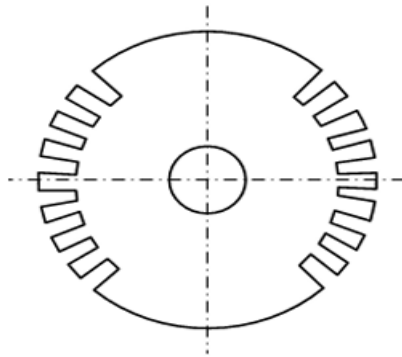
2.2. Rôto

Rôto máy điện đồng bộ có các cực từ và dây quấn kích thích dùng để tạo ra từ trường cho máy. Có hai loại: rôto cực ẩn và rôto cực lồi. Đối với máy công suất nhỏ rôto là nam châm vĩnh cửu.

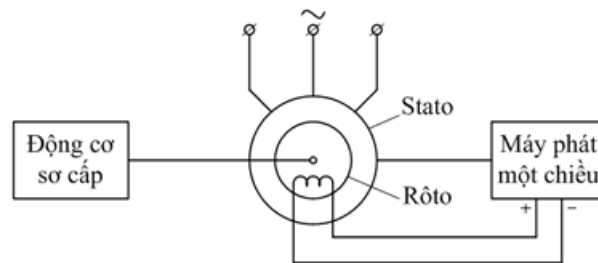
a. Rôto cực ẩn.

+ Lõi thép: Làm bằng thép hợp kim chất lượng cao, được rèn luyện thành hình trụ, có rãnh để đặt dây quấn kích từ. Phần không phay rãnh tạo thành mặt cực từ của máy. Mặt cắt ngang của lõi thép rôto (hình 4-2). Vì máy cực ẩn có $2p = 2$, ($n = 3000$ vòng/phút) nên để hạn chế lực ly tâm, đường kính rôto không quá 1,5m. Để tăng công suất thường ta tăng chiều dài l rôto đến 6,5m.

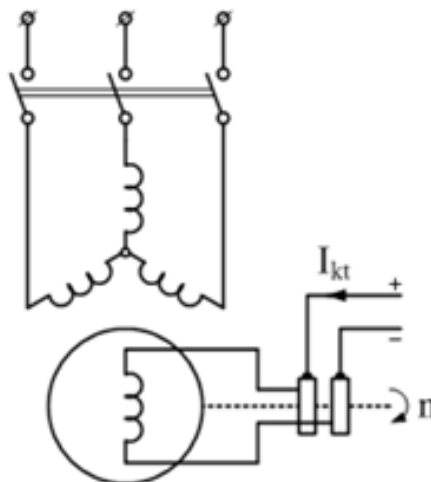
+ Dây quấn: dây quấn rôto được gọi là dây quấn kích từ. Dây quấn kích từ đặt trong rãnh rôto, thường là dây đồng, tiết diện chữ nhật và được quấn tạo thành các bồi đồng tâm, cách điện với nhau bằng một lớp mica mỏng. Các bồi dây được ép chặt trong các rãnh rôto, miệng rãnh được nôm kín bằng thanh thép không từ tính. Hai đầu ra của dây quấn kích từ được nối với 2 vành trượt gắn trên trục, thông qua chổi than để lấy điện một chiều từ ngoài làm nguồn kích từ như hình 4-3. Máy phát kích từ là máy phát điện một chiều kích từ song song có công suất từ 0,3 ÷ 2% công suất của máy điện đồng bộ và thường được nối cùng trục với trục của máy điện đồng bộ hoặc chung trục với máy điện đồng bộ. Hình 4-4 là mô hình một máy phát điện đồng bộ gồm: động cơ sơ cấp (tuabin nước, tuabin hơi), máy phát điện đồng bộ và máy phát điện một chiều.



Hình 4-2. Mặt cắt ngang lõi thép rôto.



Hình 4-3. Dây quấn rôto nối đồng bộ.

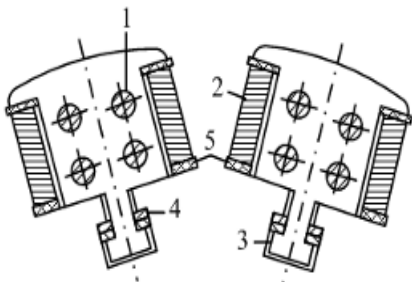


Hình 4-4. Mô hình một máy phát điện

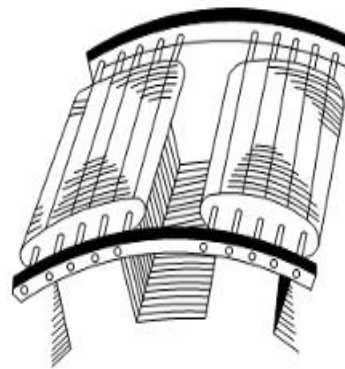
b. Rôto cực lồi.

Máy cực lõi quay với tốc độ thấp nên đường kính rôto có thể lớn tới 15m, chiều dài bé. Thường $l = 0,15 \div 0,2 D$ ÷ Với các máy công suất nhỏ và vừa rôto được làm bằng thép đúc gia công thành khối lăng trụ trên có các cực từ như hình 4-5.

Với các máy công suất lớn rôto được ghép từ các lá thép dày từ 1÷6mm, dập định hình và ghép trên giá đỡ rôto. Cực từ đặt trên rôto ghép bằng các lá thép dày từ 1÷1,5mm. Dây quấn kích từ được quấn định hình và lồng vào thân cực từ, (hình 4-6). Trên bề mặt cực từ có một bộ dây quấn ngắn mạch, như dây quấn lồng sóc của máy điện không đồng bộ. Với máy phát điện đây là dây quấn cản, còn với động cơ là dây quấn mở máy (hình 4-6). Dây quấn mở máy có điện trở lớn hơn dây quấn cản.



Hình 4-5. Cực từ của máy điện đồng bộ cực lõi. 1). Lá thép cực từ; 2). Dây quấn kích từ; 3). Đuôi cực từ; 4). Nêm; 5). Lõi thép rôto.



Hình 4-6. Dây quấn cản hoặc dây quấn mở máy.

3. Nguyên lí làm việc của máy phát điện đồng bộ

Cho dòng điện kích từ (dòng điện không đổi) vào dây quấn kích từ sẽ tạo nên từ trường rôto, khi quay rôto bằng động cơ sơ cấp, từ trường của rôto sẽ cắt dây quấn phản ứng stato và cảm ứng sức điện động xoay chiều hình sin, có trị số hiệu dụng:

$$E_0 = 4,44fw_1k_{dq}\Phi_0 \quad (4-1)$$

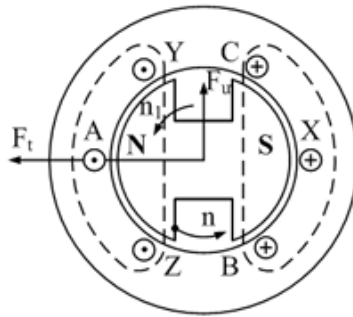
Trong đó: E_0 : sức điện động pha
 w_1 : số vòng dây một pha, k_{dq} : hệ số dây quấn,
 Φ_0 : từ thông cực từ rôto.

Nếu rôto có p đôi cực, khi rôto quay được một vòng, sức điện động phản ứng sẽ biến thiên p chu kỳ. Do đó tần số f của sức điện động các pha lệch nhau góc 120°.

$$f = pn \text{ (n vòng/giây)} \quad (4-2a)$$

$$f = \frac{pn}{60} \quad (4-2b)$$

Dây quấn ba pha stato có trục lệch nhau trong không gian một góc 120° điện, cho nên sức điện động các pha lệch nhau góc pha 120°. Khi dây quấn stato nối với tải, trong các dây quấn sẽ có dòng điện ba pha giống như ở máy điện không đồng bộ, dòng điện ba pha trong ba dây quấn sẽ tạo nên từ trường quay, với tốc độ là $n_1 = 60f / p$, đúng bằng tốc độ n của rôto. Do đó, loại máy điện này được gọi là máy điện đồng bộ.



Hình 4-7. Nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ.

4. Sự làm việc song song của máy phát điện đồng bộ.

Trong nhà máy điện các máy phát điện nối chung vào một thanh cái, trong hệ thống điện gồm nhiều nhà máy nối với nhau, tạo thành lưới điện, như vậy các máy phát điện đồng bộ làm việc song song. Có nhiều ưu điểm như giảm vốn đầu tư đặt máy phát điện dự trữ, đảm bảo an toàn cung cấp điện và sử dụng các nguồn năng lượng một cách kinh tế. Khi nối các máy phát điện làm việc song song công suất của lưới điện rất lớn so với công suất của từng máy phát, do đó tần số và điện áp của lưới điện gần như không đổi khi thay đổi tải.

4.1. Máy phát điện đồng bộ làm việc song song.

Khi ghép một máy phát điện đồng bộ làm việc song song trong hệ thống điện lực hoặc với một máy phát điện đồng bộ khác, để tránh dòng điện xung và các mômen điện từ có trị số rất lớn có thể sinh ra sự cố làm hỏng máy và các thiết bị điện khác, gây rối loạn trong hệ thống điện lực thì

các trị số tức thời của điện áp máy phát điện và hệ thống điện lực phải luôn bằng nhau. Muốn vậy phải đảm bảo các điều kiện sau đây:

1. Điện áp của máy phát UF phải bằng điện áp của lưới điện UL.
2. Tần số của máy phát fF phải bằng tần số của lưới điện fL.
3. Thứ tự pha của máy phát phải giống thứ tự pha của lưới điện.
4. Điện áp của máy phát và của lưới phải trùng pha nhau.

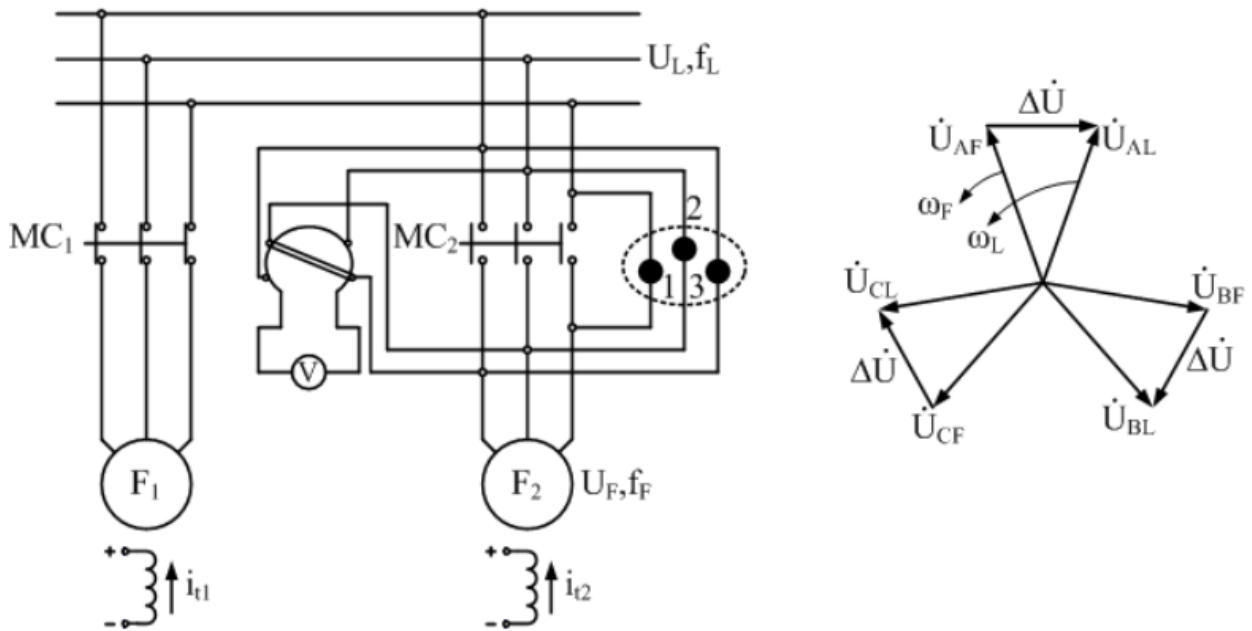
Nếu không đảm bảo đúng các điều kiện nói trên, khi ghép song song máy phát điện có thể xảy ra các sự cố nghiêm trọng, thí dụ như khi đóng máy cắt mà điện áp của máy phát và của lưới lệch pha nhau 180° thì sẽ tương đương với nối ngắn mạch máy phát điện với điện áp $UF - UL = 2UF$; dòng điện xung khi đóng máy cắt có thể lớn gấp hai lần dòng điện ngắn mạch thông thường; lực và mômen điện từ sẽ lớn gấp bốn lần, phá hỏng dây quấn, kết cấu thép, lõi thép, trục,... của máy phát điện.

Khi ghép song song, việc điều chỉnh điện áp UF của máy phát đồng bộ được thực hiện bằng cách thay đổi dòng điện kích từ của máy, tần số fF của máy được điều chỉnh bằng cách thay đổi mômen hoặc tốc độ của động cơ sơ cấp kéo máy phát điện. Sự trùng pha giữa điện áp của máy phát điện và của lưới điện được kiểm tra bằng đèn, vônmet có chỉ số không hoặc dụng cụ đo đồng bộ. Thứ tự pha của máy phát điện thường chỉ được kiểm tra một lần sau khi lắp ráp máy và hòa đồng bộ với lưới điện lần đầu. Việc ghép song song máy phát điện vào hệ thống điện theo các điều kiện nói trên gọi là *hòa đồng bộ chính xác* máy phát điện. Trong một số trường hợp có thể dùng phương pháp *hòa đồng bộ không chính xác*, nghĩa là không phải so sánh tần số, trị số góc pha các điện áp của máy phát điện cần được ghép song song và của lưới điện. Phương pháp này còn được gọi là *phương pháp tự đồng bộ*.

4.2. Các phương pháp hòa đồng bộ chính xác

4.2.1 Hòa đồng bộ bằng bộ đồng bộ kiểu ánh sáng đèn

Phương pháp này dùng cho các máy phát điện đồng bộ công suất nhỏ và được thực hiện hoặc với kiểu nối “tối” theo sơ đồ trên hình 4-14 hoặc với kiểu ánh sáng đèn “quay” theo sơ đồ trên hình 4-15. Trong các sơ đồ trên hình 4-14 và 4-15, F1 là máy phát điện đang làm việc và F2 là máy phát điện cần đem ghép song song với F1. Bộ đồng bộ kiểu ánh sáng được hình thành bằng các ngọn đèn 1, 2 và 3.



Hình 4-14. Sơ đồ hòa đồng bộ máy phát điện kiểu nối “tối”.

Khi hòa đồng bộ theo kiểu nối tối (hình 4-14), mỗi ngọn đèn 1, 2, 3 của bộ đồng bộ được nối giữa hai đầu tương ứng của máy cắt MC2. Trong quá trình hòa đồng bộ thường phải điều chỉnh đồng thời điện áp U_F và tần số f_F của máy phát điện F2. Điện áp U_F của máy phát điện được kiểm tra theo điều kiện $U_F = U_L$ (trong đó U_L là điện áp của lưới điện và cũng là điện áp của máy phát điện F1 đang làm việc) bằng vônmet V có cầu dao đổi nối. Tần số và thứ tự pha được kiểm tra bằng bộ đồng bộ với các đèn 1, 2 và 3. Khi tần số $f_F \neq f_L$ thì điện áp $U_F - U_L$ đặt vào các đèn 1, 2, 3 sẽ có tần số $f_F - f_L$. Nếu thứ tự pha của máy phát điện và của lưới điện giống nhau thì cả 3 ngọn đèn sẽ lần lượt cùng tối và cùng sáng như nhau với tần số $f_F - f_L$ đó. Sở dĩ như vậy là vì các điện áp ΔU đặt lên ba ngọn đèn chính là hiệu số các điện áp pha tương ứng của hai hình sao điện áp của máy phát điện F2 và của lưới điện, quay với các tần số góc $\omega_F = 2\pi f_F$ và $\omega_L = 2\pi f_L$ như trên hình 4-14. Rõ ràng là khi $f_F \neq f_L$ thì các điện áp đặt vào ba ngọn đèn sẽ thay đổi giống nhau trong phạm vi $0 \leq \Delta U \leq 2U_F$ và ba ngọn đèn sẽ cùng sáng và tối với hiệu các tần số $f_F - f_L$ đó. Tiếp tục điều chỉnh tần số f_F của máy phát F2 sao cho chu kỳ tối và sáng bằng $3 \div 5$ giây (nghĩa là lúc đó $f_F \approx f_L$) và chờ cho lúc các đèn tắt hẳn ứng với lúc điện áp của máy phát điện F2 và của lưới điện trùng pha nhau thì có thể đóng máy cắt MC2 và việc ghép song song máy phát điện vào lưới điện được hoàn thành.