

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG VINATEX TP.HCM

GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC: MÁY ĐIỆN
NGÀNH: CN KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

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

TP.HCM, năm 2017

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.

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình giảng dạy có ý nghĩa thiết thực cho hoạt động giảng dạy và học tập của sinh viên hệ cao đẳng ngành CNKT điện - điện tử.

- Giáo trình giảng dạy Máy điện phù hợp chương trình môn học, đáp ứng chất lượng đào tạo, phù hợp với trình độ sinh viên.

Xin cảm ơn tất cả giáo viên khoa cơ điện đã góp ý và giúp tôi hoàn thiện giáo trình này.

TP.HCM, ngày.....tháng.....năm 2017

Tham gia biên soạn

1. Ths. Lữ Thái Hòa

2.

MỤC LỤC

Trang

Lời giới thiệu

Chương 1 : MÁY BIẾN ÁP

I. KHÁI NIỆM CHUNG & TỔ ĐẤU DÂY CỦA MÁY BIẾN ÁP..... 1

1. Đại cương..... 1

2. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy biến áp 1

3. Các đại lượng định mức..... 2

4. Các loại máy biến áp chính..... 3

5. Cấu tạo máy biến áp 3

6. Tổ nối dây của máy biến áp 5

II. CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC Ở TẢI ĐỐI XỨNG CỦA MÁY BIẾN ÁP 7

1. Giảm đồ năng lượng của máy biến áp 7

2. Độ thay đổi điện áp của máy biến áp và cách điều chỉnh điện áp 8

3. Hiệu suất của MBA 10

4. Máy biến áp làm việc song song 11

III. CÁC MÁY BIẾN ÁP ĐẶC BIỆT..... 11

1. Máy biến áp đo lường..... 11

2. Máy biến áp hàn 12

Chương II: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

I. ĐẠI CƯƠNG & QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN KĐB 13

1. Phân loại – kết cấu..... 13

2. Nguyên lý làm việc..... 13

3. Các lượng định mức 14

4. Công dụng của máy điện không đồng bộ 15

5. Máy điện không đồng bộ làm việc khi rotor quay 15

6. Các chế độ làm việc, giảm đồ năng lượng của máy điện KĐB..... 16

II. DÂY QUẮN PHẦN ỨNG CỦA MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU.....	18
1. Đại cương.....	18
2. Dây quấn có q là số nguyên	19
3. Cách thực hiện dây quấn máy điện xoay chiều	23
4. Cải thiện dạng sóng sức điện động.....	24
III. MỞ MÁY VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ.....	25
1. Quá trình mở máy động cơ điện không đồng bộ	25
2. Các phương pháp mở máy	25
3. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ	27
IV. MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ MỘT PHA.....	29
1. Đại cương.....	29
2. Nguyên lý làm việc.....	29
3. Phương pháp mở máy và các loại động cơ điện một pha.....	30
 <u>Chương III: MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ</u>	
I. ĐẠI CƯƠNG & QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ	31
1. Đại cương.....	31
2. Nguyên lý làm việc của máy điện đồng bộ	31
3. Phân loại và kết cấu của máy điện đồng bộ.....	32
4. Các trị số định mức của máy điện đồng bộ	34
5. Từ trường của dây quấn kích thích (của cực từ).....	34
6. Từ trường của phần ứng	36
7. Cân bằng năng lượng trong máy điện đồng bộ.....	37
II. MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ LÀM VIỆC Ở TẢI ĐỐI XỨNG.....	38
1. Tổn hao và hiệu suất của máy điện đồng bộ.....	38
2. Ghép một máy phát điện đồng bộ làm việc song song	39
3. Ảnh hưởng của tải không đối xứng đối với máy phát điện đồng bộ	40

III. ĐỘNG CƠ VÀ MÁY BÙ ĐỒNG BỘ	40
1. Động cơ điện đồng bộ	40
2. Máy bù đồng bộ	41
<u>Chương IV: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU</u>	
I. ĐẠI CƯƠNG & QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	42
1. Đại cương.....	42
2. Nguyên lý làm việc của máy điện một chiều.....	42
3. Cấu tạo của máy điện một chiều	43
4. Các trị số định mức.....	45
5. Mômen điện từ và công suất.....	45
6. Quá trình năng lượng & các phương trình cân bằng.....	46
7. Tính chất thuận nghịch trong máy điện một chiều	48
II. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU	49
1. Đại cương.....	49
2. Các đặc tính của máy phát điện một chiều	49
3. Máy phát điện một chiều làm việc song song.....	49
III. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	50
1. Đại cương.....	50
2. Mở máy động cơ điện một chiều	51
3. Đặc tính của động cơ điện một chiều	52
Tài liệu tham khảo.....	53

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: MÁY ĐIỆN

Mã môn học: MH12

Thời gian thực hiện môn học: 30 giờ; (Lý thuyết: 28 giờ; Thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 0 giờ; Kiểm tra: 02 giờ)

I. Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí: Môn học này học sau môn học Kỹ thuật điện.
- Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở, thuộc các môn học bắt buộc trong chương trình đào tạo.

II. Mục tiêu môn học:

- Về kiến thức: Trình bày được cấu tạo, nguyên lý hoạt động và ứng dụng của một số máy điện như máy biến áp, máy điện không đồng bộ, máy điện đồng bộ, máy điện 1 chiều,...
- Về kỹ năng: Vận dụng kiến thức trên một cách linh hoạt vào thực tiễn trong việc lắp đặt, vận hành, sửa chữa: máy biến áp, máy điện không đồng bộ, máy điện đồng bộ, máy điện 1 chiều,...
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Nhận thức được ý nghĩa, giá trị khoa học của môn học.
 - + Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy, phát huy tính tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

III. Nội dung môn học:

1. Nội dung tổng quát và phân bổ thời gian:

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Bài mở đầu: Khái niệm chung về máy điện	1	1	0	0
2	Chương 1: MÁY BIẾN ÁP 1. Khái niệm chung và tổ nối dây của máy biến áp 2. Các đặc tính làm việc ở tải đối xứng của máy biến áp 3. Các máy biến áp đặc biệt	4	4	0	0
3	Chương 2: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ 1. Đại cương và quan hệ điện từ trong máy điện không đồng bộ 2. Dây quấn phần ứng của máy điện xoay chiều 3. Mở máy và điều chỉnh tốc độ	10	9	0	1

4	4. Máy điện không đồng bộ 1 pha Chương 3: MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ 1. Đại cương và quan hệ điện từ trong máy điện đồng bộ 2. Máy phát điện đồng bộ làm việc ở tải đối xứng 3. Động cơ và máy bù đồng bộ	10	10	0	0
5	Chương 4: MÁY ĐIỆN 1 CHIỀU 1. Đại cương và quan hệ điện từ trong máy điện một chiều 2. Máy phát điện một chiều 3. Động cơ điện một chiều	5	4	0	1
Tổng cộng		30	28	0	2

2. Nội dung chi tiết:

Bài mở đầu: Khái niệm chung về máy điện

Thời gian: 01

giờ

1. Mục tiêu bài:

- Trình bày được các định luật điện từ trong máy điện.
- Phân tích được nguyên lý hoạt động của máy phát và động cơ điện.
- Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy, phát huy tính tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

2. Nội dung bài:

2.1. Các định luật điện từ dùng trong máy điện

2.1.1. Lực từ

2.1.2. Hiện tượng cảm ứng điện từ

2.1.3. Sức điện động cảm ứng khi dây dẫn chuyển động cắt từ trường

2.1.4. Tự cảm và hồ cảm

2.2. Định nghĩa và phân loại máy điện

2.3. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện

2.3.1. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện

2.3.2. Tính thuận nghịch của máy điện

2.4. Sơ lược về các vật liệu chế tạo máy điện

Chương 1: Máy biến áp

Thời gian: 04 giờ

1. Mục tiêu chương:

- Trình bày được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của máy biến áp một pha và ba pha; các đại lượng định mức; các loại máy biến áp chính
- Tính toán được bộ dây quấn sơ cấp và thứ cấp máy biến áp.
- Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy, phát huy tính tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

2. Nội dung chương:

2.1. Khái niệm chung và tổ nối dây của máy biến áp

2.1.1. Đại cương

2.1.2. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy biến áp

- 2.1.3. Các đại lượng định mức
- 2.1.4. Các loại máy biến áp chính
- 2.1.5. Cấu tạo máy biến áp
- 2.1.6. Tổ nối dây của máy biến áp
- 2.2. Các đặc tính làm việc ở tải đối xứng của máy biến áp
 - 2.2.1. Giảm đồ năng lượng của máy biến áp
 - 2.2.2. Độ thay đổi điện áp của máy biến áp và cách điều chỉnh điện áp
 - 2.2.3. Hiệu suất của máy biến áp
 - 2.2.4. Máy biến áp làm việc song song
- 2.3. Các máy biến áp đặc biệt
 - 2.3.1. Máy biến áp đo lường
 - 2.3.2. Máy biến áp hàn

Chương 2: Máy điện không đồng bộ

Thời gian: 10

giờ

1. Mục tiêu chương :
 - Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc động cơ không đồng bộ.
 - Vẽ được sơ đồ tải bộ dây.
 - Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy, phát huy tính tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

2. Nội dung chương:

- 2.1. Đại cương và quan hệ điện từ trong máy điện không đồng bộ Thời gian: 03 giờ

- 2.1.1. Phân loại và kết cấu
- 2.1.2. Nguyên lý làm việc
- 2.1.3. Các lượng định mức
- 2.1.4. Công dụng của máy điện không đồng bộ
- 2.1.5. Máy điện không đồng bộ làm việc khi rotor quay
- 2.1.6. Các chế độ làm việc, giảm đồ năng lượng của máy điện không đồng bộ

- 2.2. Dây quấn phản ứng của máy điện xoay chiều Thời gian: 02 giờ

- 2.2.1. Đại cương
- 2.2.2. Dây quấn có q là số nguyên
- 2.2.3. Cách thực hiện dây quấn máy điện xoay chiều
- 2.2.4. Cải thiện dạng sóng suất điện động

- 2.3. Mở máy và điều chỉnh tốc độ Thời gian: 02 giờ

- 2.3.1. Quá trình mở máy động cơ điện không đồng bộ
- 2.3.2. Các phương pháp mở máy
- 2.3.3. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ

- 2.4. Máy điện không đồng bộ 1 pha Thời gian: 02 giờ

- 2.4.1. Đại cương
- 2.4.2. Nguyên lý làm việc
- 2.4.3. Phương pháp mở máy và các loại động cơ điện 1 pha

Kiểm tra

Thời gian: 01 giờ

Chương 3: Máy điện đồng bộ

Thời gian: 10 giờ

1. Mục tiêu chương:

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý, các phản ứng phần ứng xảy ra trong máy phát điện đồng bộ.
- Điều chỉnh được 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.
- Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy, phát huy tính tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

2. Nội dung chương:

2.1. Đại cương và quan hệ điện từ trong máy điện đồng bộ *Thời gian: 04 giờ*

2.1.1. Đại cương

- 2.1.2. Nguyên lý làm việc của máy điện đồng bộ
- 2.1.3. Phân loại và kết cấu của máy điện đồng bộ
- 2.1.4. Các trị số định mức của máy điện đồng bộ
- 2.1.5. Từ trường của dây quấn kích thích
- 2.1.6. Từ trường của phần ứng
- 2.1.7. Cân bằng năng lượng trong máy điện đồng bộ

2.2. Máy phát điện đồng bộ làm việc ở tải đối xứng *Thời gian: 04 giờ*

- 2.2.1. Tổn hao và hiệu suất của máy điện đồng bộ
- 2.2.2. Ghép một máy phát điện đồng bộ làm việc song song
- 2.2.3. Ảnh hưởng của tải không đối xứng đối với máy phát điện đồng bộ

2.3. Động cơ và máy bù đồng bộ *Thời gian: 02 giờ*

- 2.3.1. Động cơ điện đồng bộ
- 2.3.2. Máy bù đồng bộ

Chương 4: Máy điện một chiều

Thời gian: 05 giờ

1. Mục tiêu chương:

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý, quan hệ điện từ, các phản ứng phần ứng xảy ra trong máy điện một chiều.
- Trình bày được các phương pháp mở máy, đảo chiều quay, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.
- Trình bày được các nguyên nhân gây ra tia lửa và biện pháp cải thiện đổi chiều.
- Vẽ và phân tích được đúng sơ đồ dây quấn phần ứng máy điện một chiều.
- Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy, phát huy tính tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

2. Nội dung chương:

2.1. Đại cương và quan hệ điện từ trong máy điện một chiều *Thời gian: 02 giờ*

- 2.1.1. Đại cương
- 2.1.2. Nguyên lý làm việc của máy điện một chiều
- 2.1.3. Cấu tạo của máy điện một chiều
- 2.1.4. Các trị số định mức
- 2.1.5. Momen điện từ và công suất
- 2.1.6. Quá trình năng lượng & các phương trình cân bằng
- 2.1.7. Tính chất thuận nghịch trong máy điện một chiều

2.2. Máy phát điện một chiều

Thời gian: 01 giờ

2.2.1. Đại cương

2.2.2. Các đặc tính của máy phát điện một chiều

2.2.3. Máy phát điện 1 chiều làm việc song song

2.3. Động cơ điện một chiều

Thời gian: 01 giờ

2.3.1. Đại cương

2.3.2. Mở máy động cơ điện một chiều

2.3.3. Đặc tính của động cơ điện 1 chiều

Kiểm tra

Thời gian: 01 giờ

IV. Điều kiện thực hiện môn học:

1. Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng: Phòng học lý thuyết.
2. Trang thiết bị máy móc: Máy tính, màn hình LCD, bảng phấn.
3. Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu: Tài liệu giảng dạy, sách tham khảo.
4. Các điều kiện khác: Không.

V. Nội dung và phương pháp, đánh giá:

1. Nội dung đánh giá:

- Cấu tạo, nguyên lý máy biến áp, động cơ không đồng bộ, động cơ đồng bộ, máy phát điện đồng bộ, máy điện DC.
- Phân tích, khảo sát các đặc điểm, đặc tính của các loại máy điện nói trên.
- Chấp hành nội qui, qui chế của nhà trường.
- Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
- Chuẩn bị đầy đủ nội dung tự học, tự nghiên cứu.
- Tham gia đầy đủ thời lượng của môn học, tích cực trong giờ học.

2. Phương pháp đánh giá:

Các kiến thức và kỹ năng trên được đánh giá qua các điểm tự nghiên cứu, ý thức học tập môn học, kiểm tra thường xuyên, kiểm tra định kỳ và kiểm tra kết thúc môn học:

- Điểm môn học bao gồm điểm trung bình các điểm kiểm tra: tự nghiên cứu, kiểm tra thường xuyên, kiểm tra định kỳ có trọng số 0,4 và điểm thi kết thúc môn học có trọng số 0,6. Hình thức, thời gian kiểm tra kết thúc môn học: thi trắc nghiệm (45 phút → 60 phút). Hình thức, thời gian kiểm tra cụ thể sẽ được thông báo vào đầu mỗi học kỳ.
- Điểm trung bình các điểm kiểm tra là trung bình cộng của các điểm kiểm tra thường xuyên, điểm kiểm tra định kỳ và tự nghiên cứu theo hệ số của từng loại điểm. Trong đó điểm kiểm tra thường xuyên, điểm tự nghiên cứu được tính hệ số 1, điểm kiểm tra định kỳ được tính hệ số 2.

VI. Hướng dẫn thực hiện môn học:

1. Phạm vi áp dụng môn học: Chương trình môn học được sử dụng để giảng dạy trình độ cao đẳng.
2. Hướng dẫn một số điểm chính về phương pháp giảng dạy môn học:
 - Đối với giảng viên:
 - + Trước khi giảng dạy, giảng viên cần chuẩn bị đầy đủ điều kiện giảng dạy lý thuyết, hồ sơ bài giảng, phương tiện hỗ trợ, chú trọng sử dụng các phương pháp tích cực hóa người học.
 - + Hướng dẫn sinh viên phương pháp học tập, tự học, tự nghiên cứu.

- Đối với sinh viên:

- + Tham dự ít nhất 70% thời gian học lý thuyết và đầy đủ các bài học tích hợp, bài học thực hành, thực tập và các yêu cầu của môn học được quy định trong chương trình môn học.
- + Chuẩn bị nội dung thảo luận nhóm, nội dung tự học tự nghiên cứu khi tới lớp.
- + Xây dựng kế hoạch tự học, tự nghiên cứu cho cá nhân.

3. Những trọng tâm cần chú ý:

- Cấu tạo, nguyên lý các loại máy điện; đấu dây, vận hành các loại động cơ, máy biến áp.
- Vẽ và phân tích sơ đồ dây quấn động cơ điện 1, 3 pha.

4. Tài liệu tham khảo:

- [1]. *Đề cương bài giảng Máy điện*, Trường CĐ KTKT Vinatex, TLLHNB, 2011.
- [2]. *Giáo trình Máy điện*, NXBGD.
- [3]. Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 1;2*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2001.
- [4]. Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt, *Tính toán sửa chữa các loại Máy điện quay và Máy biến áp - tập 1; 2*, NXB Giáo dục 1993.
- [5]. Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt, *Công nghệ chế tạo và tính toán sửa chữa Máy điện - tập 3*, NXB Giáo dục 1993.
- [6]. Nguyễn Trọng Thắng, *Máy điện & mạch điều khiển*, ĐHSPKT.

Chương 1 : MÁY BIẾN ÁP

I. KHÁI NIỆM CHUNG & TỔ ĐẤU DÂY CỦA MÁY BIẾN ÁP:

1. Đại cương:

Để dẫn điện từ các trạm phát điện đến hộ tiêu thụ cần có đường dây tải điện (hình 1.1).



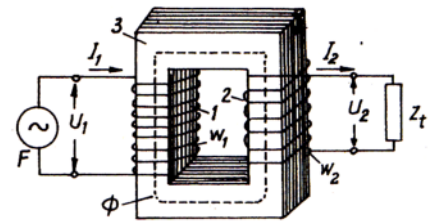
Hình 1-1. Sơ đồ mạng truyền tải điện đơn giản

Muốn truyền tải công suất lớn đi xa mà ít tổn hao và tiết kiệm kim loại màu, trên đường dây tải ta phải dùng điện áp cao (thường là 35, 110, 220 hay 500 KV). Trên thực tế, các máy phát điện không có khả năng phát ra những điện áp cao như vậy (thường chỉ từ 3 → 21 KV), do đó phải có thiết bị tăng điện áp ở đầu đường dây lên và giảm điện áp xuống giá trị yêu cầu (380V, 220V, 24V....) ở hộ tiêu thụ, các thiết bị đó gọi là các máy biến áp.

- Định nghĩa: 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.

2. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy biến áp:

Xét máy biến áp một pha hai dây quấn: dây quấn sơ cấp (nối với nguồn) có W_1 vòng dây, dây quấn thứ cấp (nối với phụ tải) có W_2 vòng dây được quấn trên lõi thép. Khi đặt một điện áp xoay chiều u_1 vào dây quấn sơ cấp, trong đó sẽ có dòng i_1 . Trong lõi thép sẽ sinh ra từ thông Φ móc vòng với cả hai dây quấn, cảm ứng ra các suất điện động e_1 và e_2 . Dây quấn thứ cấp có suất điện động sẽ sinh ra dòng điện i_2 đưa ra tải với điện áp là u_2 . Như vậy, năng lượng của dòng điện xoay chiều đã được truyền từ dây quấn sơ cấp sang dây quấn thứ cấp.



Hình 1-2. Nguyên lý làm việc của m.b.a

Giả sử điện áp xoay chiều đặt vào là một hàm số hình sin thì từ thông do nó sinh ra cũng là hàm số hình sin: $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$

Theo định luật cảm ứng điện từ, suất điện động cảm ứng trong các cuộn dây là:

$$e_1 = -W_1 \frac{d\Phi}{dt} = -W_1 \omega \Phi_m \cos \omega t = 4,44 f W_1 \Phi_m \sqrt{2} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$e_2 = -W_2 \frac{d\Phi}{dt} = -W_2 \omega \Phi_m \cos \omega t = 4,44 f W_2 \Phi_m \sqrt{2} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\Rightarrow e_1 = E_1 \sqrt{2} \sin (\omega t - \pi/2) \quad \text{trong đó: } E_1 = 4,44 f W_1 \Phi_m$$

$$e_2 = E_2 \sqrt{2} \sin (\omega t - \pi/2) \quad \text{trong đó: } E_2 = 4,44 f W_2 \Phi_m$$

$$\text{Hệ số máy biến áp: } k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

- Nếu bỏ qua điện trở dây quấn và từ thông tản ra không khí, có thể coi $U_1 \approx E_1$; $U_2 \approx E_2$; bỏ qua tổn hao trong máy biến áp ($U_1 I_1 \approx U_2 I_2$), ta có:

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} \approx \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

Nếu $k > 1$ thì $U_1 > U_2$: máy biến áp giảm áp.

$k < 1$ thì $U_1 < U_2$: máy biến áp tăng áp.

3. Các đại lượng định mức:

Do nhà chế tạo qui định và thường ghi trên nhãn máy biến áp .

- Dung lượng hay công suất định mức S_{dm} (KVA, VA): công suất biểu kiến đưa ra ở dây quấn thứ cấp của máy biến áp .
- Điện áp sơ cấp định mức U_{1dm} (KV, V): điện áp của dây quấn sơ cấp, nếu có các đầu phân nhánh thì ta ghi từng đầu phân nhánh.
- Điện áp thứ cấp định mức U_{2dm} (KV, V): điện áp của dây quấn thứ cấp khi máy biến áp không tải và điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp là định mức.
- Dòng điện định mức sơ cấp I_{1dm} và thứ cấp I_{2dm} (KA, A).

* Qui ước: Giá trị định mức của máy biến áp một pha là điện áp pha và dòng điện pha; của máy biến áp ba pha là điện áp dây và dòng điện dây.

Đối với máy biến áp một pha: $S_{dm} = U_{2dm}I_{2dm} = U_{1dm}I_{1dm}$

Đối với máy biến áp ba pha: $S_{dm} = \sqrt{3} U_{2dm}I_{2dm} = \sqrt{3} U_{1dm}I_{1dm}$

- Tần số định mức f_{dm} , các máy biến áp điện lực có $f_{dm} = 50$ Hz.

Ngoài ra, trên nhãn còn ghi: số pha m, sơ đồ và tổ nối dây quấn, điện áp ngắn mạch $u_n\%$, chế độ làm việc, phương pháp làm lạnh....

4. Các loại máy biến áp chính:

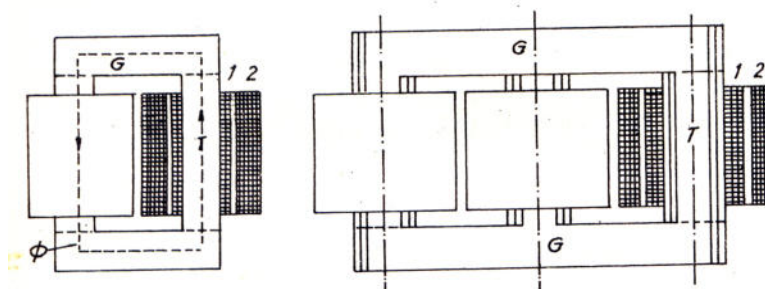
- Máy biến áp điện lực: dùng để truyền tải và phân phối công suất.
- Máy biến áp chuyên dùng: dùng trong các lò luyện kim, cho các thiết bị chỉnh lưu, máy biến áp hàn điện....
- Máy biến áp tự ngẫu.
- Máy biến áp đo lường: giảm các điện áp và dòng điện lớn đưa vào đồng hồ đo.
- Máy biến áp thí nghiệm: dùng thí nghiệm các điện áp cao.

5. Cấu tạo máy biến áp :

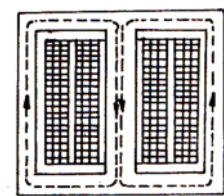
Gồm các bộ phận chính sau: lõi thép, dây quấn và vỏ máy.

✚ Lõi thép: Dùng làm mạch dẫn từ và làm khung để quấn dây. Theo hình dáng lõi thép ta có:

- Máy biến áp kiểu lõi hay kiểu trụ: dây quấn bao quanh trụ thép, rất thông dụng cho các máy biến áp một pha và ba pha có dung lượng nhỏ và trung bình (hình 1.3).



Hình 1-3. M.b.a kiểu lõi: a. một pha; b. ba pha



Hình 1-4. M.b.a kiểu dọc

- Máy biến áp kiểu bọc: mạch từ được phân nhánh ra hai bên và bọc lấy một phần dây quấn; dùng trong lò luyện kim, vô tuyến điện ...

Ở các máy biến áp hiện đại, dung lượng lớn ($80 \rightarrow 100$ MVA trên một pha), điện áp thật cao ($220 \rightarrow 500$ KV), để giảm chiều cao trụ thép, tiện cho việc vận chuyển, mạch từ của máy biến áp kiểu trụ được phân nhánh sang hai bên nên gọi là máy biến áp kiểu trụ-bọc.

Lõi thép máy biến áp gồm hai phần: Phần trụ (T) và phần gông (G). 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. Lõi thép được ghép từ những lá thép kỹ thuật điện dày $0,35 \text{ mm} \rightarrow 0,5 \text{ mm}$ có phủ lớp cách điện. Trụ và gông có thể ghép nối hoặc ghép xen kẽ. Hầu hết các máy biến áp hiện nay đều dùng kiểu ghép xen kẽ: các lá thép được xếp xen kẽ nhau, sau đó lõi thép được ép chặt bằng xà ép và bulông (giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên và rất bền về cơ học). Vỏ máy phải được nối đất.

Dây quấn:

Thường bằng dây đồng, có hai loại (theo cách sắp xếp dây quấn): dây quấn đồng tâm và dây quấn xen kẽ.

- Dây quấn đồng tâm: Dây quấn điện áp thấp (dây quấn HA) thường quấn phía trong gần trụ thép còn dây quấn điện áp cao (dây quấn CA) quấn phía ngoài bọc lấy dây quấn HA. Có các kiểu sau đây:
 - Dây quấn hình trụ: Dùng dây tròn (tiết diện dây nhỏ) quấn thành nhiều lớp hoặc dây bẹt (tiết diện dây lớn) thường quấn thành hai lớp. Dây tròn thường làm dây quấn CA (U đến 35 KV), dây bẹt làm dây quấn HA ($U \leq 6 \text{ KV}$): dùng cho các máy có $S \leq 560 \text{ KVA}$.
 - Dây quấn hình xoắn: gồm nhiều dây bẹt chập lại quấn theo đường xoắn ốc, giữa các vòng dây có rãnh hở thường dùng cho dây quấn HA của các máy biến áp dung lượng trung bình và lớn.
 - Dây quấn xoắn ốc liên tục: làm bằng dây bẹt, được quấn bằng những bánh dây phẳng cách nhau bằng những rãnh hở, được dùng làm cuộn CA, $U \geq 35 \text{ KV}$, dung lượng lớn.
- Dây quấn xen kẽ: Các bánh dây CA và HA lần lượt xen kẽ nhau dọc theo trụ thép, để cách điện dễ thì dây quấn HA sát gông, dùng trong máy biến áp kiểu bọc.

Vỏ máy: gồm thùng và nắp thùng.

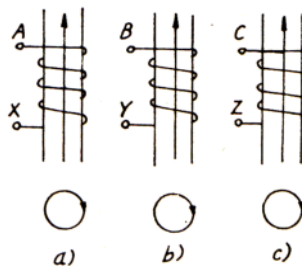
- Thùng: làm bằng thép, thường hình bầu dục, chứa dầu để làm mát và tăng cường cách điện.
- Nắp thùng: dùng để đậy thùng, trên đó đặt các chi tiết:
 - Các sứ ra của dây quấn CA và HA: cách điện giữa dây dẫn ra với vỏ, U càng cao thì kích thước và trọng lượng sứ ra càng lớn.
 - Bình giãn dầu: thùng hình trụ bằng thép đặt trên nắp và nối với thùng bằng một ống dẫn dầu, dùng để theo dõi mức dầu bên trong.
 - Ong bảo hiểm: bằng thép, một đầu nối thùng, một đầu bịt bằng một đĩa thủy tinh; khi áp suất trong thùng dầu tăng đột ngột, đĩa thủy tinh vỡ, dầu thoát ra ngoài để máy biến áp không bị hư.

Ngoài ra, trên nắp còn đặt bộ phận truyền động của cầu dao đổi nối các đầu điều chỉnh điện áp của dây quấn CA.

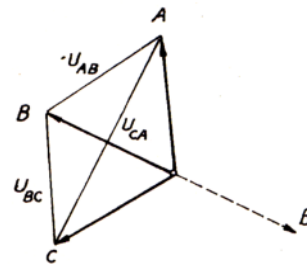
6. Tổ nối dây của máy biến áp :

6.1. Cách ký hiệu đầu dây:

Dây quấn máy biến áp một đầu gọi là đầu đầu, đầu kia gọi là đầu cuối. Với máy biến áp ba pha, các đầu đầu và đầu cuối phải chọn thống nhất: các pha phải chọn đầu đầu tới đầu cuối đi theo một chiều nhất định (theo kim đồng hồ), nếu không 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 ba pha



Hình 1.6 Điện áp dây không đối xứng lúc ký hiệu ngược hay đầu ngược một pha

Các đầu tận cùng	Dây quấn cao áp CA	Dây quấn hạ áp HA	Sơ đồ ký hiệu dây quấn
Đầu đầu	A, B, C	a, b, c	
Đầu cuối	X, Y, Z	x, y, z	
Đầu trung tính	0	0	

Đối với máy biến áp ba dây quấn, ngoài dây quấn sơ cấp và thứ cấp còn có dây quấn điện áp trung, ký hiệu: đầu đầu A_m, B_m, C_m ; đầu cuối X_m, Y_m, Z_m và đầu trung tính O_m .

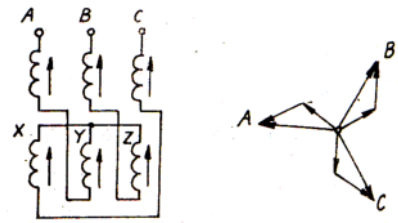
6.2. Các kiểu đấu dây quấn:

Dây quấn máy biến áp ba pha có thể đấu hình Y hay hình Δ .

- ❖ Đấu Y: XYZ nối lại với nhau, nếu có dây trung tính thì ký hiệu là Y_0 .
- ❖ Đấu Δ : đầu cuối pha này nối đầu đầu pha kia: AX-BY-CZ hoặc AX-CZ-BY.

Ở máy biến áp truyền tải công suất, thường dây quấn cao áp được đấu Y, dây quấn hạ áp đấu Δ . Cách đấu Δ được dùng khi không cần điện áp pha.

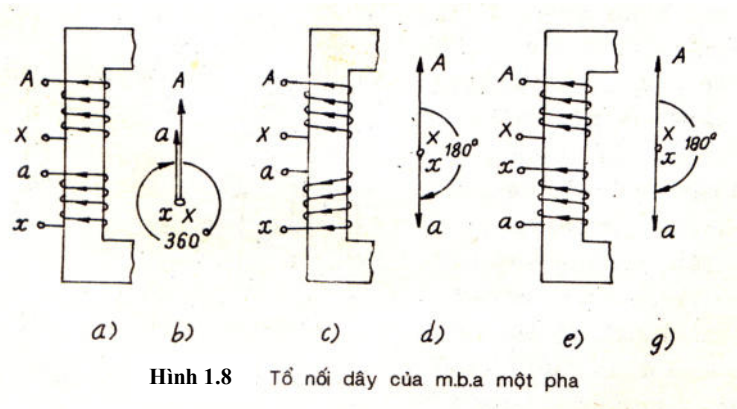
Ngoài ra còn kiểu đấu zigzắc: mỗi pha dây quấn gồm hai nửa cuộn dây ở trên hai trụ khác nhau nối nối tiếp và mắc ngược nhau (hình 1.7). Kiểu này rất ít dùng vì tổn nhiều đồng hơn, chỉ gặp trong máy biến áp dùng cho thiết bị chỉnh lưu, máy biến áp đo lường để hiệu chỉnh sai số về góc lệch pha.



Hình 1.7 Kiểu đấu zig-zắc

6.3. Tổ nối dây của máy biến áp:

Được hình thành do sự phối hợp kiểu đấu dây sơ cấp so với kiểu đấu dây thứ cấp, nó biểu thị góc lệch pha giữa các sức điện động dây sơ cấp và dây thứ cấp của máy biến áp. Góc lệch pha này phụ thuộc các yếu tố: chiều quấn dây, cách ký hiệu các đầu dây, kiểu đấu dây quấn ở sơ cấp và thứ cấp.

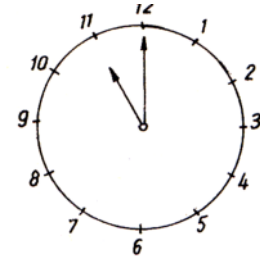


Hình 1.8 Tổ nối dây của m.b.a một pha

Ở máy biến áp ba pha còn do cách đầu dây quấn hình Y hay Δ với những thứ tự khác nhau mà góc lệch pha giữa các sức điện động dây quấn sơ cấp và thứ cấp có thể là $30^\circ, 60^\circ, \dots, 360^\circ$.

• Phương pháp kim đồng hồ:

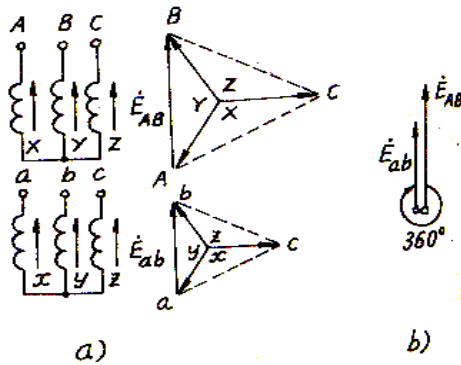
Kim dài chỉ sức điện động dây quấn sơ cấp đặt cố định ở số 12, kim ngắn chỉ sức điện động dây quấn thứ cấp đặt tương ứng ở các số 1, 2, ..., 12 tùy theo góc lệch pha giữa chúng là $30^\circ, 60^\circ, \dots, 360^\circ$ (hình 1.9).



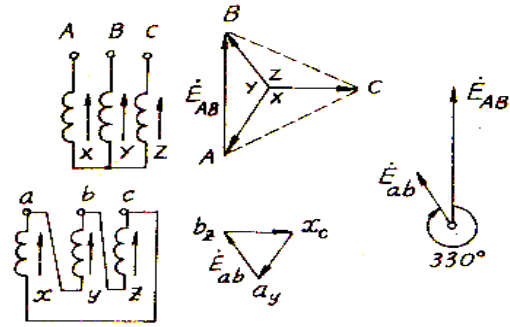
Hình 1.9 Phương pháp ký hiệu tổ nối dây bằng kim đồng hồ

+ Ở hình 1.10a : nếu đổi chiều quấn dây hay đổi ký hiệu đầu dây của dây quấn thứ cấp ta có tổ nối dây Y/Y-6. Hoán vị thứ tự các pha thứ cấp, ta sẽ có các tổ nối dây chẵn 2, 4, 8, 10.

Y/Y-6. Hoán vị thứ tự các pha thứ cấp, ta sẽ có các tổ nối dây chẵn 2, 4, 8, 10.



Hình 1.10 Tổ nối dây Y/Y-12



Hình 1.11 Tổ nối dây Y/Δ-11

+ Ở hình 1.11a : làm tương tự như trên ta có tổ nối dây Y/Δ-5 và các tổ nối dây lẻ 1, 3, 7, 9.

II. CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC Ở TẢI ĐỐI XỨNG CỦA MÁY BIẾN ÁP:

1. Giảm đồ năng lượng của máy biến áp:

Khi truyền tải năng lượng qua máy biến áp, một phần công suất tác dụng và công suất phản kháng bị tiêu hao trong máy.

Gọi $P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1$ là công suất đưa vào một pha của máy biến áp. Một phần công suất này bị tiêu hao trên điện trở dây quấn sơ cấp $P_{Cu1} = r_1 I_1^2$ và trong lõi thép $P_{Fe} = r_m I_0^2$. Phần còn lại là công suất điện từ truyền qua phía thứ cấp:

$$P_{dt} = P_1 - P_{Cu1} - P_{Fe}$$

Công suất đầu ra của máy biến áp sẽ tiêu hao một ít trên điện trở dây quấn thứ cấp:

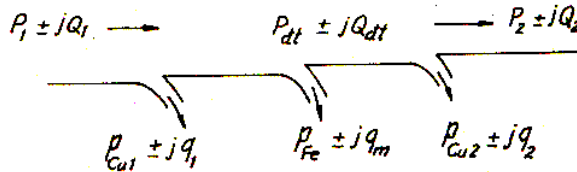
$$P_2 = P_{dt} - P_{Cu2} = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

Tương tự, công suất phản kháng đầu vào $Q_1 = U_1 I_1 \sin \varphi_1$ sẽ bị mất đi một ít để tạo từ trường tản của dây quấn sơ cấp $q_1 = x_1$ và từ trường trong lõi thép $q_m = x_m I_0^2$, phần còn lại được đưa sang phía thứ cấp:

$$Q_{dt} = Q_1 - q_1 - q_m$$

$$\text{Công suất phản kháng đầu ra bằng: } Q_2 = Q_{dt} - q_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

Với q_2 là công suất tạo ra từ trường tản của dây thứ cấp.



Hình 1.12 Giản đồ năng lượng của m.b.a

- Khi tải có tính điện cảm ($\varphi_2 > 0$), $Q_2 > 0$: lúc đó $Q_1 > 0$ và được truyền từ phía sơ cấp sang phía thứ cấp.
- Khi tải có tính điện dung ($\varphi_2 < 0$), $Q_2 < 0$:

+ Nếu $Q_1 < 0$: Công suất phản kháng truyền ngược từ phía thứ cấp sang phía sơ cấp.

+ Nếu $Q_1 > 0$: toàn bộ công suất phản kháng từ hai phía thứ cấp và sơ cấp đều dùng để từ hóa máy biến áp.

2. Độ thay đổi điện áp của máy biến áp và cách điều chỉnh điện áp:

Khi U_{1dm} không đổi, độ thay đổi điện áp của MBA là:

$$\Delta U_* = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} = \frac{U'_{20} - U'_2}{U'_{20}} = \frac{U_{1dm} - U'_2}{U_{1dm}} = 1 - U'_{2*}$$

Giả sử MBA làm việc ở một tải nào đó đối với hệ số tải $\beta = I_2 / I_{2dm}$ và hệ số công suất $\cos \varphi_2$ cho biết, ta có: