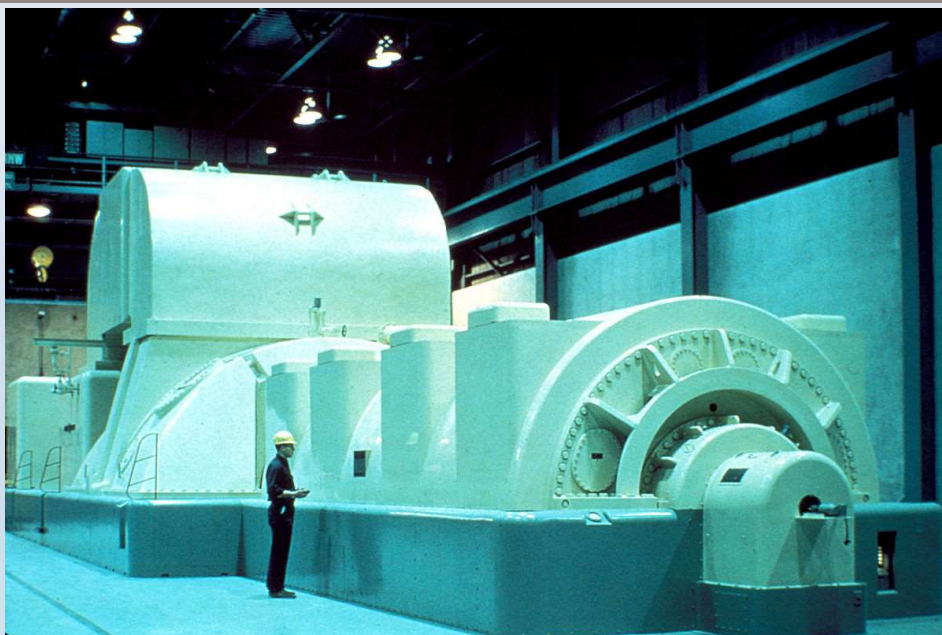


# HỌC PHẦN: MÁY ĐIỆN CƠ SỞ - EE3140



**Phạm Minh Tú**  
*Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử*  
*Viện Điện*  
*Phòng C3 - 106*  
*Email: [tu.phamminh@hust.edu.vn](mailto:tu.phamminh@hust.edu.vn)*

## Mục tiêu học phần

- Cung cấp cho sinh viên kiến thức cơ bản về các loại máy điện.
- Sau khi học xong học phần này sinh viên hiểu rõ cấu tạo và nguyên lý làm việc của các loại máy điện, mô hình toán mô tả các quá trình vật lí trong máy điện và các đặc tính chủ yếu của các loại máy điện.
- Nắm được phạm vi ứng dụng của các loại máy điện được học.

## Thông tin chung về môn học

### Nhiệm vụ của sinh viên:

- Dự lớp đầy đủ theo quy định.
- Hoàn thành các bài tập được giao.

### Đánh giá kết quả:

- Điểm quá trình: trọng số 0.30
  - Bài tập làm đầy đủ
  - Làm thí nghiệm đầy đủ, có báo cáo và bảo vệ
  - Kiểm tra giữa kỳ
- Thi cuối kỳ (trắc nghiệm và tự luận): trọng số 0.7

## Thông tin chung về môn học

### Tài liệu tham khảo:

1. Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện tập 1 & 2*, nhà xuất bản KH&KT.
2. Stephen J.Chapman, *Electric machinery fundamentals*, Mc Graw Hill
3. A. E. Fitzgerald, *Electric machinery*, Mc Graw Hill
4. D.P. Kothari, *Electric machines*, Mc Graw Hill
5. Turan Gonen, *Electrical machines with Matlab*, CRC press

## Nội dung chi tiết học phần

Chương 0. Mở đầu

Chương 1. Máy biến áp

Chương 2. Những vấn đề chung về máy điện quay

Chương 3. Máy điện không đồng bộ

Chương 4. Máy điện đồng bộ

Chương 5. Máy điện một chiều

# CHƯƠNG MỞ ĐẦU

**0.1. TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN**

**0.2. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN**

**0.3. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN TRONG NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN**

**0.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN**

## 0.1. TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN

7

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

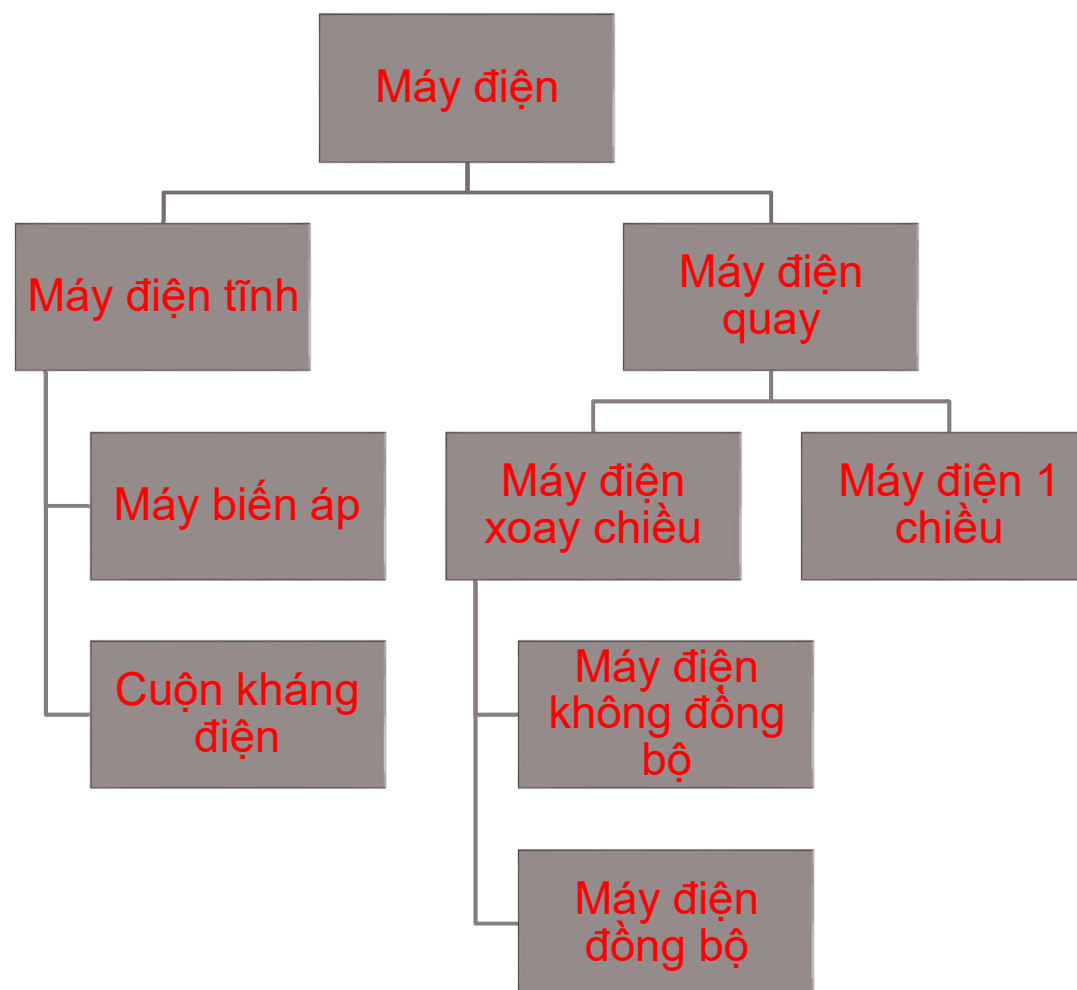
- ✓ Máy điện là gì?
  - ✓ Máy biến áp là gì?
  - ✓ Động cơ điện là gì?
  - ✓ Máy phát điện là gì?
  - ✓ Máy điện tĩnh là gì?
  - ✓ Máy điện quay là gì?
- ✓ Tại sao máy điện lại trở nên rộng rãi và phổ biến như vậy?
  - ✓ Về năng lượng
  - ✓ Động cơ điện so với động cơ đốt trong
  - ✓ Về sản xuất năng lượng điện



# 0.1. TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN

8

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN





# 0.1. TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN

9

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN



Máy biến áp  
(Transformers)

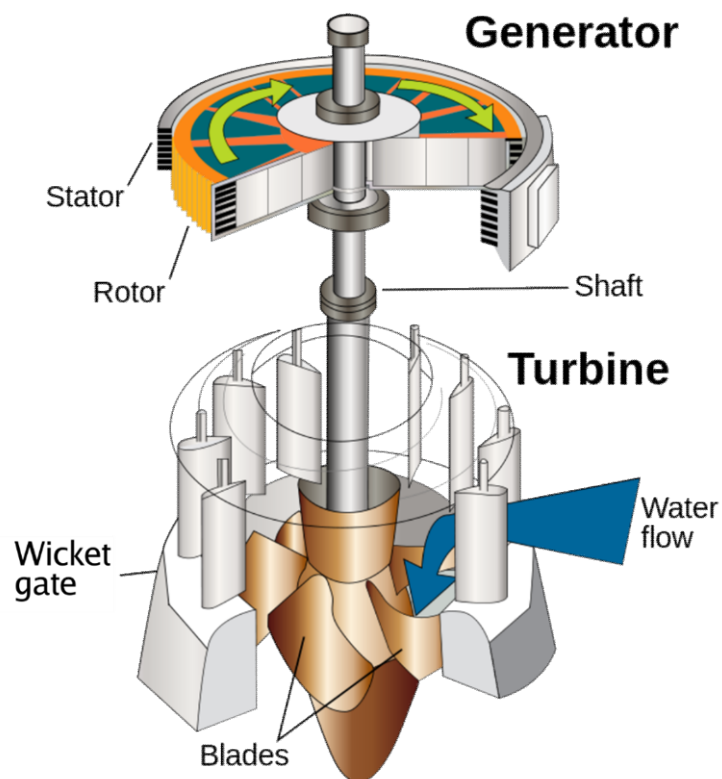
Động cơ  
không đồng bộ  
(Induction  
Motors)



# 0.1. TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN

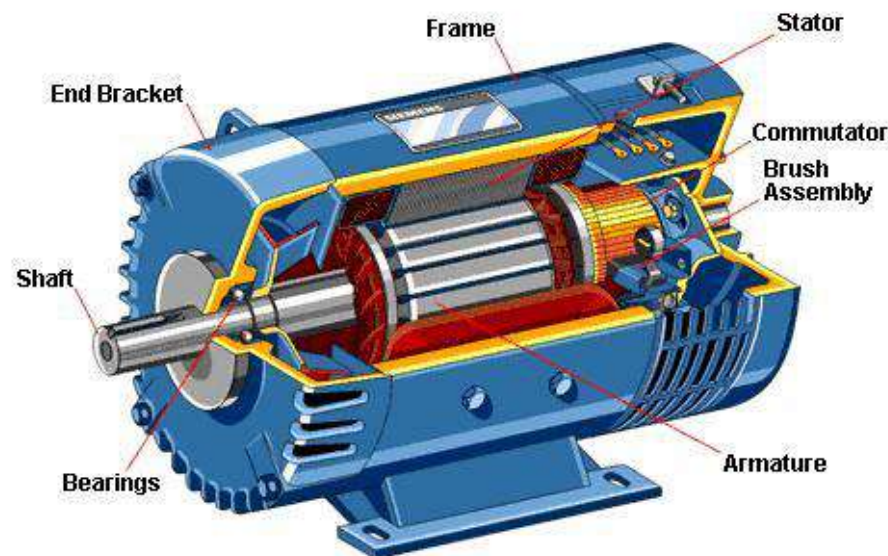
10

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN



Máy phát điện  
đồng bộ  
(Synchronous  
generators)

Máy điện 1 chiều  
(DC Machines)



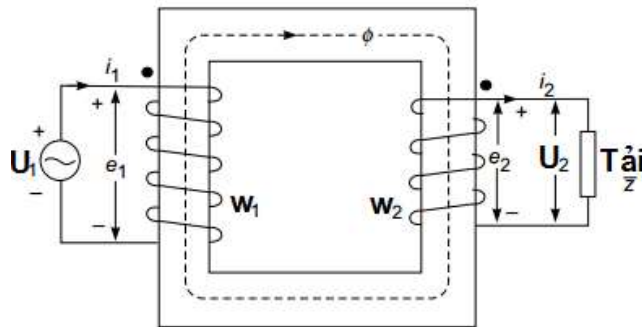
## 0.2. CÁC ĐỊNH LUẬT DÙNG ĐỂ NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN

- Định luật cảm ứng điện từ

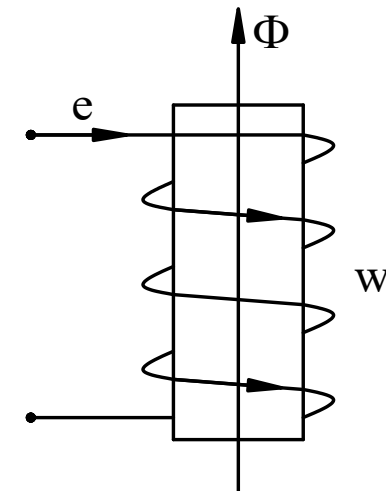
**+/- Trường hợp từ thông  $\Phi$  biến thiên xuyên qua vòng dây.**

Khi từ thông  $\Phi$  biến thiên xuyên qua vòng dây sẽ cảm ứng sức điện động  $e$ . Chiều của  $e$  xác định theo quy tắc vắn nút chai. Số đ cảm ứng trong vòng dây được tính theo công thức Maxwell:

$$e = -w \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Psi}{dt}$$



Khi mô tả MBA



- Phương chiều?

## 0.2. CÁC ĐỊNH LUẬT DÙNG ĐỂ NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN

- Định luật cảm ứng điện từ

- +/- Trường hợp thanh dẫn chuyển động trong từ trường.

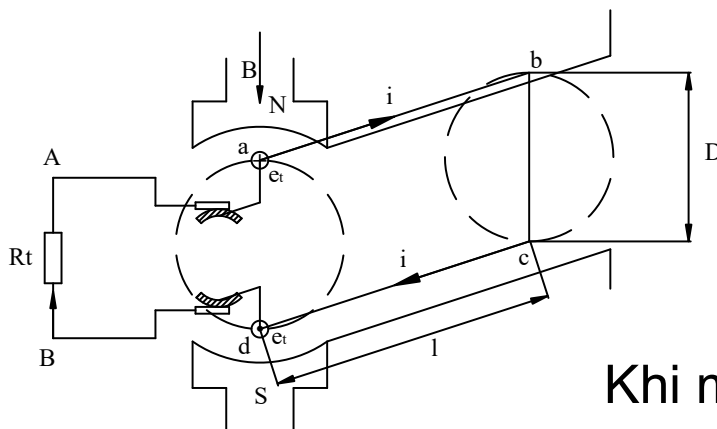
Khi thanh dẫn chuyển động với vận tốc  $v$  vuông góc với đường sức từ trường, trong thanh dẫn cảm ứng sẽ:

$$e = B.l.v$$

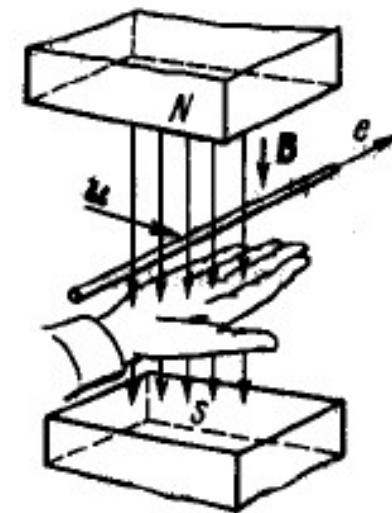
$B$  : từ cảm. [T]

$v$  : vận tốc. [m/s]

$l$  : chiều dài thanh dẫn. [m]



Khi mô tả máy điện quay



- Phương chiều?

## 0.2. CÁC ĐỊNH LUẬT DÙNG ĐỂ NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN

### • Định luật lực điện từ:

Thanh dẫn mang dòng điện đặt vuông góc với đường sức từ trường sẽ chịu một lực điện từ tác dụng có trị số:

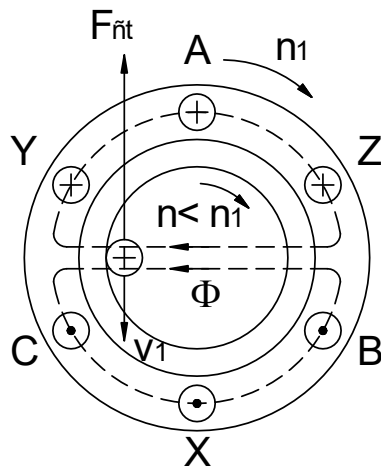
$$F = B i l$$

$B$  : từ cảm. [T]

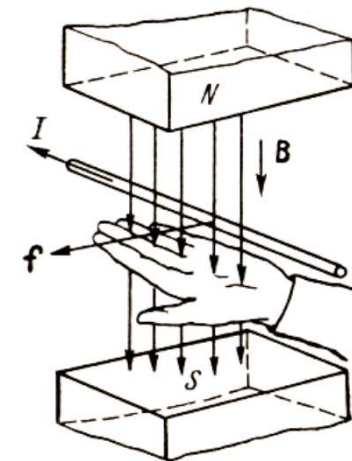
$i$  : dòng điện chạy trong thanh dẫn. [A]

$l$  : chiều dài thanh dẫn. [m]

$F$  : lực điện từ. [N]



Khi mô tả máy điện quay



- Phương chiều?

## 0.2. CÁC ĐỊNH LUẬT DÙNG ĐỂ NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN

- **Định luật toàn dòng điện:**

Tích phân cường độ từ trường theo một đường khép kín bất kỳ quanh một số mạch điện bằng tổng dòng điện trong w vòng dây của các mạch.

$$\oint H \cdot dl = \sum i = i \cdot w = F$$

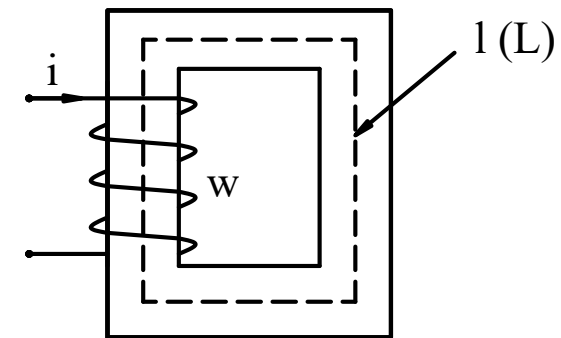
H: Cường độ từ trường [A/m]

i: Dòng điện trong vòng dây. [A]

l: Chiều dài trung bình mạch từ. [m]

w: Số vòng dây quấn.

F: Được gọi là sức từ động



## 0.2. CÁC ĐỊNH LUẬT DÙNG ĐỂ NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN

### • Định luật Kirchhoff:

➤ **Định luật Kirchhoff 1:** tổng đại số các dòng điện tại 1 nút bằng không

- Quy ước dấu

- Dòng tới nút: (+)

- Dòng rời khỏi nút: (-)

$$\sum_{\text{nút}} i = 0$$

- Tổng các dòng đi tới nút = tổng các dòng rời khỏi nút

➤ **Định luật Kirchhoff 2:** Theo mạch vòng kín với chiều tùy ý, tổng đại số các điện áp trên các phần tử bằng tổng đại số các sức điện động

- Quy ước dấu điện áp, sức điện động

- Cùng chiều mạch vòng: dấu (+)

- Ngược chiều mạch vòng: dấu (-)

$$\sum u = \sum e$$

(mạch vòng kín)



## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

- **Vật liệu dẫn điện**

- Vật liệu dẫn điện dùng để chế tạo các bộ phận dẫn điện, thường dùng đồng và nhôm.
- Đồng có điện trở suất nhỏ  $\rho_{\text{CU}} < \rho_{\text{Al}}$ , chịu gia công cơ khí nhưng đắt và nặng hơn nhôm.
- Chế tạo dưới dạng dây điện từ tiết diện tròn hoặc chữ nhật có bọc lớp giấy cách điện mỏng hoặc men (ê may).





## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

- **Vật liệu dẫn từ**

Vật liệu dẫn từ dùng để chế tạo mạch từ của máy điện. Có nhiều loại vật liệu dẫn từ khác nhau

- **Thép kỹ thuật điện (thép silic hay tôn silic)**

- Là loại hợp kim của sắt với một số nguyên tố khác, có hàm lượng Các bon (C) thấp, thêm lượng nhỏ Silic (Si), thường không vượt quá 4%.

- Là loại vật liệu được sử dụng phổ biến nhất, có độ thẩm từ cao và từ trở thấp, thuộc loại vật liệu từ mềm (phân biệt với vật liệu từ cứng dùng để chế tạo nam châm vĩnh cửu).



## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

- **Vật liệu dẫn từ**

- **Thép kỹ thuật điện (thép silic hay tôn silic)**

- Thép được chế tạo dưới dạng tấm mỏng (từ 0,2 – 0,5mm), loại càng mỏng thì giá càng cao, thường được sơn phủ cách điện trên cả 2 bề mặt nhằm giảm tổn thất do dòng điện xoáy gây nên bởi hiệu ứng Fuco.
- Chúng được sản xuất theo 2 công nghệ chủ yếu là cán nóng và cán nguội.

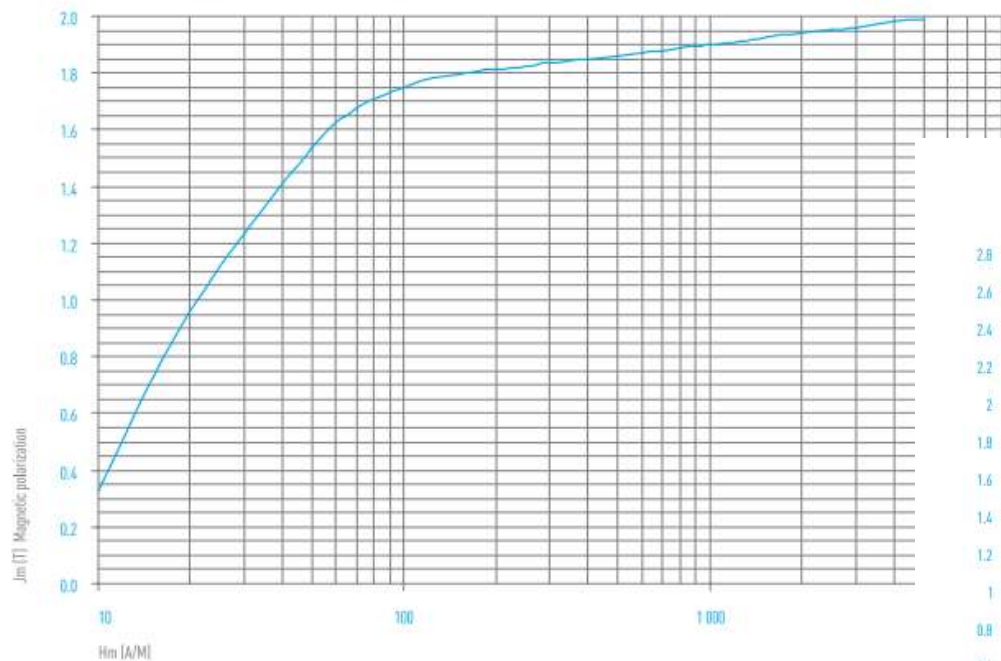


## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

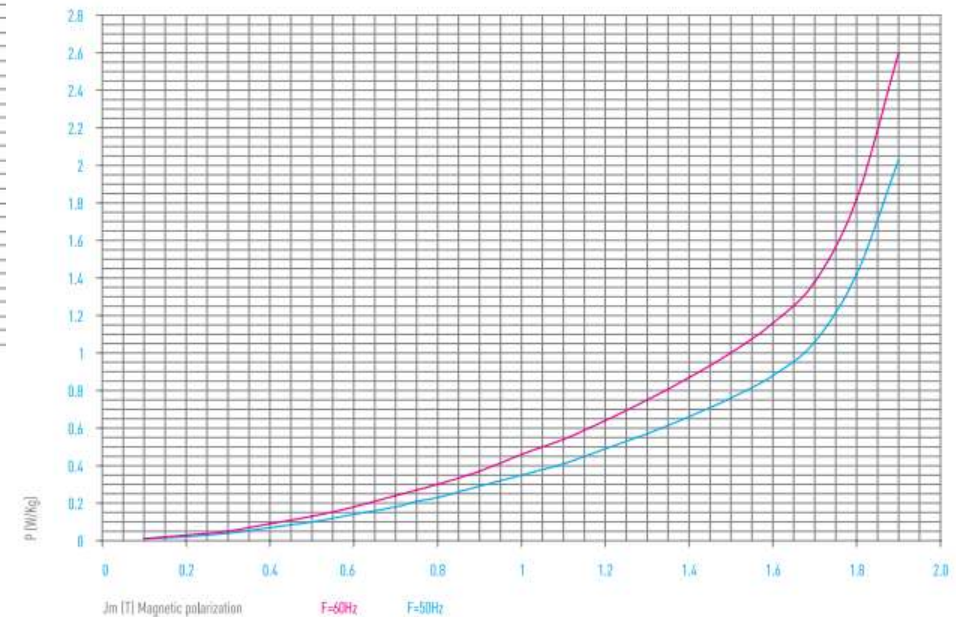
- Vật liệu dẫn từ

- Thép kỹ thuật điện (thép silic hay tôn silic)

Magnetic polarization  
 $J_m = f(H_m)$ ,  $F=50\text{Hz}$ ,  $0.27\text{ mm}$ , 3409



Core loss  
 $P = f(J_m)$ ,  $0.27\text{ mm}$ , 3409



## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

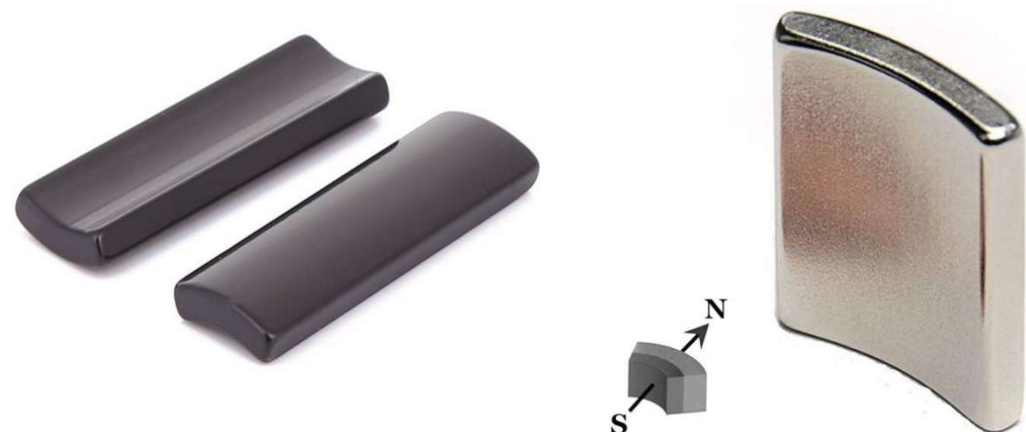
- **Vật liệu dẫn từ**

- **Thép non**

Là loại thép hợp kim có hàm lượng Các bon thấp và cũng là loại vật liệu từ mềm. Nó dễ dàng từ hóa và khử từ với tổn thất từ trễ nhỏ và thường sử dụng chế tạo các cực từ cho máy phát điện hoặc động cơ điện có dòng kích thích một chiều.

- **Vật liệu đất hiếm**

Sử dụng chủ yếu làm  
Nam châm vĩnh cửu,  
đặc biệt như NdFeB



## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

- **Vật liệu kết cấu**

Dùng để chế tạo các bộ phận và chi tiết truyền động hoặc kết cấu của máy như: trục, ổ trục, vỏ máy, nắp máy. Thường dùng gang, thép, kim loại màu, hợp kim hay các vật liệu khác ...





## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

### • Vật liệu cách điện

Để cách điện giữa các phần mang điện với nhau và với các phần không mang điện của máy. Vật liệu cách điện trong máy điện phải có cường độ cách điện cao, chịu nhiệt tốt, độ dẫn nhiệt tốt, chống ẩm và bền về cơ học.

- + Thể rắn: amiăng, mica, sợi thủy tinh, giấy, ...
- + Thể lỏng: dầu biến áp
- + Thể khí: không khí



## 0.3. CÁC LOẠI VẬT LIỆU DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

- **Vật liệu cách điện**

Vật liệu cách điện được chia ra làm 7 cấp theo nhiệt độ cho phép của chúng:

Cấp cách điện	Nhiệt độ cho phép	Vật liệu cách điện, cách nhiệt
Y	90°C	Tơ tằm, bông, cao su tự nhiên, giấy, chất dẻo làm mềm trên 90 ° C
A	105°C	Vật liệu hữu cơ và các sợi nhân tạo: lụa, tơ...
E	120°C	Polyurethane, nhựa epoxy, polyethylene terephthalate, và các vật liệu khác đã cho thấy tuổi thọ sử dụng được ở nhiệt độ này
B	130°C	Các vật liệu vô cơ như mica, sợi thủy tinh, chất kết dính nhiệt độ cao, hoặc những vật khác có tuổi thọ sử dụng được ở nhiệt độ này
F	155°C	Vật liệu lớp 130 với chất kết dính ổn định ở nhiệt độ cao hơn, hoặc các vật liệu khác có tuổi thọ cao sử dụng được ở nhiệt độ này
H	180°C	Chất đàn hồi như silicone và vật liệu vô cơ loại 130 với chất kết dính nhiệt độ cao, hoặc các vật liệu khác có tuổi thọ cao sử dụng được ở nhiệt độ này
C	>180°C	Menimide men (Pyre-ML) hoặc Polyimide phim

### HỆ THỐNG ĐƠN VỊ VÀ CÁC ĐẠI LƯỢNG THƯỜNG DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

Để thuận lợi trong quá trình nghiên cứu, thiết kế, tính toán máy điện người ta dùng hệ đơn vị tương đối.

$$I^* = \frac{I}{I_{\text{đm}}}; \quad U^* = \frac{U}{U_{\text{đm}}}; \quad P^* = \frac{P}{P_{\text{đm}}}; \quad Z^* = \frac{Z}{Z_{\text{đm}}}; \dots$$



## 0.5. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC VÀ CẤP BẢO VỆ CỦA MÁY ĐIỆN

### • Chế độ làm việc của máy điện

Thông thường dựa theo sự liên tục, chế độ làm việc của máy điện được phân thành 10 chế độ, biểu thị bằng S1÷S10 [TCVN6627-1:2008]

➤ **S1** là chế độ làm việc liên tục.

Máy điện được vận hành với phụ tải cố định đủ thời gian để đạt tới sự ổn định về nhiệt. Nói cách khác, ở chế độ này, máy điện có thể vận hành liên tục trong một thời gian dài trong tình trạng phụ tải định mức.

➤ **S2** là chế độ làm việc ngắn hạn.

Ví dụ S2-30min (phút), máy chỉ được phép làm việc trong một thời gian ngắn hạn là 30 phút với một phụ tải cố định cho trước.

➤ **S3÷S8** là chế độ làm việc theo chu kỳ.

➤ **S9÷S10** là chế độ làm việc không theo chu kỳ.

## 0.5. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC VÀ CẤP BẢO VỆ CỦA MÁY ĐIỆN

- **Cấp bảo vệ của máy điện (IP)**

IP (Ingress Protection) mã này bao gồm 4 chữ số để chỉ ra cấp độ kín, khả năng chống lại sự xâm nhập của vật rắn và chất lỏng vào bên trong thiết bị theo định nghĩa của tiêu chuẩn quốc tế IEC60529.

### **IP\_chỉ số thứ 1\_chỉ số thứ 2**

- Chỉ số thứ 1: khả năng của thiết bị chống lại sự xâm nhập vào bên trong của các vật rắn.
- Chỉ số thứ 2: khả năng của thiết bị chống lại sự xâm nhập vào bên trong của các chất lỏng.

## 0.5. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC VÀ CẤP BẢO VỆ CỦA MÁY ĐIỆN

Chỉ số thứ 1	Cấp bảo vệ	Chỉ số thứ 2	Cấp bảo vệ
0	Không bảo vệ.	0	Không bảo vệ.
1	Chống sự xâm nhập của vật thể rắn có kích thước > 50mm. (như va chạm không chủ ý của bàn tay...)	1	Bảo vệ chống lại sự xâm nhập của nước theo phương nhỏ giọt thẳng đứng từ trên xuống.
2	Chống sự xâm nhập của vật thể rắn có kích thước > 12.5mm. (như ngón tay...)	2	Bảo vệ chống lại sự xâm nhập của nước nhỏ giọt theo phương thẳng đứng và góc nghiêng 15 độ so với vị trí chuẩn của nó.
3	Chống sự xâm nhập của vật thể rắn có kích thước > 2.5mm. (như các dụng cụ, dây điện...)	3	Bảo vệ chống lại sự xâm nhập của nước theo phương thẳng đứng hoặc nước xịt vào góc nghiêng đến 60 độ, lượng nước đến 10 lít/phút ở áp suất phun 80-100kN/m <sup>2</sup> trong 5 phút sẽ không gây ảnh hưởng thiết bị.
4	Chống sự xâm nhập của vật thể rắn có kích thước > 1mm. (như các dụng cụ & dây điện nhỏ...)	4	Chống lại sự xâm nhập của nước bắn tung tóe vào theo bất kỳ hướng nào, lượng nước đến 10 lít/phút ở áp suất phun 80-100kN/m <sup>2</sup> trong 5 phút sẽ không gây ảnh hưởng thiết bị.
5	Không ngăn chặn hoàn toàn sự xâm nhập của bụi, nhưng sự xâm nhập của bụi cũng không đủ để can thiệp vào hoạt động đạt yêu cầu của thiết bị.	5	Bảo vệ chống lại sự xâm nhập của nước được phun vào theo mọi hướng tương đương bằng một vòi phun 6.3mm với tốc độ dòng chảy 12.5 lít/phút tại áp suất phun 30kN/m <sup>2</sup> trong 3 phút từ khoảng cách 3 mét sẽ không gây ảnh hưởng thiết bị.
6	Hoàn toàn kín, bảo vệ chống lại hoàn toàn mọi sự tiếp xúc với bụi.	6	Bảo vệ chống lại sự xâm nhập nước có áp lực mạnh hơn được phóng vào theo mọi hướng đương bằng một vòi phun 12.5mm với tốc độ dòng chảy 100 lít/phút tại áp suất phun 100kN/m <sup>2</sup> trong 3 phút từ khoảng cách 3 mét sẽ không gây ảnh hưởng thiết bị.
N/A		7	Bảo vệ chống sự xâm nhập của nước khi thiết bị ngập trong nước trong điều kiện xác định của áp suất và thời gian (độ sâu lên đến 1mét trong 30 phút).
N/A		8	Bảo vệ chống lại sự xâm nhập của nước khi thiết bị ngâm liên tục dưới nước ở các điều kiện được quyết định giữa khách hàng và nhà sản xuất.

## 0.6. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÁY ĐIỆN

28

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

Việc nghiên cứu máy điện gồm các bước sau:

1. Nghiên cứu các hiện tượng vật lý xảy ra trong máy điện.
2. Lập mô hình toán, đó là hệ phương trình toán học mô tả sự làm việc của máy điện.
3. Từ mô hình toán thiết lập mô hình mạch, đó là sơ đồ thay thế của máy điện.
4. Từ mô hình toán và mô hình mạch, tính toán các đặc tính và nghiên cứu máy điện, khai thác sử dụng theo các yêu cầu cụ thể.



$$\begin{cases} \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \\ \dot{U}'_2 = \dot{E}'_2 - \dot{I}'_2 Z'_2 \\ \dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-\dot{I}'_2) \end{cases}$$

