



## CHƯƠNG 3: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### NỘI DUNG

- 3.1. Đại cương về máy điện không đồng bộ**
- 3.2. Quan hệ điện từ trong MĐKĐB
- 3.3. Khởi động và điều chỉnh tốc độ ĐCKĐB
- 3.4. Động cơ không đồng bộ 1 pha

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### NỘI DUNG

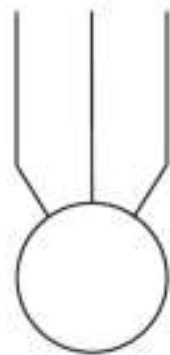
- ĐỊNH NGHĨA MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ
- CẤU TẠO VÀ PHÂN LOẠI MĐKĐB
- NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB
- CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC CỦA MĐKĐB
- ỨNG DỤNG CỦA MĐKĐB

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### ĐỊNH NGHĨA MĐKĐB

Máy điện không đồng bộ (MĐKĐB) là máy điện quay, làm việc trên nguyên lý cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi cơ năng thành điện năng (Máy phát điện) hoặc điện năng thành cơ năng (Động cơ điện) mà có tốc độ quay của rotor khác với tốc độ quay của từ trường quay trong máy.

### Ký hiệu



MĐKĐB 3 pha  
rotor lồng sóc



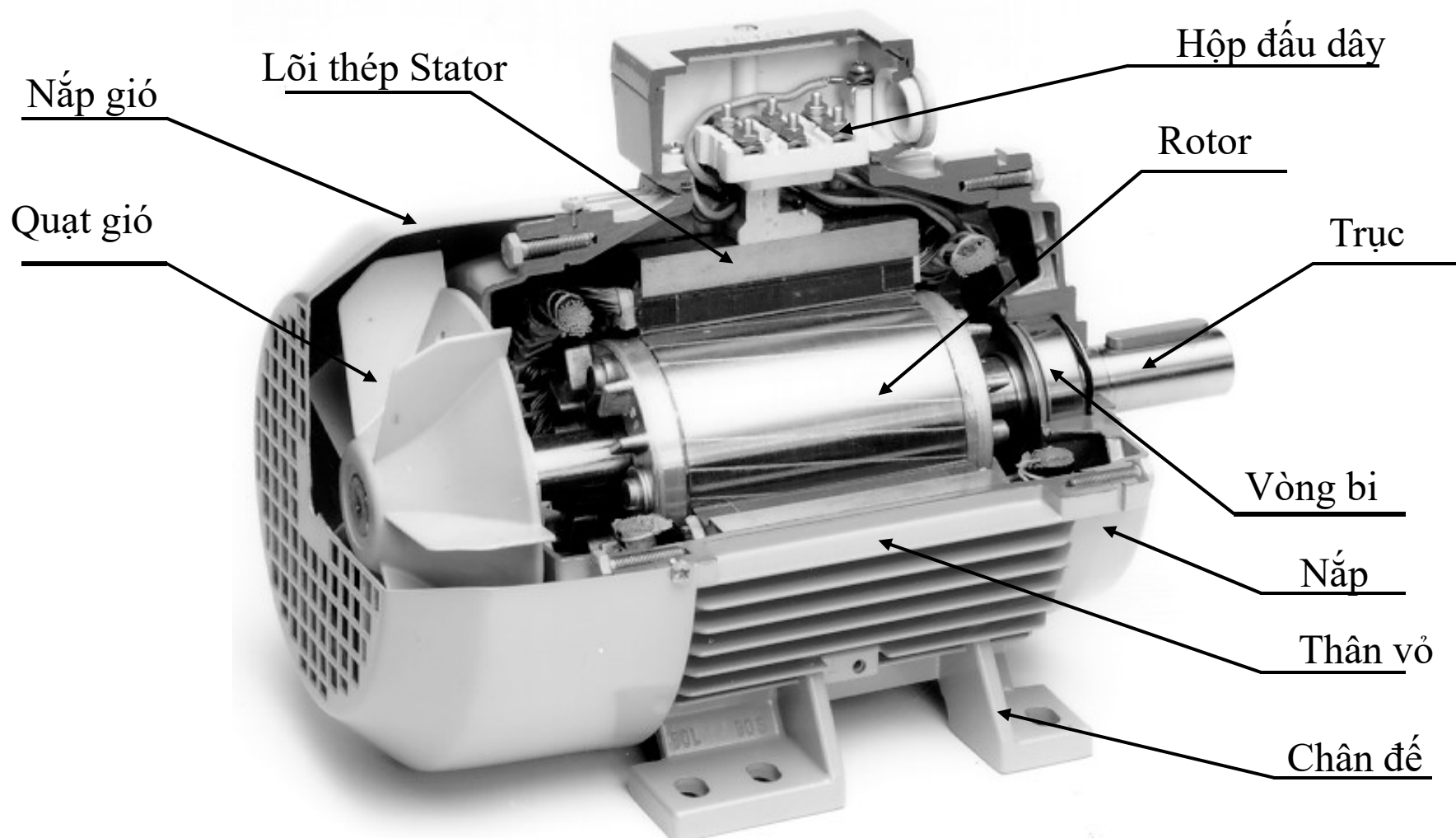
MĐKĐB 3 pha  
rotor dây quấn



MĐKĐB 1 pha  
rotor lồng sóc

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB



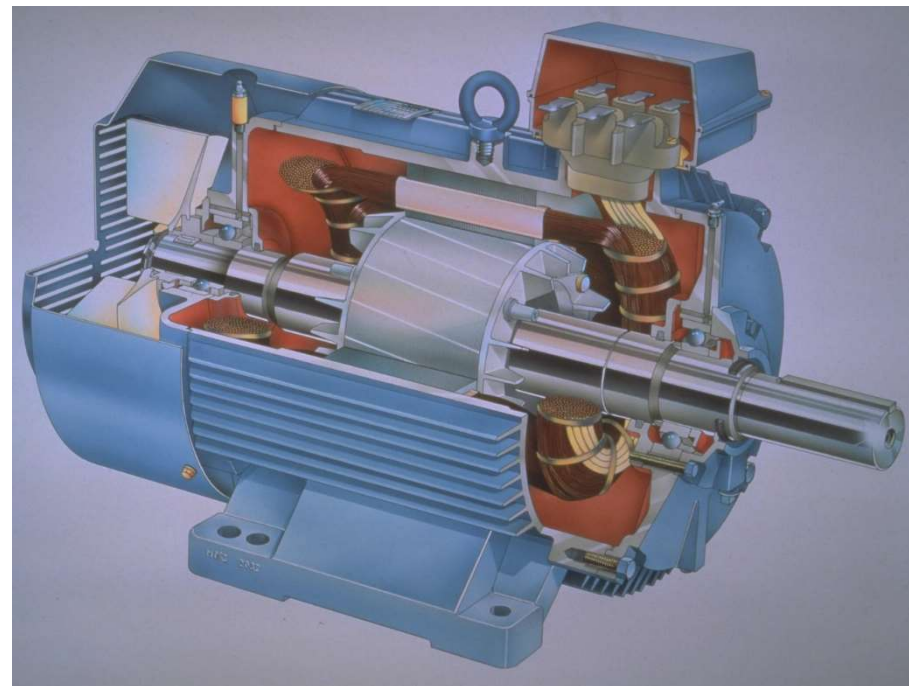
## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB

Tên gọi không đồng bộ?

Cấu tạo Stator?

Cấu tạo Rotor?



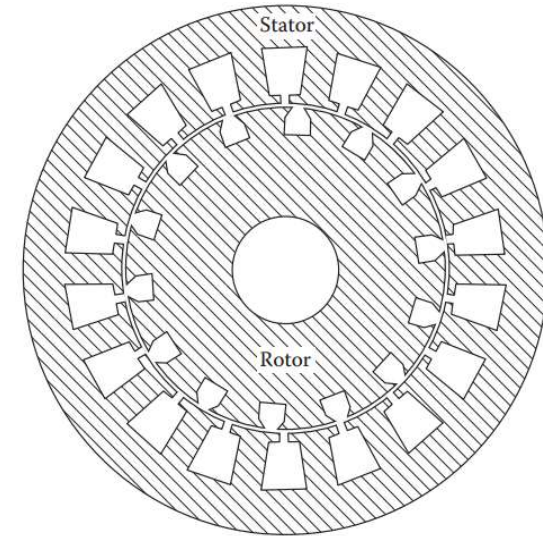
# 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## CẤU TẠO MĐKĐB

### 1. Stator

Stator gồm: Lõi thép, dây quấn và vỏ máy

- **Lõi thép stator** có dạng hình trụ là phần dẫn từ, vì từ trường đi qua lõi thép là từ trường quay nên để giảm tổn hao → Lõi thép được ghép bằng các lá thép kỹ thuật điện, được dập rãnh bên trong rồi ghép lại với nhau tạo thành các rãnh theo hướng trục. Lõi thép được ép vào trong vỏ máy.



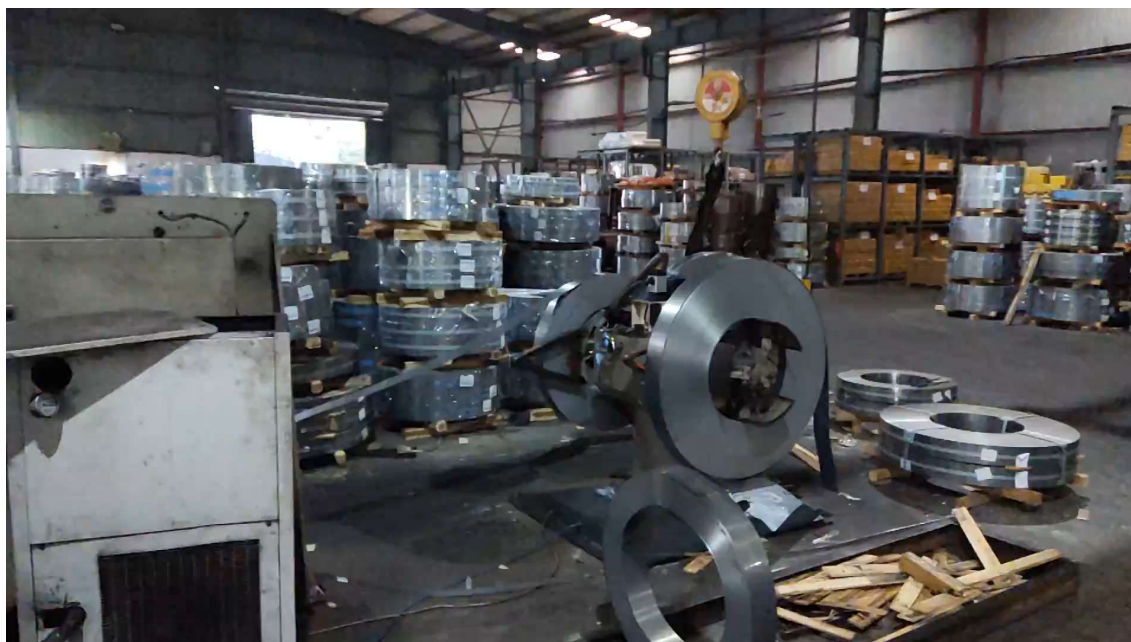


# 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## CẤU TẠO MĐKĐB

### 1. Stator

#### - Lõi thép stator



Video khuôn dập liên hoàn lõi thép



Video lót cách điện vào rãnh

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

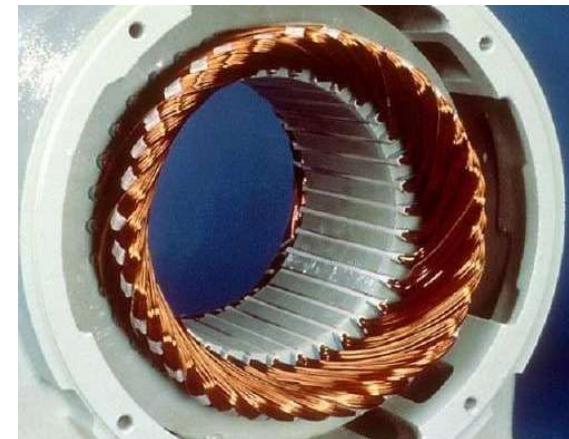
### CẤU TẠO MĐKĐB

#### 1. Stator

- Dây quấn stator thường được làm bằng dây đồng có bọc cách điện và đặt trong các rãnh của lõi thép. Dòng điện xoay chiều ba pha chạy trong dây quấn ba pha stato sẽ tạo nên từ trường quay.



Video quấn dây tự động





## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB

#### 1. Stator

##### - Dây quấn stator



Bối dây mềm, dây dẫn tròn



Dây phần tử cứng, dây dẫn chữ nhật

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB

#### 1. Stator



**Dây quấn được đặt vào rãnh mạch từ**

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB

#### 1. Stator



Hàn các bó dây và đầu dây ra



## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB

#### 1. Stator

- **Vỏ máy:** Được chế tạo bằng gang đúc, thép, nhôm hoặc các vật liệu kết cấu khác. Vỏ có chức năng đỡ và bảo vệ mạch từ và dây quấn stator.



Vỏ máy



Ép stator vào vỏ máy

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB

#### 1. Stator

##### - Vỏ máy:



Đầu dây ra



Hộp đấu dây



## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CẤU TẠO MĐKĐB

#### 2. Rotor

Rotor là phần quay gồm **lõi thép**, **dây quấn** và **trục máy**.

- **Lõi thép:** Cũng như lõi thép stator, lõi thép rotor gồm các lá thép kỹ thuật điện được dập rãnh mặt ngoài ghép lại để đặt dây quấn, ở giữa có dập lỗ để lắp trục.



# 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## CẤU TẠO MĐKĐB

### 2. Rotor



Video khuôn dập liên hoàn lõi thép

# 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## CẤU TẠO MĐKĐB

### 2. Rotor

- **Dây quấn rotor** của máy điện không đồng bộ có hai kiểu:

Rotor ngắn mạch (rotor lồng sóc)

Rotor dây quấn

#### **Rotor lồng sóc:**

Gồm các thanh dẫn bằng đồng hàn ngắn mạch 2 đầu hoặc thanh dẫn bằng nhôm đúc vào các rãnh cùng hai vành ngắn mạch ở hai đầu.



# 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## CẤU TẠO MĐKĐB

### 2. Rotor

#### Rotor lồng sóc



Nhôm thỏi nguyên chất



Đúc nhôm tạo lồng sóc



Rotor sau khi ép vào trục và gia công tạo khe hở

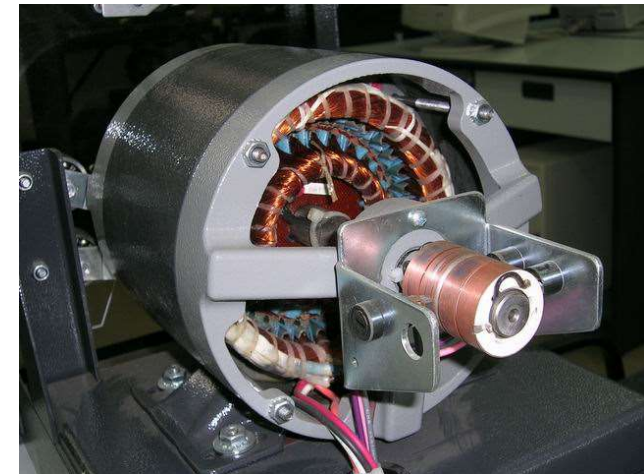
# 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## CẤU TẠO MĐKĐB

### 2. Rotor

**Rotor dây quấn:** cách quấn và số cực từ giống như dây quấn stator.

- Luôn đấu sao (Y) và có ba đầu ra đấu vào ba vành trượt, gắn vào trục quay của rotor và cách điện với trục.
- Ba chổi than cố định và luôn tiếp xúc trên vành trượt để dẫn điện ra ngoài,
- Thông qua chổi than để nối thêm điện trở phụ vào mạch điện rotor nhằm cải thiện tính năng mở máy hoặc điều chỉnh tốc độ.





# 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

## PHÂN LOẠI MĐKĐB

- ◆ Theo kiểu dây quấn rotor
  - MĐKĐB rotor lồng sóc
  - MĐKĐB rotor dây quấn
- ◆ Theo kiểu bảo vệ
  - Kiểu kín
  - Kiểu hở
  - Kiểu bảo vệ
  - Kiểu phòng nổ
- ◆ Theo chế độ làm việc:
  - Dài hạn
  - Ngắn hạn
  - Ngắn hạn lặp lại
- ◆ Theo số pha:
  - Một pha
  - Ba pha
  - VẠN NĂNG

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

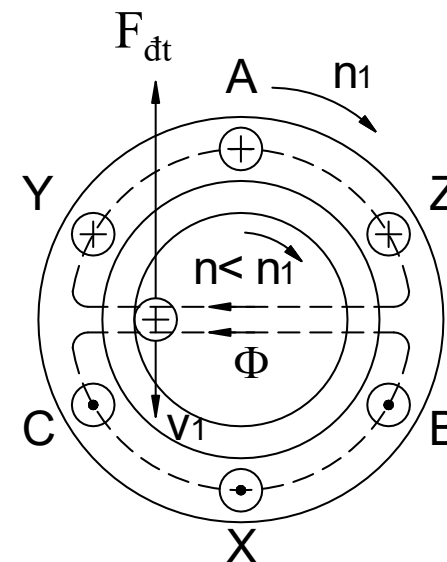
### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

- Đặt điện áp xoay chiều vào ba pha dây quấn stator  $\rightarrow I_A, I_B, I_C \neq 0 \rightarrow F_A, F_B, F_C \neq 0$

Các stđ này lệch nhau góc  $120^\circ$  cả về không gian và thời gian  $\rightarrow F_{quay} = F_A + F_B + F_C$

- Từ trường  $F_{quay} \rightarrow$  từ thông  $\Phi_1$ .  $\Phi_1$  xuyên qua dây quấn rotor  $\rightarrow$  cảm ứng sđđ  $E_2 \rightarrow I_2 \rightarrow \Phi_2$ . từ thông  $\Phi_2$  hợp với từ thông  $\Phi_1$  tạo thành từ thông tổng ở khe hở không khí.

- Lực tác dụng tương hỗ giữa từ thông tổng của máy với thanh dẫn trên rotor mang dòng điện tạo thành momen quay, nếu  $M_{quay} > M_{cản} \rightarrow$  kéo rotor quay cùng chiều quay từ trường với tốc độ  $n \neq n_1$ .



## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

- Do  $n \neq n_1$  nên gọi là không đồng bộ, còn gọi là động cơ dị bộ hay động cơ cảm ứng (Induction Motor).

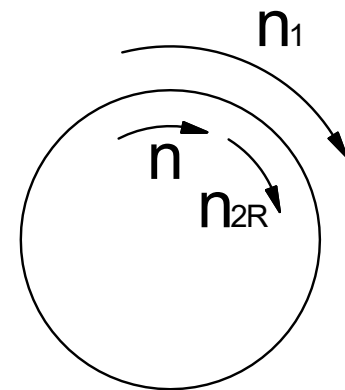
- Hệ số trượt của máy điện không đồng bộ

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

- Tốc độ quay tương đối giữa từ trường quay của dây quấn stator với tốc độ rotor:  $n_{2R} = n_1 - n$

→ Tần số sức điện động trong dây quấn rotor là:

$$f_2 = \frac{n_{2R} \cdot p}{60} = s \cdot f_1$$



## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC CỦA MĐKĐB

1. Công suất định mức  $P_{\text{đm}}$  (kW, W)
2. Điện áp định mức  $U_{\text{đm}}$  (V)
3. Dòng điện định mức  $I_{\text{đm}}$  (A)
4. Tốc độ quay định mức  $n_{\text{đm}}$  (v/p)
5. Hiệu suất định mức  $\eta_{\text{đm}}$  %
6. Hệ số công suất ở tải định mức
7. Cấp cách điện
8. Cấp bảo vệ IP



Công suất điện định mức mà động cơ tiêu thụ từ lưới điện:

$$P_{\text{lđm}} = \frac{P_{\text{đm}}}{\eta_{\text{đm}}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}} \cdot I_{\text{đm}} \cdot \cos \varphi_{\text{đm}}$$

Momen định mức ở đầu trục:  $M_{\text{đm}} = \frac{P_{\text{đm}}}{\Omega_{\text{đm}}} \text{ (N.m)}$      $\Omega_{\text{đm}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{đm}}}{60} \text{ (rad/s)}$

## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC CỦA MĐKĐB

+ Ký hiệu : VD kiểu 3K112-S4

3 là seri hay lần cải tiến

K là động cơ KĐB rotor lồng sóc

112 là chiều cao tâm trục

S là cỡ vỏ (cỡ lõi thép): Ngắn

S – Ngắn

M – Trung bình

L – Dài

4 là số cực từ của máy



## 3.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### ỨNG DỤNG CỦA MĐKĐB

- ◆ Chủ yếu được sử dụng làm động cơ do cấu tạo đơn giản, làm việc chắc chắn, dễ sử dụng, vận hành, giá thành rẻ.
- ◆ Cũng được sử dụng làm máy phát . Gần đây người ta ứng dụng nhiều làm máy phát điện sức gió công suất đến vài Mêgaoat.



## CHƯƠNG 3: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### NỘI DUNG

3.1. Đại cương về máy điện không đồng bộ

**3.2. Quan hệ điện từ trong MĐKĐB**

3.3. Khởi động và điều chỉnh tốc độ ĐCKĐB

3.4. Động cơ không đồng bộ 1 pha

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

26

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

### NỘI DUNG

- **Khái niệm chung**
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor đứng yên
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor quay
- Các chế độ làm việc của MĐKĐB
- Biểu thức momen điện từ của MĐKĐB
- Các đường đặc tính của MĐKĐB
- MĐKĐB làm việc trong chế độ không định mức

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

27

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

### KHÁI NIỆM CHUNG

Cấu trúc máy điện KĐB:

Trên stator có dq  $m_1$  pha

Trên rotor có dq  $m_2$  pha



Liên hệ với nhau về cảm ứng từ

Có thể coi MĐKĐB như MBA mà dây quấn stator là dây quấn sơ cấp, dây quấn rotor là dây quấn thứ cấp và sự liên hệ giữa hai mạch sơ cấp và thứ cấp thông qua từ trường quay.

→ Dùng cách phân tích MBA để nghiên cứu MĐKĐB .

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### KHÁI NIỆM CHUNG

Giống như mô hình MBA, cần thực hiện quy đổi để dẫn ra sơ đồ mạch điện thay thế.

Tương quan giữa MĐKĐB và MBA:

| MĐKĐB   | MBA   |
|---|---|
| Dây quấn Stator<br>Dây quấn Rotor<br>Lõi thép Stator, Rotor<br>Mạch từ hở<br>Từ trường quay<br>$f_1 \neq f_2$ | Dây quấn sơ cấp<br>Dây quấn thứ cấp<br>Mạch từ<br>Mạch từ khép kín<br>Từ trường đập mạch<br>$f_1 = f_2$ |



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

29

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

### NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- **Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor đứng yên**
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor quay
- Các chế độ làm việc của MĐKĐB
- Biểu thức momen điện từ của MĐKĐB
- Các đường đặc tính của MĐKĐB
- MĐKĐB làm việc trong chế độ không định mức

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR ĐỨNG YÊN

Đặt điện áp  $U_1 (f_1)$  vào dây quấn stator  $\rightarrow$  dòng điện  $I_1 (f_1)$ , dây quấn rotor kín mạch  $\rightarrow$  dòng điện  $I_2 (f_2)$ ;

Dòng  $I_1$  và  $I_2$  sinh ra stđ quay  $F_1$  và  $F_2$ :

$$F_1 = \frac{m_1 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{w_1 \cdot k_{dq1}}{p} I_1$$
$$F_2 = \frac{m_2 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{w_2 \cdot k_{dq2}}{p} I_2$$

Trong đó:

$m_1, m_2$  là số pha của dq stator và rotor

$p$  là số đôi cực

$w_1, w_2$  là số vòng dây nối tiếp trên một pha dq stator và rotor

$k_{dq1}, k_{dq2}$  là hệ số dây quấn của dây quấn stator và rotor

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR ĐỨNG YÊN

Hai stđ có cùng tốc độ quay  $n_1 = 60f_1/p$  và tác dụng với nhau để sinh ra stđ tổng trong khe hở  $F_0$ . → Phương trình cân bằng stđ:

$$\dot{F}_1 + \dot{F}_2 = \dot{F}_0 \leftrightarrow \dot{F}_1 = \dot{F}_0 + (-\dot{F}_2')$$

Như MBA, dòng điện  $I_1$  gồm hai thành phần:

- Một thành phần là dđ  $I_0$  tạo nên stđ  $\dot{F}_0 = \frac{m_1 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{w_1 \cdot k_{dq1}}{p} \dot{I}_0$
- Một thành phần là  $(-\dot{I}_2')$  tạo nên stđ  $(-\dot{F}_2') = -\frac{m_1 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{w_1 \cdot k_{dq1}}{p} \dot{I}_2'$

Bù lại stđ  $F_2$  của dòng điện thứ cấp  $I_2$   $\rightarrow \dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-\dot{I}_2')$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR ĐỨNG YÊN

Quy đổi MBA?  
Quy đổi MĐKĐB?



- Mục đích?
- Lý do cần quy đổi ở máy biến áp?
- Phương pháp?
- Điều kiện?
- Xác định thông số trước và sau khi quy đổi?

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR ĐỨNG YÊN

Quy đổi dây quấn rotor  $\rightarrow$  dây quấn stator:

|           |               |                      |
|-----------|---------------|----------------------|
| $w_2$     | $\rightarrow$ | $w'_2 = w_1$         |
| $k_{dq2}$ | $\rightarrow$ | $k'_{dq2} = k_{dq1}$ |
| $k_n$     | $\rightarrow$ | $k_n = 1$            |

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR ĐỨNG YÊN

Stđ trước khi quy đổi:

$$\dot{F}_2 = \frac{m_2 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{w_2 \cdot k_{dq2}}{p} \dot{I}_2$$

Stđ sau khi quy đổi:

$$\dot{F}'_2 = \frac{m_1 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{w_1 \cdot k_{dq1}}{p} \dot{I}'_2$$

Stđ trước và sau khi quy đổi bằng nhau:

$$\dot{F}'_2 \cdot 1 = F_2 \cdot k_n \rightarrow k_i = \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}'_2} = \frac{m_1 \cdot w_1 \cdot k_{dq1}}{m_2 \cdot w_2 \cdot k_{dq2}} \cdot \frac{1}{k_n}$$

Dòng điện quy đổi:  $\dot{I}'_2 = \frac{\dot{I}_2}{k_i}$



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR ĐỨNG YÊN

SĐĐ trong dây quấn stator và rotor:

$$E_1 = 4,44.f_1.w_1.k_{dq1}.\Phi = E'_2$$

$$E_2 = 4,44.f_1.w_2.k_{dq2}.\Phi$$

Khi rotor đứng yên  $f_2 = f_1$ :

$$k_u = \frac{E'_2}{E_2} = \frac{w_1.k_{dq1}}{w_2.k_{dq2}} \cdot \frac{1}{k_n} : \text{hệ số quy đổi theo sđđ hay điện áp}$$

Qui đổi điện trở rotor  $r_2$  về stator: **theo điều kiện nào?**

$$m_2 I_2^2 r_2 = m_1 I_2'^2 r_2' \rightarrow r_2' = \frac{m_2}{m_1} \left( \frac{I_2}{I_2'} \right)^2 . r_2 = k_u . k_i . r_2$$

Tương tự qui đổi điện kháng rotor  $x_2$  về stator:  $x_2' = k_u . k_i . x_2$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

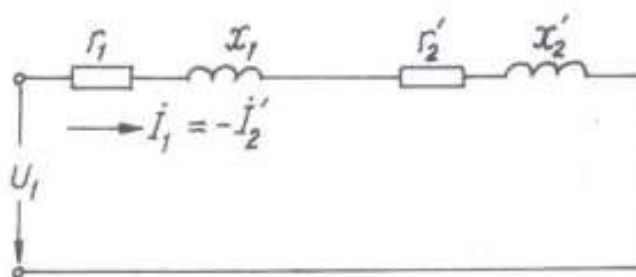
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR ĐỨNG YÊN

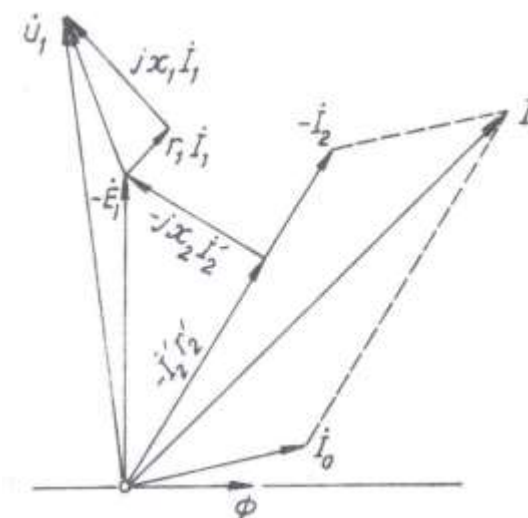
Tương tự như MBA có mô hình toán sau quy đổi:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 \cdot (r_1 + jx_1) \\ \dot{U}'_2 = 0 = \dot{E}'_2 - \dot{I}'_2 \cdot (r'_2 + jx'_2) \\ \dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}'_2 \end{cases}$$

So với mô hình toán của MBA?



Sơ đồ mạch điện thay thế



Đồ thị vector

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

37

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

### NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor đứng yên
- **Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor quay**
- Các chế độ làm việc của MĐKĐB
- Biểu thức momen điện từ của MĐKĐB
- Các đường đặc tính của MĐKĐB
- MĐKĐB làm việc trong chế độ không định mức

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR QUAY

Có:  $n \neq 0, s \neq 1 \rightarrow f_2 = s.f_1 \neq f_1 \rightarrow$  Quy đổi rotor quay về rotor đứng yên.

Sđđ rotor khi rotor đứng yên ( $n = 0, s = 1$ ):

$$E_2 = 4,44.f_1.w_2.k_{dq2}.k_n.\Phi$$

Sđđ rotor khi rotor quay ( $n \neq 0, s \neq 1$ ):

$$E_{2s} = 4,44.f_2.w_2.k_{dq2}.k_n.\Phi = 4,44.s.f_1.w_2.k_{dq2}.k_n.\Phi = s.E_2$$

Điện trở và điện kháng:

$$r_2 \approx \text{const}$$

$$x = \omega.L = 2.\pi.f.L \rightarrow \begin{cases} x_2 = 2.\pi.f_1.L \\ x_{2s} = 2.\pi.f_2.L = 2.\pi.f_1.s.L \end{cases} \rightarrow x_{2s} = s.x_2$$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR QUAY

Phương trình cân bằng sđđ ở dây quấn rotor khi quay:

$$0 = -\dot{E}_{2s} + \dot{I}_2 \cdot (r_2 + jx_{2s})$$

$$\Leftrightarrow 0 = -\dot{E}_2 + \dot{I}_2 \cdot \left( \frac{r_2}{s} + jx_2 \right) \times \frac{k_u \cdot k_i}{k_i} \text{ ta có:}$$

$$0 = -k_u \cdot \dot{E}_2 + \frac{\dot{I}_2}{k_i} \left( \frac{r_2}{s} k_u k_i + jx_2 k_u k_i \right)$$

$$\rightarrow 0 = -\dot{E}'_2 + \dot{I}'_2 \left( \frac{r'_2}{s} + jx'_2 \right) = -\dot{E}'_2 + \dot{I}'_2 \left( r'_2 + jx'_2 + \frac{1-s}{s} r'_2 \right)$$

Trong đó:  $\frac{1-s}{s} r'_2$  Gọi là điện trở giả tưởng

Công suất cơ đưa ra trực được mô tả tương đương bằng công suất điện trên điện trở giả tưởng này.

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR QUAY

Ta có hệ phương trình cơ bản của máy điện không đồng bộ khi rotor quay như sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 \cdot (r_1 + jx_1) \\ 0 = -\dot{E}'_2 + \dot{I}'_2 (r'_2 + jx'_2 + \frac{1-s}{s} r'_2) \\ \dot{E}'_2 = \dot{E}_1 \\ \dot{I}_1 + \dot{I}'_2 = \dot{I}_0 \\ -\dot{E}_1 = \dot{I}_0 (r_m + jx_m) \end{array} \right.$$

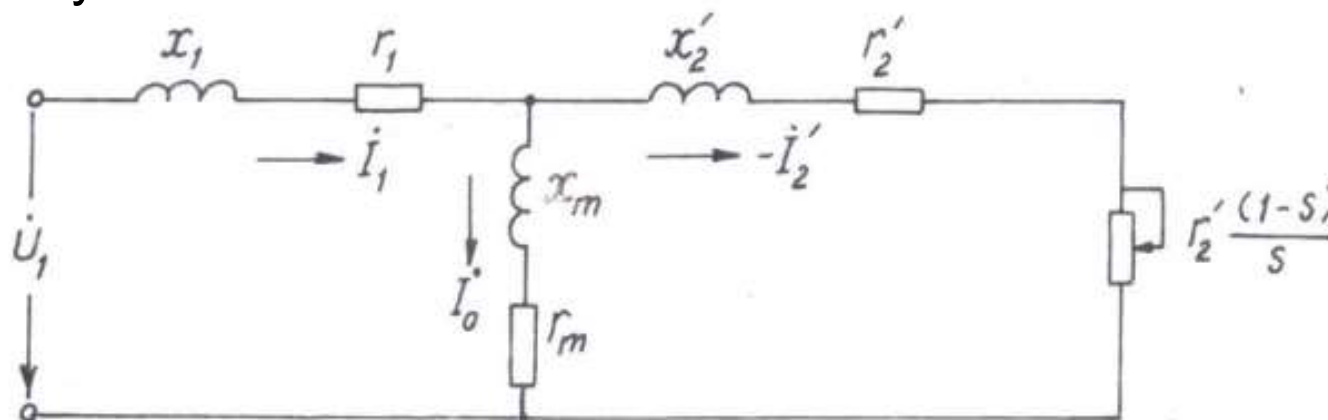


## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

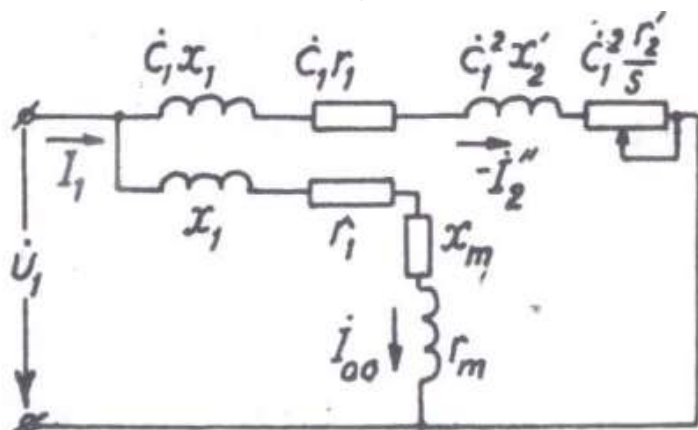
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB KHI ROTOR QUAY

Mạch điện thay thế hình T



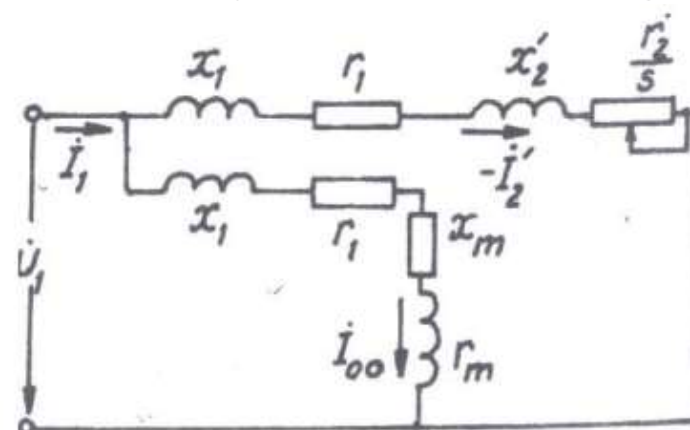
Mạch điện thay thế hình  $\Gamma$



Với  $C_1$ :

$$C_1 = 1 + \frac{Z_1}{Z_m} \approx 1$$

Mạch điện thay thế hình  $\Gamma$  đơn giản



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

42

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

### NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor đứng yên
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor quay
- **Các chế độ làm việc của MĐKĐB**
- Biểu thức momen điện từ của MĐKĐB
- Các đường đặc tính của MĐKĐB
- MĐKĐB làm việc trong chế độ không định mức

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

1. Chế độ động cơ điện ( $0 < s < 1$ )  $n \equiv n_1, n < n_1$

+/- Phân phối công suất tác dụng

$$P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1$$

$$p_{cu1} = m_1 \cdot I_1^2 \cdot r_1$$

$$p_{Fe} \approx p_{Fe1} = m_1 \cdot I_0^2 \cdot r_m$$

$$P_{dt} = P_1 - (p_{cu1} + p_{Fe}) = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{s} = m_2 \cdot I_2^2 \cdot \frac{r_2}{s}$$

$$p_{cu2} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot r_2' = P_{dt} \cdot s$$

$$P_{co} = P_{dt} - p_{cu2} = P_{dt} (1 - s) = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \left(\frac{1-s}{s}\right) r_2'$$

$$P_2 = P_{co} - p_{co'} - p_{f\dot{u}}$$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

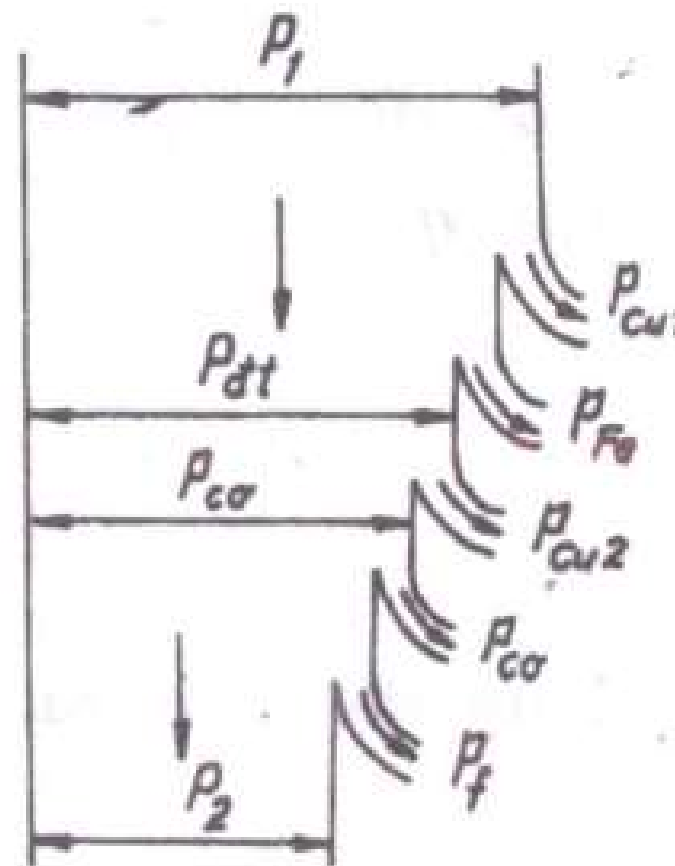
#### 1. Chế độ động cơ điện ( $0 < s < 1$ )

Tổng tổn hao:

$$\Sigma p = p_{cu1} + p_{Fe} + p_{cu2} + p_{cơ} + p_{fđ}$$

Hiệu suất của ĐCKĐB:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{\Sigma p}{P_1}$$



Giản đồ công suất tác dụng

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

#### 1. Chế độ động cơ điện ( $0 < s < 1$ )

+/- Phân phối công suất phản kháng:

$$Q_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1$$

$$q_1 = m_1 \cdot I_1^2 \cdot x_1 \quad q_2 = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot x_2'$$

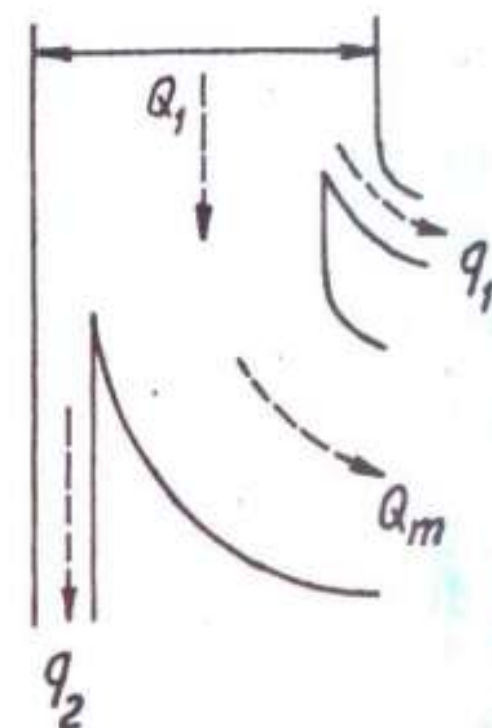
$$Q_m = m_1 \cdot E_1 \cdot I_0 = m_1 \cdot I_0^2 \cdot x_m$$

$$Q_1 = q_1 + Q_m + q_2 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1$$

$I_0 = 20\text{-}25\% I_{dm} \rightarrow Q_m$  tương đối lớn

$\rightarrow \cos \varphi$  thấp, thường  $\cos \varphi_{dm} = 0,7 - 0,95$

$\cos \varphi_0 = 0,1 - 0,15$



Giản đồ công suất phản kháng



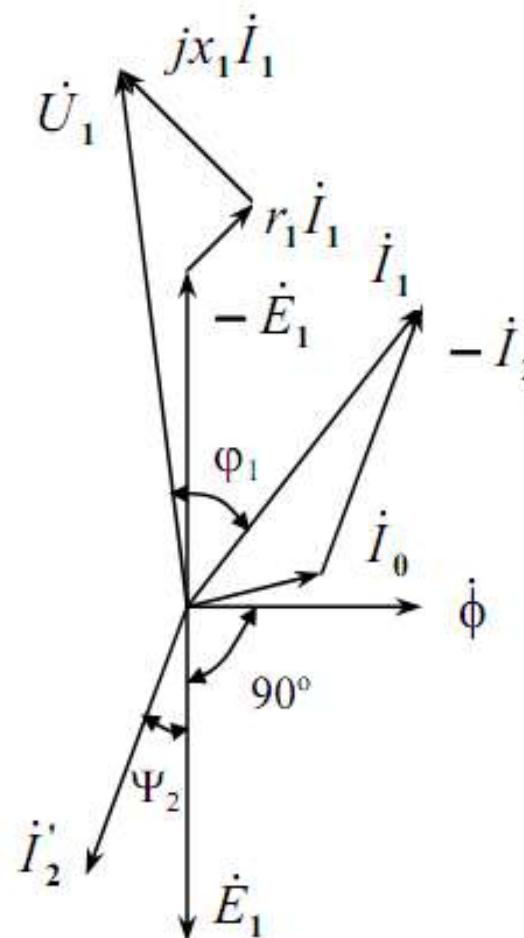
## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

#### 1. Chế độ động cơ điện ( $0 < s < 1$ )

+/- Đồ thị vector



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

#### 2. Chế độ máy phát ( $-\infty < s < 0$ ) $n \equiv n_1, n > n_1$

$M_{đtF} < > n$  : momen cản

$M_{cơ} \equiv n$  : momen quay

$M_{đtF} < > M_{đtĐC}$

Ở chế độ máy phát, có  $s < 0 \rightarrow$  công suất cơ:

$$P_{co} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \left( \frac{1-s}{s} \right) r_2' < 0 \rightarrow \text{Máy nhận công suất cơ vào.}$$

### 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

## CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

## 2. Chế độ máy phát ( $-\infty < s < 0$ )

$$\text{C3: } \operatorname{tg} \psi_2 = \frac{x'_2}{r'_2 / s} = \frac{s \cdot x'_2}{r'_2} < 0$$

→ góc giữa  $\dot{E}_2$  và  $\dot{I}_2$  là  $90^\circ < \psi_2 < 180^\circ$

Từ đồ thị vector thấy góc  $\varphi_1 > 90^\circ$  nên:

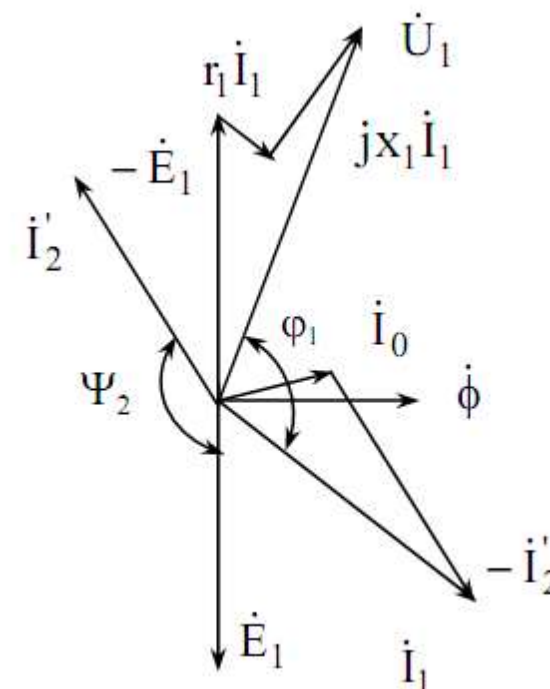
+ Công suất tác dụng:

$$P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 < 0$$

+ Công suất phản kháng:

$$Q_1 = m_1 . U_1 . I_1 . \sin \varphi_1 > 0$$

→ Đây chính là nhược điểm của MFĐKĐB



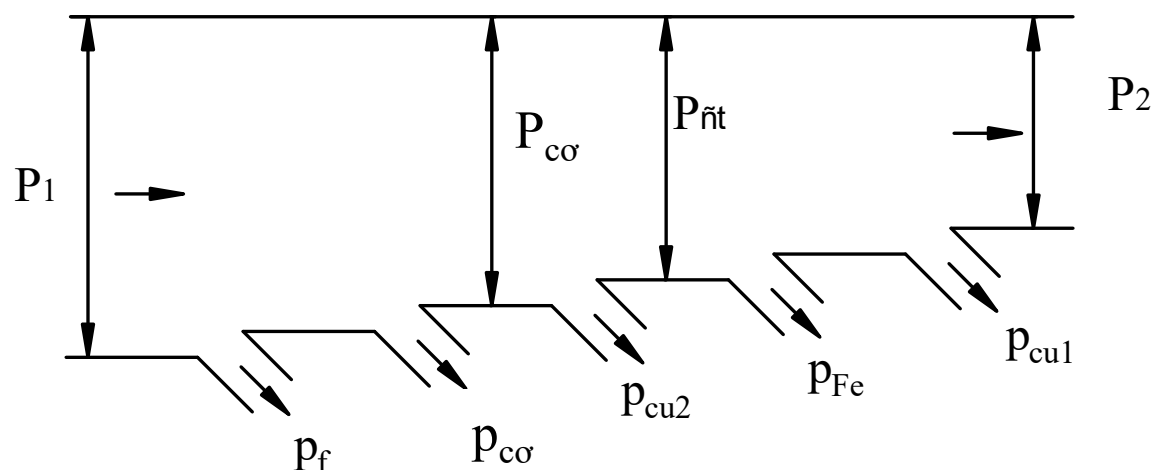
## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

#### 2. Chế độ máy phát ( $-\infty < s < 0$ )

Giản đồ năng lượng của máy phát điện không đồng bộ:





## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

#### 3. Chế độ hãm điện từ ( $1 < s < 2$ )

$$P_{co} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \left(\frac{1-s}{s}\right) r_2' < 0 \rightarrow \text{Máy nhận công suất cơ } P_{co} \text{ từ ngoài}$$

$$P_{dt} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{s} > 0 \rightarrow P_1 > 0 \rightarrow \text{Máy nhận công suất điện từ lưới}$$

Tất cả công suất cơ và điện lấy ở ngoài đều biến thành tổn hao đồng trên mạch rotor:

$$P_{dt} + |P_{co}| = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{s} + m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \left(\frac{s-1}{s}\right) r_2' = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot r_2' = p_{cu2}$$

Vì tất cả năng lượng lấy vào đều tiêu thụ trên máy nên khi  $U_1 = U_{dm}$  chỉ cho phép máy làm việc trong khoảng thời gian ngắn.



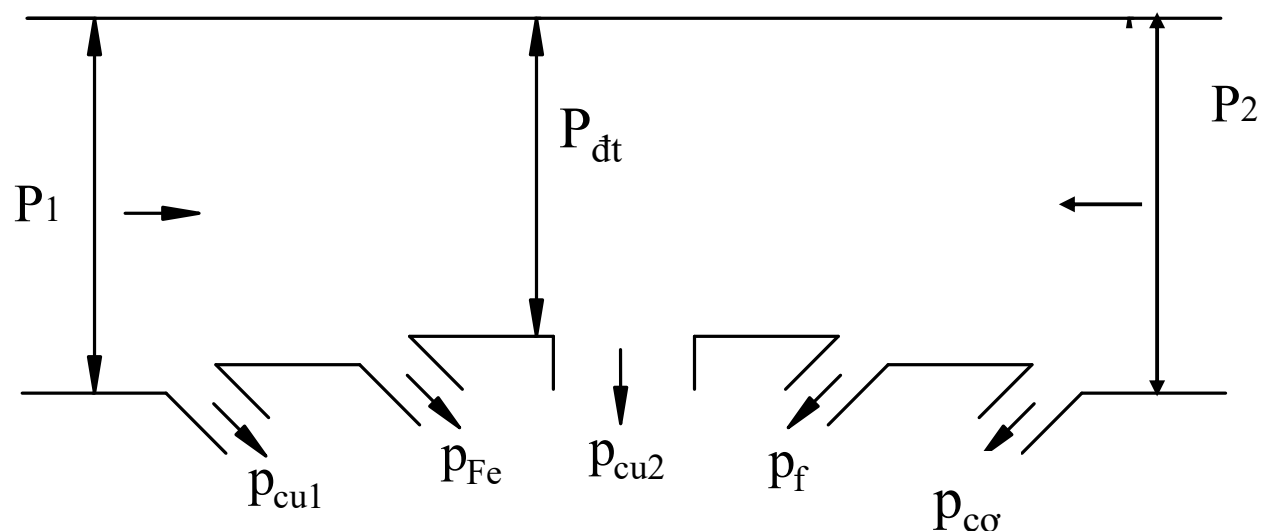
## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MĐKĐB

#### 3. Chế độ hãm điện từ ( $1 < s < 2$ )

Giản đồ năng lượng:



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

53

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

### NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor đứng yên
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor quay
- Các chế độ làm việc của MĐKĐB
- **Biểu thức momen điện từ của MĐKĐB**
- Các đường đặc tính của MĐKĐB
- MĐKĐB làm việc trong chế độ không định mức

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 1. Biểu thức tính momen:

Xét chế độ động cơ, lúc làm việc phải chịu momen cản bao gồm momen không tải  $M_0$  và momen cản của phụ tải  $M_2$ .

$$M_{CO} = M_0 + M_2 = \frac{P_{co} + p_f}{\Omega} + \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_{co}}{\Omega}$$

Công suất cơ :  $P_{co} = P_{đt}(1-s)$

Tốc độ góc của rotor:  $\Omega = \frac{2.\pi.n}{60} = \frac{2.\pi.n_1.(1-s)}{60} = \Omega_1.(1-s)$

$$\rightarrow M_{CO} = \frac{P_{co}}{\Omega} = \frac{P_{đt}(1-s)}{\Omega_1(1-s)} = \frac{P_{đt}}{\Omega_1} = M_{đt}$$

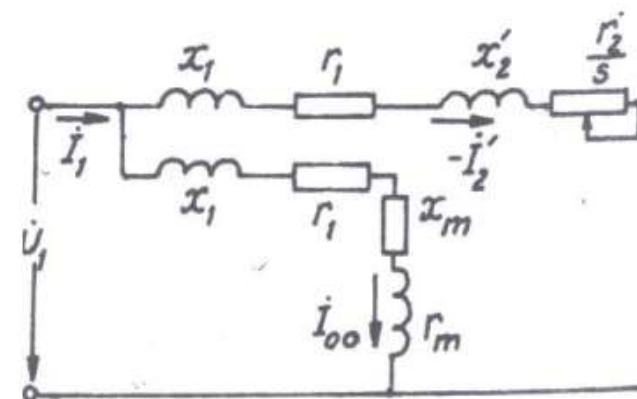
## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 1. Biểu thức tính momen:

$$M_{đt} = \frac{P_{đt}}{\Omega_1} = \frac{m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{s}}{\frac{\omega_1}{p}} = \frac{p \cdot m_1 \cdot I_2'^2 \cdot \frac{r_2'}{s}}{\omega_1}$$



Từ mạch điện thay thế hình  $\Gamma$ :

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + C_1 \cdot \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + C_1 \cdot x_2')^2}}$$

$$M_{đt} = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{s}}{\omega_1 \left[ (r_1 + C_1 \cdot \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + C_1 \cdot x_2')^2 \right]} = f(s)$$

Nhận xét:

+ Momen M tỉ lệ với  $U_1^2$

+ Momen M tỉ lệ nghịch với điện kháng  $(x_1 + C_1 \cdot x_2')^2$

### 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

## BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

### 1. Biểu thức tính momen:

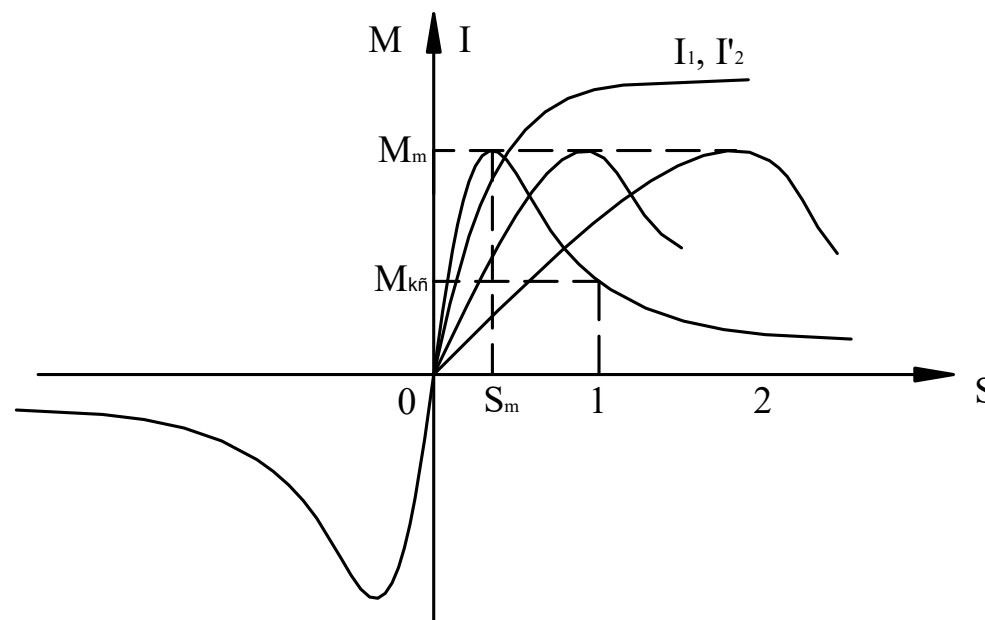
Quan hệ  $M = f(s)$  và  $I = f(s)$ :

Từ quan hệ  $M = f(s)$  ta thấy:

Khi  $s \uparrow$  từ  $0 \rightarrow s_m$  ( $s$  tới hạn)

$$\rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{I} \uparrow \\ \text{M} \uparrow \end{array} \right\} \text{c\'o M} \sim \text{I}^2$$

Khi  $s > s_m \rightarrow \begin{cases} I \uparrow \\ M \downarrow \end{cases} \rightarrow \text{Momen đạt giá trị cực đại } M_{\max} = M(s_m)$



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 2. Tìm mômen cực đại $M_{\max}$ :

$$\frac{dM}{ds} = 0$$

→ Hệ số trượt  $s_m$  ứng với mômen cực đại  $M_{\max}$ :

$$s_m = \frac{\pm C_1 \cdot r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1 \cdot x_2')^2}}$$

$$\rightarrow M_{\max} = \pm \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2}{2 \cdot \omega_1 \cdot C_1 \cdot [\pm r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1 \cdot x_2')^2}]}$$

Trong đó: Dấu (+) ứng với Động cơ điện

Dấu (-) ứng với Máy phát điện



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 2. Tìm mômen cực đại $M_{\max}$ :

Do  $C_1 \sim 1$ ,  $r_1 \ll X_1, X'_2$  nên ta coi  $r_1 \rightarrow 0$

Như vậy ta có:  $s_m \approx \frac{r'_2}{X_1 + X'_2}$

$$M_{\max} \approx \pm \frac{p.m_1.U_1^2}{2.\omega_1.(X_1 + X'_2)}$$

Nhận xét:

+  $M_{\max}$  tỉ lệ với  $U_1^2$

+  $M_{\max}$  tỉ lệ nghịch với  $X_1 + X'_2$  khi tần số cho trước.

+  $M_{\max} \notin r'_2$

+  $s_m \sim r'_2$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 3. Mômen khởi động:

Ở chế độ khởi động có  $s = 1$  ( $n = 0$ )  $\rightarrow$  Momen khởi động:

$$M_{kđ} = \frac{p.m_1.U_1^2.r'_2}{\omega_1[(r_1 + C_1.r'_2)^2 + (x_1 + C_1.x'_2)^2]}$$

Nhận xét:

+  $M_{kđ}$  tỉ lệ với  $U_1^2$

+ Do  $r_1, r'_2 \ll x_1, x'_2 \rightarrow M_{kđ}$  tỉ lệ với nghịch với nghịch điện kháng

$$(x_1 + C_1.x'_2)^2$$

+  $M_{kđ}$  tỉ lệ với điện trở rotor  $r'_2$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỬ CỦA MĐKĐB

Trong lý lịch máy thường cho biết các bội số:

$$m_{\max} = \frac{M_{\max}}{M_{\text{đm}}} = 1,8 \div 2,2$$

Bội số momen khởi động:

$$m_k = \frac{M_k}{M_{\text{đm}}} = 1,1 \div 1,7$$

Bội số dòng điện khởi động :

$$i_k = \frac{I_k}{I_{\text{đm}}} = 5 \div 7$$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 4. Biểu thức Klox:

Trong thực tế thường không biết các tham số của MĐKĐB nên có thể dùng biểu thức Klox để tính momen.

Lập tỉ số:

$$\frac{M}{M_{\max}} = \frac{2.C_1.r'_2[r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1.x'_2)^2}]}{s.[(r_1 + C_1.\frac{r'_2}{s})^2 + (x_1 + C_1.x'_2)^2]}$$

Ta có:  $\sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1.x'_2)^2} = \frac{C_1.r'_2}{s_m}$

$$\rightarrow \frac{M}{M_{\max}} = \frac{2.(1 + \frac{r_1}{C_1.r'_2} s_m)}{\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s} + \frac{2.r_1}{C_1.r'_2} s_m}$$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 4. Biểu thức Klox:

Trong máy điện không đồng bộ thường điện trở  $r_1 = r_2'$

Và  $s_m = 0,1 \div 0,2$  nên:  $\frac{r_1}{C_1 \cdot r_2'} s_m \ll$  so với số hạng trước nó nên

có thể bỏ qua:

$$\frac{M}{M_{\max}} = \frac{2}{\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s}}$$

→ Biểu thức Klox.

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### BIỂU THỨC MOMEN ĐIỆN TỪ CỦA MĐKĐB

#### 5. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ:

Momen đầu trục của ĐCKĐB:

$$M_2 = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_{co} - (p_{co} + p_f)}{\Omega} = M_{co} - M_0$$

Thường momen không tải  $M_0 \ll$  momen tải nhận được ở đầu trục  $M_2$

→ Ta có thể thay việc khảo sát  $M_2 = f(s)$  bằng  $M_{co} = M_{dt} = f(s)$

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

64

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

### NỘI DUNG

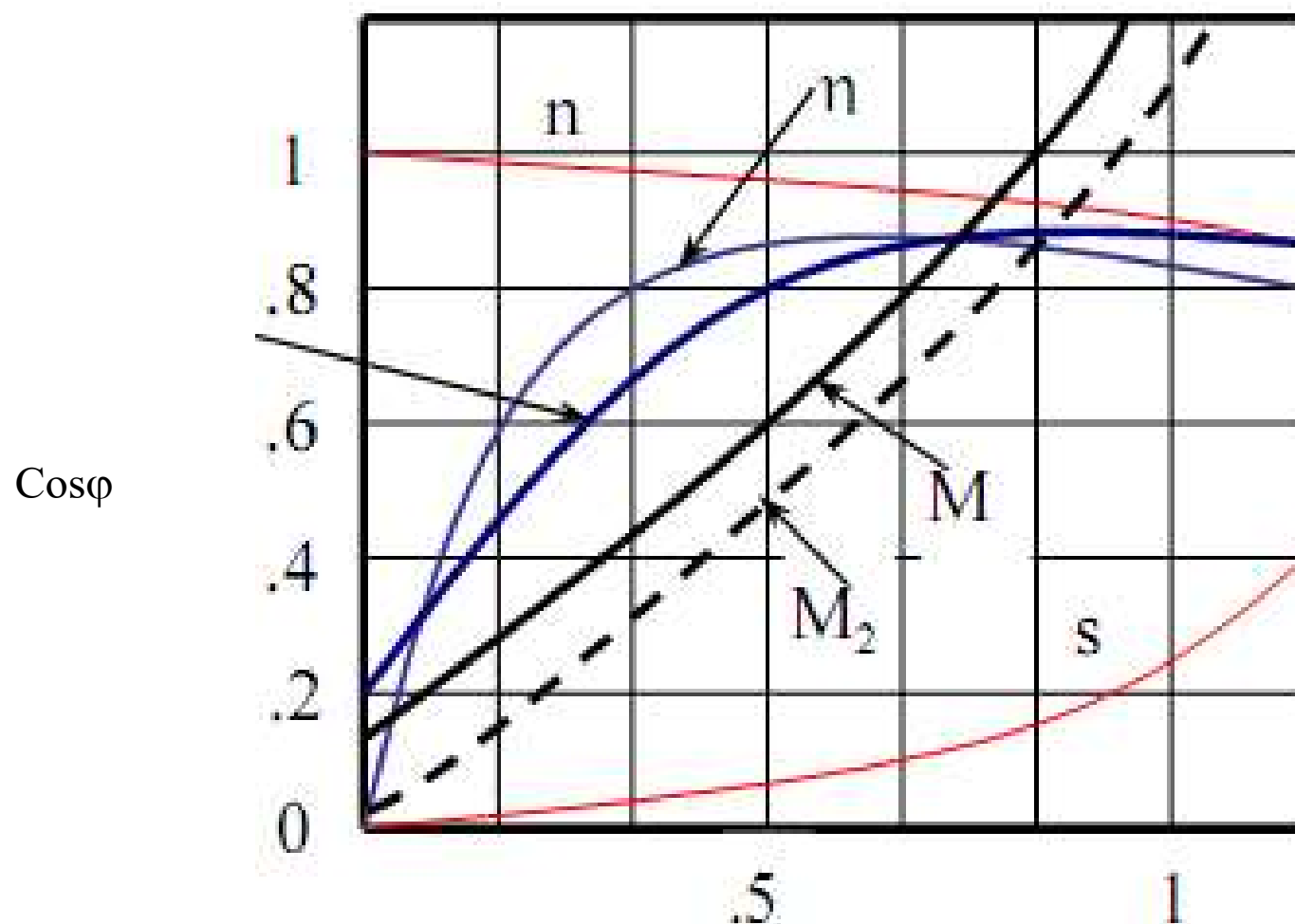
- Khái niệm chung
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor đứng yên
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor quay
- Các chế độ làm việc của MĐKĐB
- Biểu thức momen điện từ của MĐKĐB
- **Các đường đặc tính của MĐKĐB**
- MĐKĐB làm việc trong chế độ không định mức



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

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

### CÁC ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA MĐKĐB



## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

66

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

### NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor đứng yên
- Quan hệ điện từ của MĐKĐB khi rotor quay
- Các chế độ làm việc của MĐKĐB
- Biểu thức momen điện từ của MĐKĐB
- Các đường đặc tính của MĐKĐB
- **MĐKĐB làm việc trong chế độ không định mức**

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### MĐKĐB LÀM VIỆC TRONG CHẾ ĐỘ KHÔNG ĐỊNH MỨC

#### 1. Điện áp không định mức:

Giả thiết  $U_1 < U_{đm}$ : đây là trường hợp thường gặp nhất, như tải cuối đường dây, vì  $M \sim U^2 \rightarrow$  momen  $M$  giảm bình phương lần so với điện áp.

Nếu bỏ qua điện áp rơi trong dây quấn stator:  $U_1 \approx E_1 \sim \Phi$

$\rightarrow$  khi  $U_1 \downarrow \rightarrow E_1 \downarrow$  và từ thông  $\Phi \downarrow$

$$M = \frac{p.m_1}{\omega_1} . E_1 . I'_{2a} \quad \text{nếu } M_t \text{ không đổi thì } I_2 \text{ sẽ tăng lên tỉ lệ với sự giảm } E_1, \text{ làm máy nóng lên.}$$

$$\text{Khi } U_1 \downarrow \rightarrow E_1 \downarrow \rightarrow \text{dòng điện từ hóa } I_0 = \frac{E_1}{Z_m} \downarrow$$

$\rightarrow$  Hệ số công suất  $\cos\varphi$  có xu hướng tăng.

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MĐKĐB

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

### MĐKĐB LÀM VIỆC TRONG CHẾ ĐỘ KHÔNG ĐỊNH MỨC

#### 1. Điện áp không định mức:

Về mặt tổn hao, điện áp giảm có ảnh hưởng như sau:

- Tổn hao sắt:  $p_{Fe} = m_1 \cdot I_0^2 \cdot r_m \rightarrow p_{Fe} \text{ giảm } \sim U_2$
- Tổn hao đồng trên dây quấn rotor:  $p_{cu2} = m_2 \cdot I_2^2 \cdot r_2 \text{ tăng } \sim I_2^2$
- Tổn hao đồng trên dây quấn stator:

$p_{Cu1}$  phụ thuộc vào  $I_0$  và  $I_2$  vì  $I_0$  giảm còn  $I_2$  tăng.

Với tải nhỏ ( $< 40\%$ ) tổn hao giảm nên hiệu suất  $\eta$  tăng  $\rightarrow$  khi làm việc nên giảm điện áp xuống. Với tải lớn hơn ( $> 50\%$ ) tổn hao tăng nên hiệu suất  $\eta$  giảm.

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### MĐKĐB LÀM VIỆC TRONG CHẾ ĐỘ KHÔNG ĐỊNH MỨC

#### 2. Tần số không định mức:

Thường thì  $f$  không đổi, trong kỹ thuật khi  $f$  thay đổi  $\pm 5\% f_{dm}$  được coi như định mức.

Khi  $f \downarrow < f_{dm}$ , ta có  $U \approx E \sim f\Phi$ , nếu  $U = \text{Const}$

→  $\Phi \sim 1/f$ . Vậy khi tần số  $f$  giảm thì:

+  $\Phi$  tăng →  $I_0$  tăng →  $p_{Fe} = m_1 \cdot I_0^2 \cdot r_m$  tăng và  $\cos\varphi_1$  giảm

+ Tốc độ  $n$  giảm.

+ Nếu  $M_t = \text{Const}$  thì  $I_2$  giảm và  $s = \frac{m_2 \cdot I_2^2 r_2}{P_{dt}}$  giảm

## 3.2. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MĐKĐB

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

### MĐKĐB LÀM VIỆC TRONG CHẾ ĐỘ KHÔNG ĐỊNH MỨC

#### 3. Điện áp đặt vào không đối xứng:

- Phân tích điện áp không đối xứng thành các thành phần thứ tự thuận, thứ tự nghịch và thứ tự không. Các ĐCKĐB thường đấu Y hay  $\Delta$  và trung tính không nối đất nên thành phần điện áp thứ tự không không ảnh hưởng đến sự làm việc của động cơ.
- Hệ thống điện áp thứ tự nghịch sinh ra từ trường quay nghịch có hệ số trượt của rotor đối với từ trường quay nghịch là  $(2 - s) > 1$  và momen do nó sinh ra có tác dụng hãm làm giảm momen có ích, đồng thời gây nên tổn hao phụ.



## CHƯƠNG 3: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### NỘI DUNG

- 3.1. Đại cương về máy điện không đồng bộ
- 3.2. Quan hệ điện từ trong MĐKĐB
- 3.3. Khởi động và điều chỉnh tốc độ ĐCKĐB**
- 3.4. Động cơ không đồng bộ 1 pha



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

## NỘI DUNG

- **Các phương pháp khởi động ĐCKĐB**
- **Các phương pháp điều chỉnh tốc độ ĐCKĐB**

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

Phương trình cân bằng momen:

Trong đó:

$$M - M_t = J \frac{dn}{dt}$$

điện

M : Momen điện từ của động cơ  
M<sub>t</sub> : Momen cản của tải  
J : Hằng số quán tính.

Từ phương trình trên ta thấy rằng:

- + Để tăng tốc độ thuận lợi thì  $\frac{dn}{dt} > 0 \rightarrow M > M_t$
- + (M - M<sub>t</sub>) càng lớn thì tốc độ tăng càng nhanh.
- + Máy có quán tính lớn thì thời gian khởi động t<sub>k</sub> lâu.

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

Khi khởi động  $n = 0$ ,  $s = 1$

Dòng điện khởi động với  $U_{đm}$ :

$$I_{kđ} = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + r'_2)^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$

$$= 4 \div 7 I_{đm}$$

Mômen khởi động:

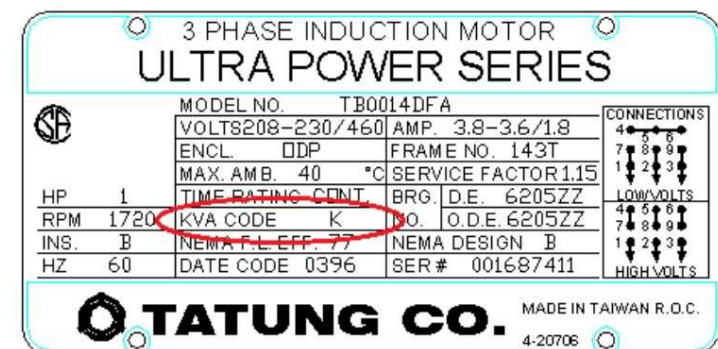
$$M_{kđ} = \frac{p.m_1.U_1^2.r'_2}{\omega_1[(r_1 + r'_2)^2 + (x_1 + x'_2)^2]}$$

#### The NEMA Code Letters

| Code Letter | Locked Rotor<br>kVA/hp | Code Letter | Locked Rotor<br>kVA/hp |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| A           | 0-3.14                 | L           | 9.00-9.99              |
| B           | 3.15-3.54              | M           | 10.00-11.19            |
| C           | 3.55-3.99              | N           | 11.20-12.49            |
| D           | 4.00-4.49              | P           | 12.50-13.99            |
| E           | 4.50-4.99              | R           | 14.00-15.99            |
| F           | 5.00-5.59              | S           | 16.00-17.99            |
| G           | 5.60-6.29              | T           | 18.00-19.99            |
| H           | 6.30-7.09              | U           | 20.00-22.39            |
| J           | 7.10-7.99              | V           | 22.40 and up           |
| K           | 8.00-8.99              |             |                        |

#### NEMA Code Letters for Locked-Rotor KVA

KVA code K:  $S = 8 - 8.99 * S_{đm}$



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

Yêu cầu khi khởi động động cơ:

- Momen  $M_{kđ}$  phải đủ lớn để thích ứng với đặc tính cơ của tải.
- Dòng  $I_{kđ}$  càng nhỏ càng tốt.
- Thời gian  $t_k$  nhanh.
- Phương pháp khởi động và thiết bị cần dùng đơn giản, rẻ tiền, tin cậy.
- Tổn hao công suất trong quá trình khởi động càng thấp càng tốt.

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

- Khởi động ĐCKĐB rotor lồng sóc.
  - Khởi động trực tiếp
  - Khởi động gián tiếp → hạ điện áp khởi động
    - ✓ Dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stator
    - ✓ Dùng MBA tự ngẫu
    - ✓ Khởi động bằng cách đổi nối  $Y \rightarrow \Delta$
    - ✓ Khởi động mềm
- Khởi động ĐCKĐB rotor dây quấn.
  - Thêm điện trở phụ vào mạch rotor

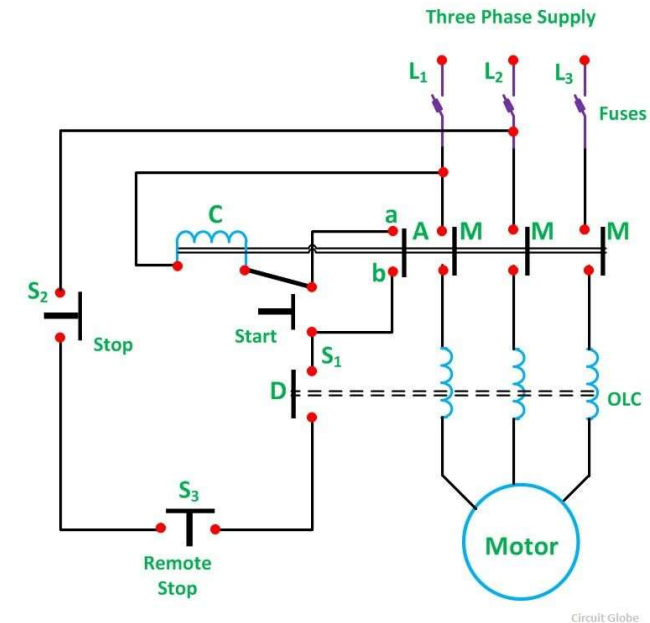
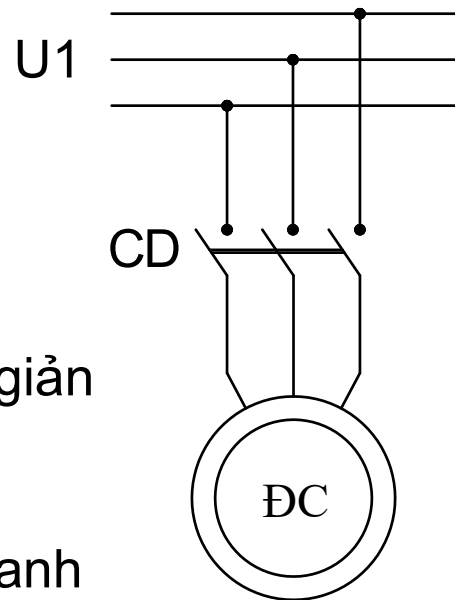
### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 1. Khởi động trực tiếp

##### Ưu điểm:

- Thiết bị khởi động đơn giản
- Mômen khởi động lớn
- Thời gian khởi động nhanh



##### Nhược điểm:

- Dòng điện khởi động lớn → Chỉ áp dụng cho những động cơ công suất nhỏ và công suất của nguồn lớn hơn nhiều lần công suất động cơ.

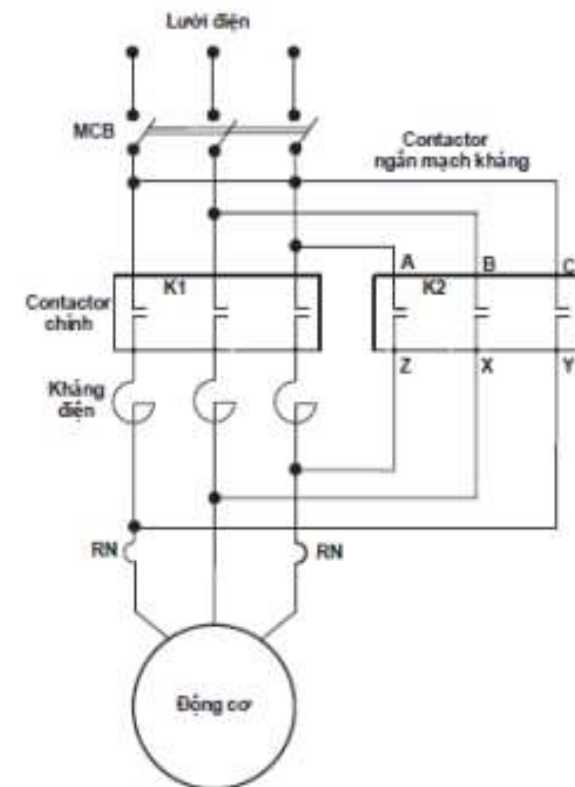
### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 2. Dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stator:

Khi khởi động:

- ✓ Đóng MCB
- ✓ Đóng K1, động cơ bắt đầu khởi động
- ✓ Khi tốc độ đạt 70-80% định mức, đóng K2 ngăn mạch cuộn kháng



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 2. Dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stator:

Khi khởi động trực tiếp: 
$$I_{kđ} = \frac{U_1}{\sqrt{r_{ĐC}^2 + x_{ĐC}^2}} \approx \frac{U_1}{x_{ĐC}}$$

Khi khởi động qua cuộn kháng: 
$$I'_{kđ} = \frac{U_1}{\sqrt{r_{ĐC}^2 + (x_{ĐC} + x_k)^2}} \approx \frac{U_1}{x_k}$$

( do  $x_k \gg x_{ĐC} \gg r_{ĐC}$  )

$$\boxed{\rightarrow \frac{I'_{kđ}}{I_{kđ}} \sim \frac{x_{ĐC}}{x_k} < 1} \quad \boxed{\frac{M'_{kđ}}{M_{kđ}} = \frac{I'^2_{kđ}}{I^2_{kđ}}}$$

Ưu điểm: Giảm dòng khởi động, thiết bị khởi động đơn giản

Nhược điểm: Khi giảm dòng khởi động, momen khởi động giảm bình phương lần.



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

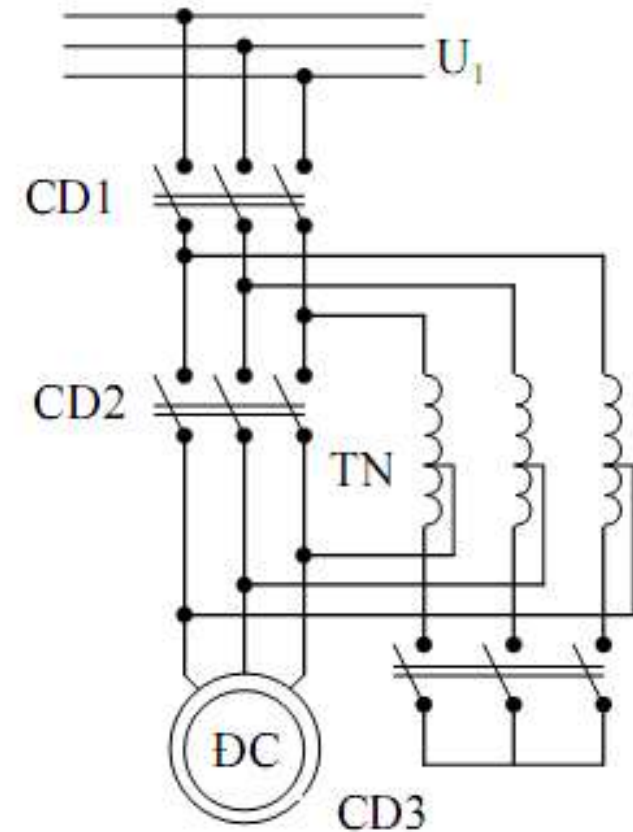
#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 3. Khởi động dùng mba tự ngẫu:

Khi khởi động:

$CD_1$  đóng,  $CD_2$  mở,  $CD_3$  đóng, nối dây quấn stator vào lưới điện thông qua biến áp tự ngẫu.

Sau khi khởi động xong thì cắt biến áp tự ngẫu ra bằng cách đóng  $CD_2$  vào và mở  $CD_3$  ra.



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 3. Khởi động dùng mba tự ngẫu:

Có:  $U_{\text{ĐC}} = U_{\text{HA}}$  của biến áp tự ngẫu

Hệ số biến áp:

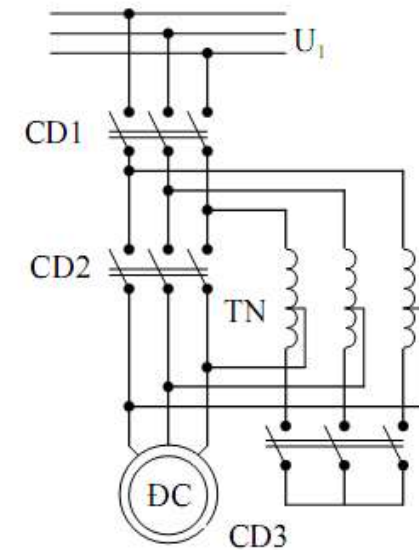
$$k = \frac{U_1}{U_{\text{ĐC}}} = \frac{I_{\text{ĐC}}}{I_1}$$

Điện áp đặt vào động cơ khi mở máy:

$$U_{\text{ĐC}} = \frac{U_1}{k}$$

$$\frac{M'_{\text{kđ}}}{M_{\text{kđ}}} \sim \frac{U_{\text{ĐC}}^2}{U_1^2} = \frac{1}{k^2}$$

Điện áp giảm  $k$  lần  $\rightarrow$  Momen: giảm  $k^2$  lần so với khi khởi động trực tiếp.



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 3. Khởi động dùng mba tự ngẫu:

Dòng điện vào động cơ khi có máy biến áp:

$$I_{\text{ĐC}} = \frac{U_{\text{ĐC}}}{Z_{\text{ĐC}}} = \frac{1}{k} \cdot \frac{U_1}{Z_{\text{ĐC}}}$$

Dòng điện  $I'_1$  lưới điện cung cấp cho động cơ khi có máy biến áp ( dòng sơ cấp máy biến áp):

$$I'_1 = \frac{I_{\text{ĐC}}}{k} = \frac{1}{k^2} \cdot \frac{U_1}{Z_{\text{ĐC}}}$$

Khi khởi động trực tiếp dòng điện:  $I_1 = \frac{U_1}{Z_{\text{ĐC}}}$

$$\rightarrow \frac{I'_1}{I_1} = \frac{1}{k^2}$$

→ Dòng điện của lưới lúc có máy biến áp giảm đi  $k^2$  lần so với khi không có máy biến áp.



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 4. Khởi động bằng cách đổi nối Y → Δ:

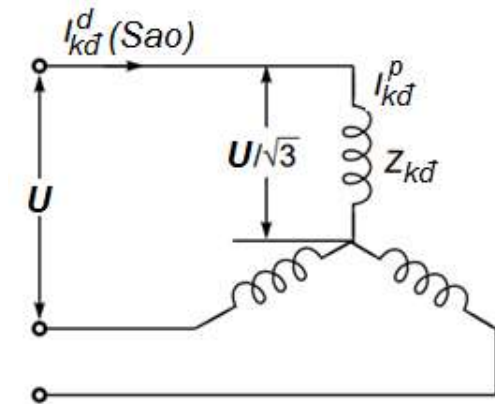
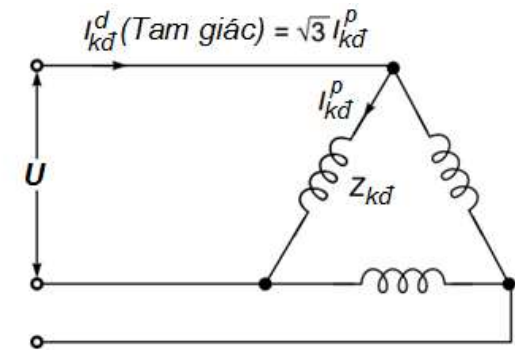
Ta có:

$$I_{f\Delta} = \frac{U_{f\Delta}}{Z_n} = \frac{U_d}{Z_n} \quad I_{d\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{f\Delta} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_d}{Z_n}$$

$$I_{fY} = \frac{U_{fY}}{Z_n} = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot Z_n} \quad I_{dY} = I_{fY} = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot Z_n}$$

$$\rightarrow \frac{I_{dY}}{I_{d\Delta}} = \frac{1}{3} \quad \text{và} \quad \frac{M_Y}{M_\Delta} \sim \frac{U_{fY}^2}{U_{f\Delta}^2} = \frac{1}{3}$$

→ Dòng điện và mômen đều giảm đi 3 lần khi khởi động so với đấu trực tiếp.



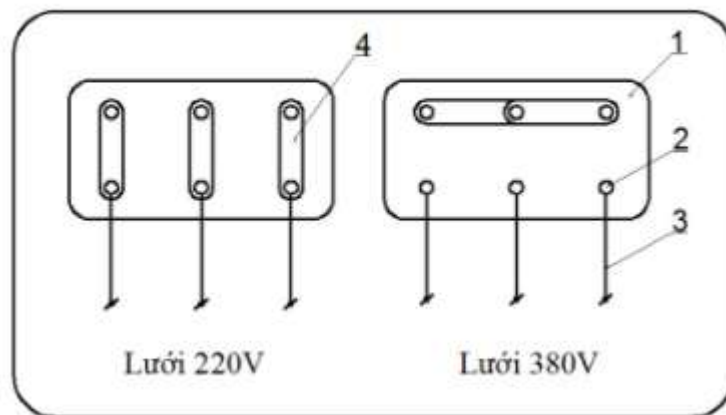
### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

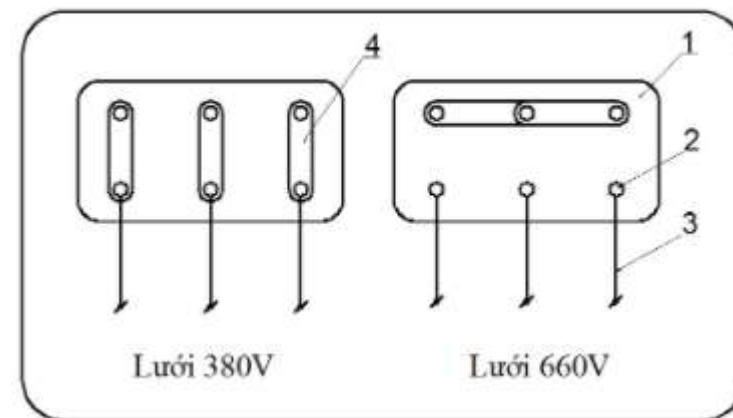
##### 4. Khởi động bằng cách đổi nối $Y \rightarrow \Delta$ :

Chọn động cơ nào dưới đây nếu dùng lưới điện 3 pha 380V?

a. Động cơ có điện áp vận hành ghi trên nhãn 220/380V



b. Động cơ có điện áp vận hành ghi trên nhãn 380/660V:



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

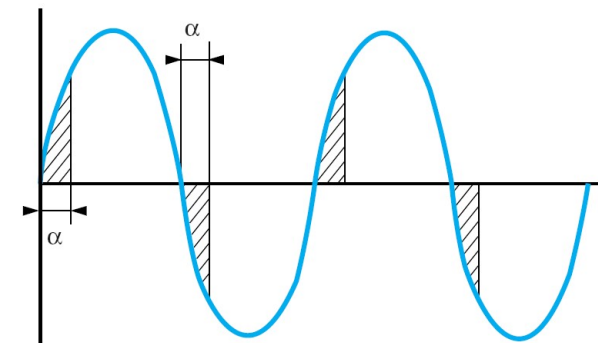
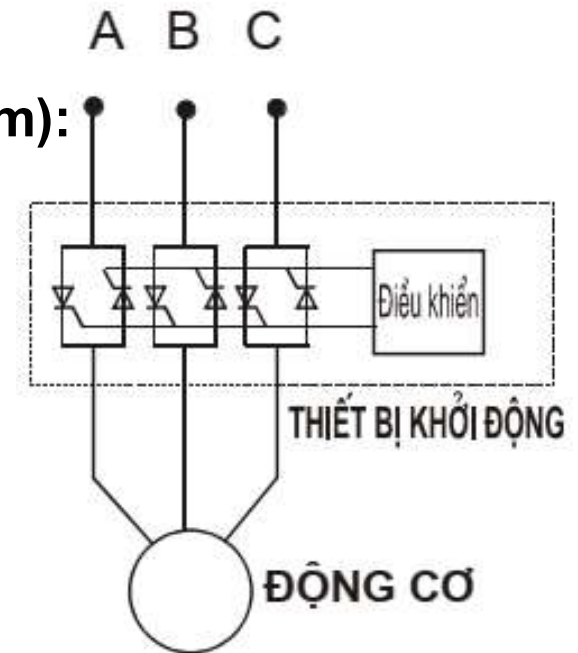
#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 5. Khởi động qua thiết bị bán dẫn ( khởi động mềm):

- Gồm 3 cặp thyristor mắc song song ngược.
- Điện áp đặt vào động cơ là 1 phần điện áp hình sin.

##### Ưu điểm:

- ✓ Điện áp tăng từ từ và trơn mịn.
- ✓ Có thể thực hiện nhiều thuật toán khởi động.
- ✓ Áp đặt được dòng khởi động hoặc thời gian khởi động ở một giá trị nhất định.

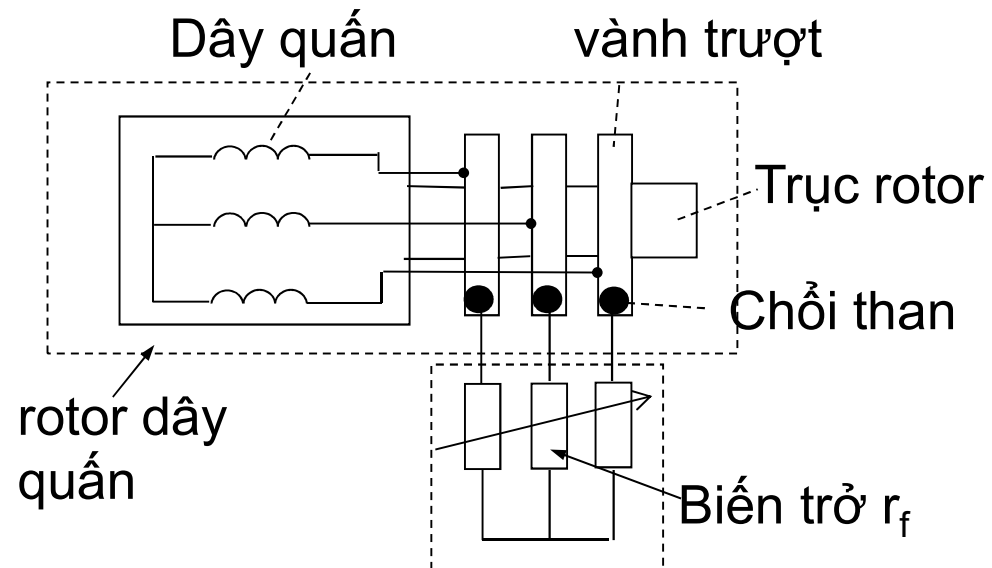


### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 6. Khởi động bằng cách thêm điện trở phụ vào rotor:

Chỉ áp dụng cho động cơ rotor dây quấn



$$I_{kđ} = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + r_2' + r_f)^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

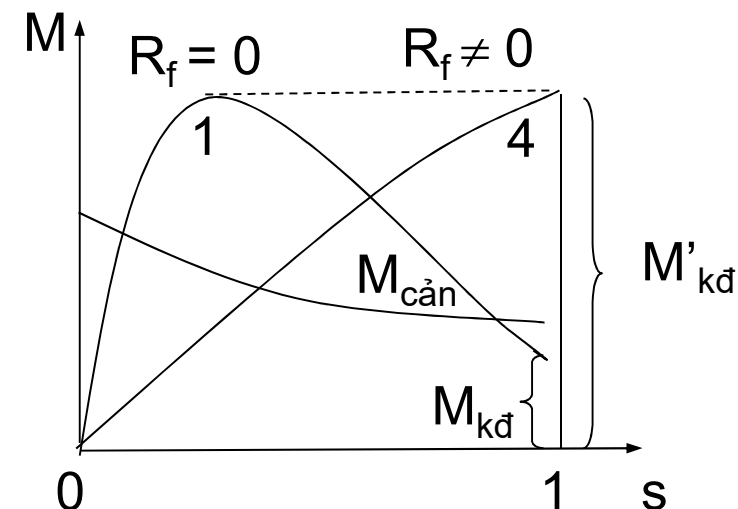
##### 6. Khởi động bằng cách thêm điện trở phụ vào rotor:

Khi thêm  $r_f$  vào dây quấn Rotor  $\rightarrow$  điện trở dây quấn rotor thay đổi và đặc tính  $M = f(s)$  cũng thay đổi.

Khi điều chỉnh điện trở  $r_f$  phù hợp sẽ đạt điều kiện khởi động lý tưởng:

Có  $M_{kđ} = M_{\max}$  tức có hệ số trượt

$$s_m = \frac{r'_2 + r_f}{x_1 + x'_2} = 1$$

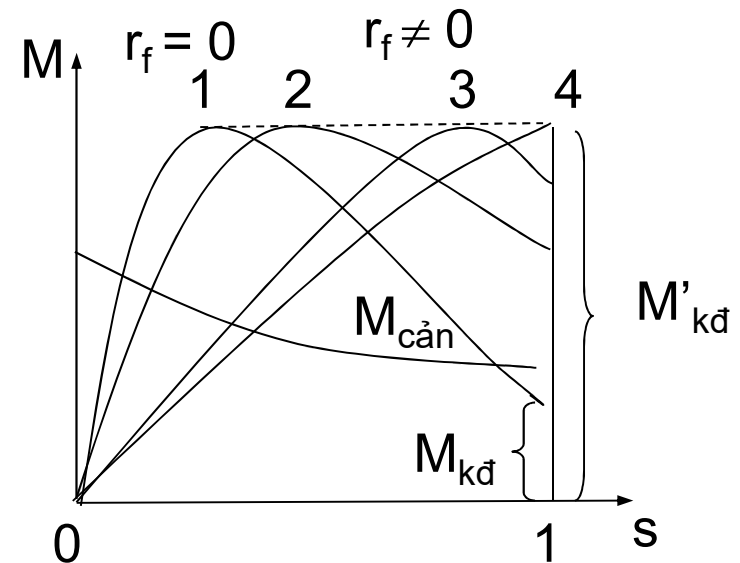


### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐCKĐB

##### 6. Khởi động bằng cách thêm điện trở phụ vào rotor:

Để duy trì momen nhất định trong quá trình khởi động, cần giảm dần  $r_f$ , quá trình khởi động thay đổi từ đường 4 sang đường 3, đường 2 và đường 1 là đặc tính cơ tự nhiên.



Ưu điểm: Momen khởi động lớn còn dòng điện khởi động nhỏ

Nhược điểm: Giá thành đắt hơn, bảo quản khó khăn hơn và hiệu suất cũng thấp hơn.

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

## NỘI DUNG

- Các phương pháp khởi động ĐCKĐB
- Các phương pháp điều chỉnh tốc độ ĐCKĐB

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

Tốc độ của ĐCKĐB:

$$n = n_1(1 - s) = \frac{60 f_1}{p} (1 - s) \text{ vg/ph}$$

**+/- ĐCKĐB rotor lồng sóc:**

- Thay đổi  $f_1$ .
- Thay đổi  $p$  dây quấn stato.
- Thay đổi  $U$  đưa vào dây quấn stator để thay đổi hệ số trượt  $s$ .

**+/- ĐCKĐB rotor dây quấn:**

- Thay đổi điện trở rotor để thay đổi hệ số trượt  $s$

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

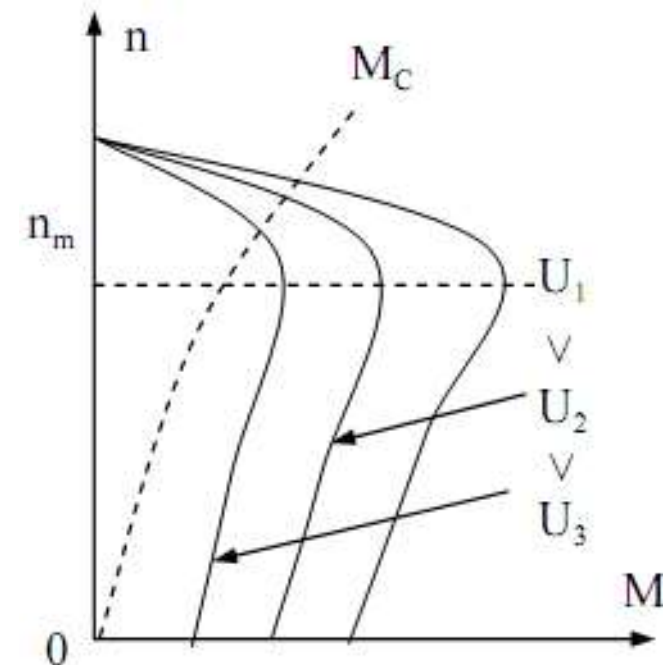
#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp cấp cho stator:

$$s_m = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}} \propto U_1$$

$$\left. \begin{array}{l} r_2' = \text{const} \\ U_1 \downarrow \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} s_m = \text{const} \\ M_{\max} \downarrow \text{ tỉ lệ với } U_1^2 \end{array} \right.$$

Do  $s_m = \text{const}$  nên hệ số trượt tối đa có thể điều chỉnh được là  $s = s_m$ .



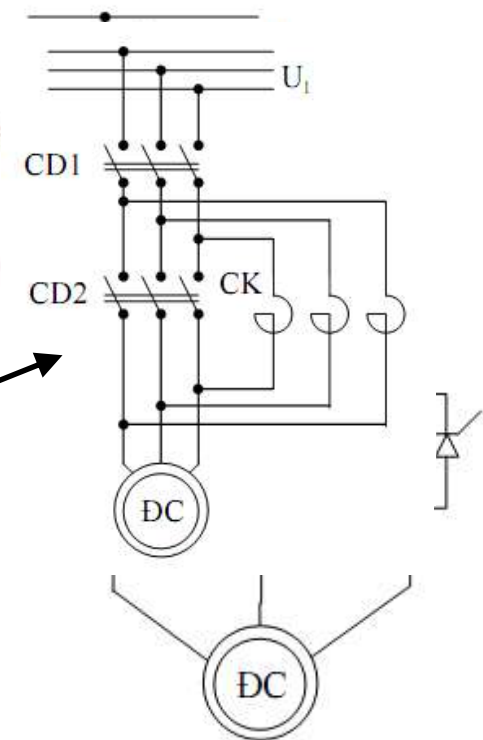
### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp cấp cho stator:

Cách thức giảm điện áp  $U_1$ :

- ✓ Đổi nối Y/ $\Delta$ .
- ✓ Dùng MBA tự ngẫu.
- ✓ Dùng cuộn kháng kháng nối tiếp với dây quấn Stator.
- ✓ Dùng 3 cặp thyristor: thay đổi góc mở  $\alpha$   
→ thay đổi được điện áp trung bình đặt vào động cơ.



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp cấp cho stator:

**Ưu điểm:** Điều chỉnh tốc độ liên tục.

**Nhược điểm:**

- ✓ Giảm khả năng quá tải của động cơ vì momen giảm.
- ✓ Chỉ có thể thay đổi điện áp nhỏ hơn điện áp định mức nên hệ số trượt lớn hơn hệ số trượt định mức, tốc độ động cơ được điều chỉnh giới hạn nhỏ hơn tốc độ định mức.
- ✓ Phạm vi điều chỉnh tốc độ hẹp.
- ✓ Phương pháp này chỉ thực hiện khi máy mang tải, khi máy không tải giảm điện áp nguồn, tốc độ gần như không đổi.

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

## CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:

Hiện nay được sử dụng khá phổ biến

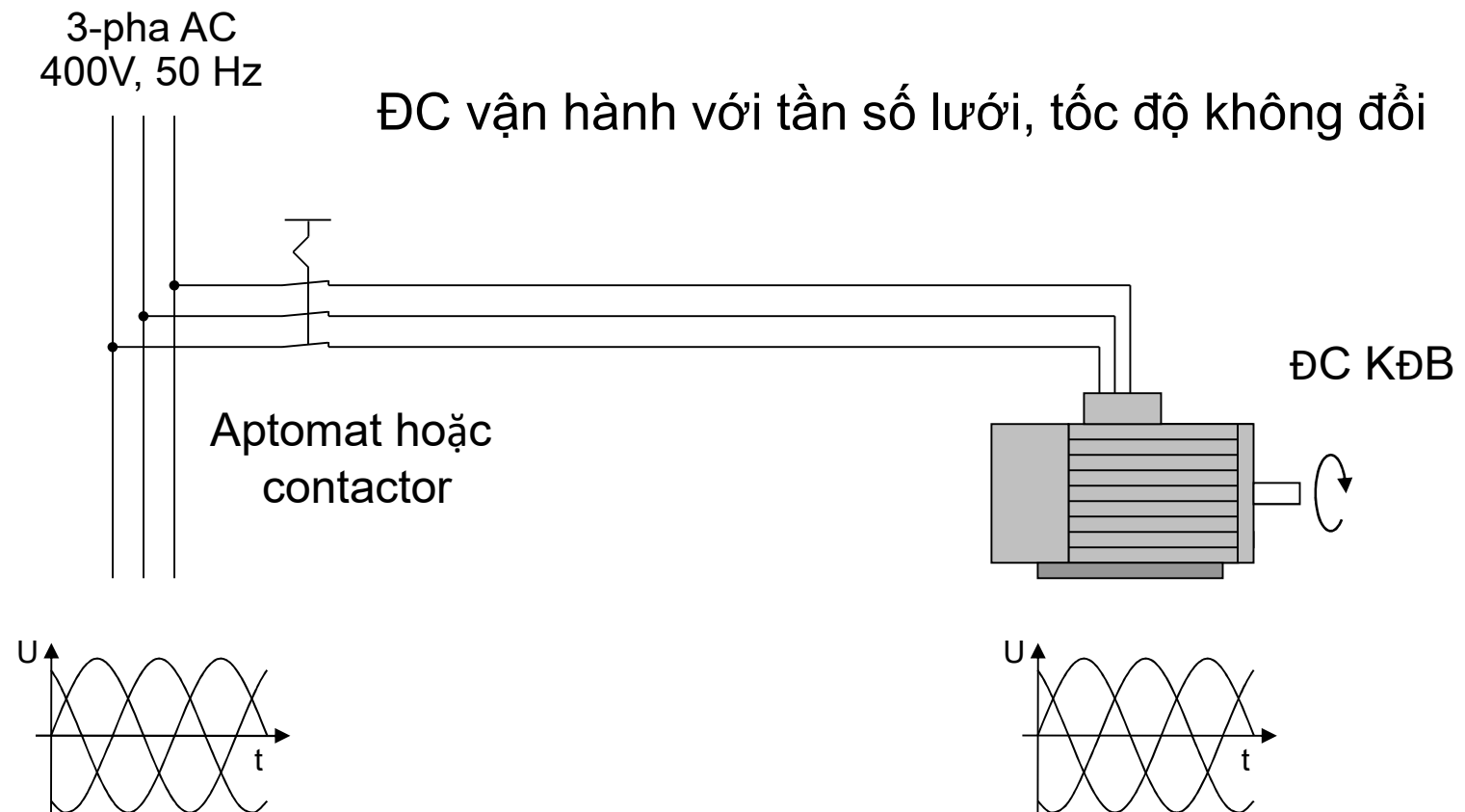




### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

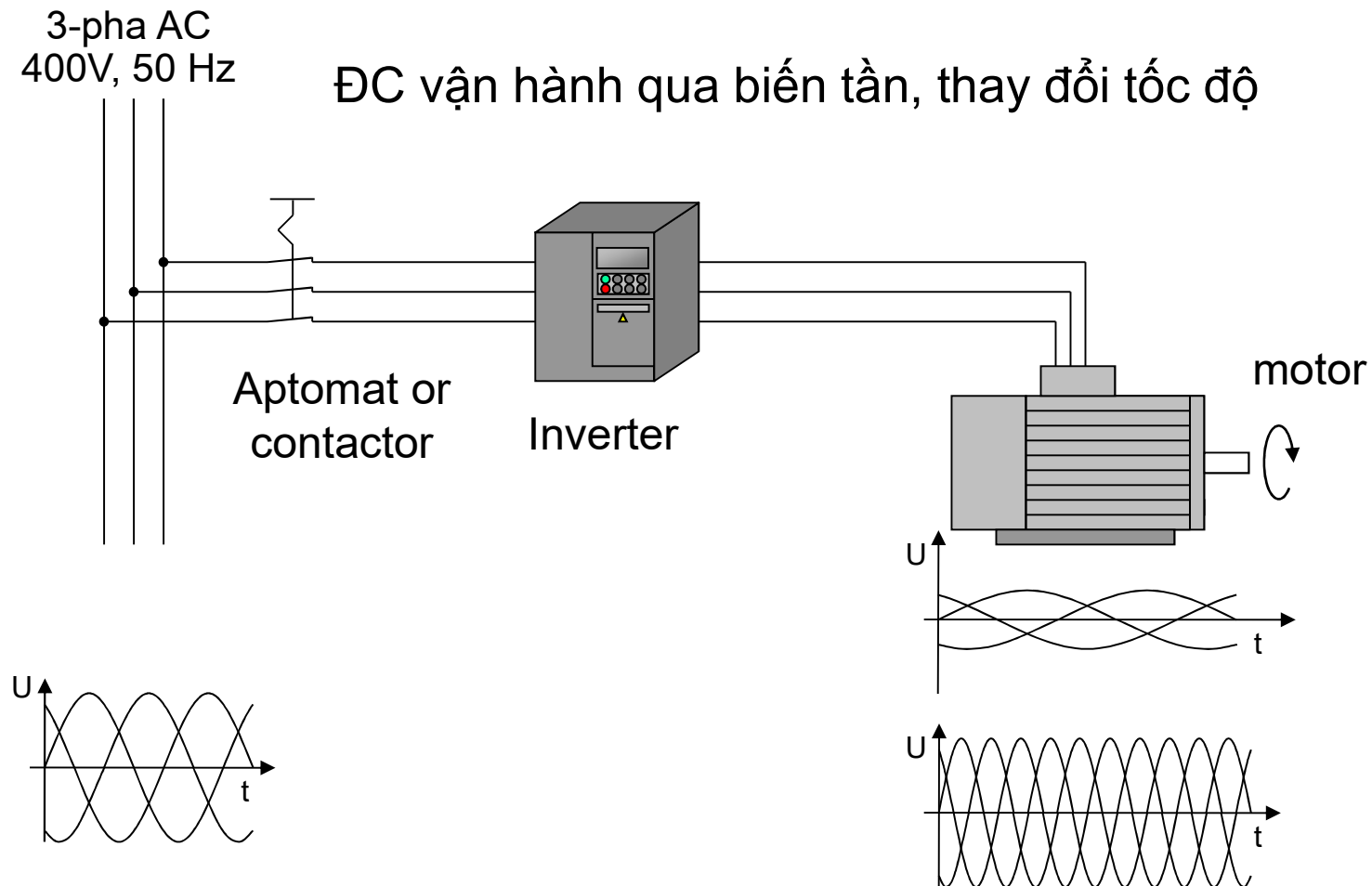
##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

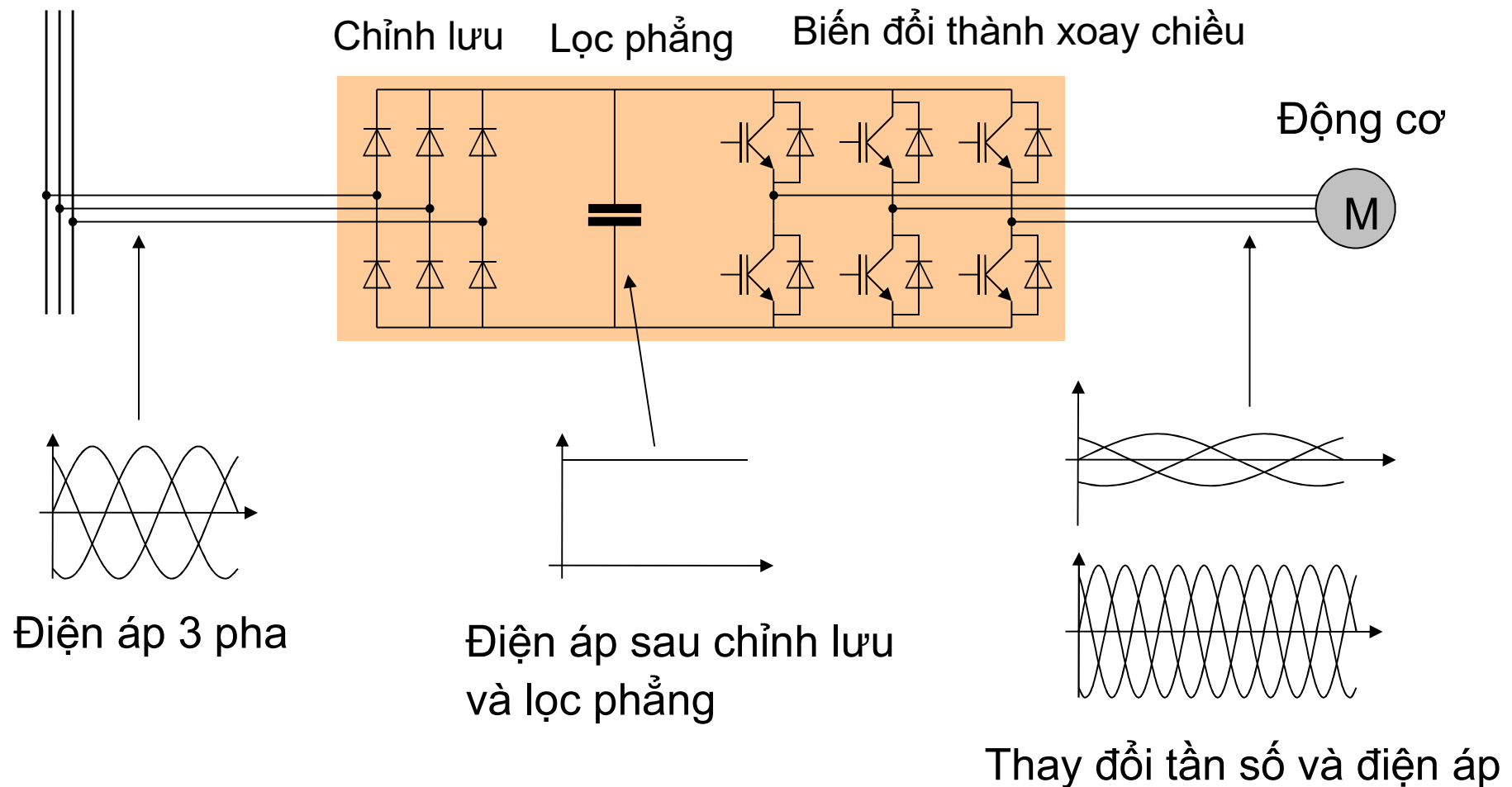
##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:

Biến tần gắn cùng động cơ



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

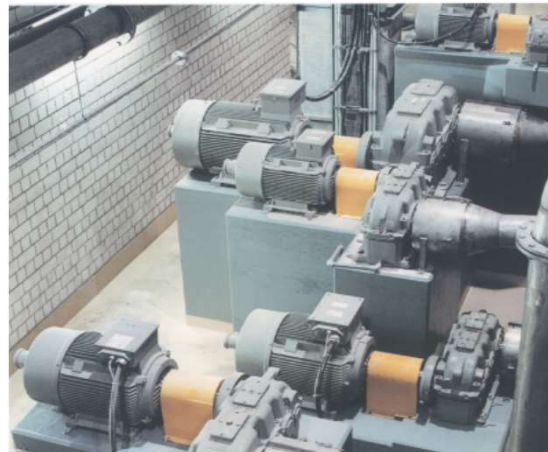
#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:

##### Ứng dụng của bộ biến tần



Băng chuyền



Hệ thống bơm nước nóng



Dây chuyền  
đóng chai



Máy bọc pallet



Bơm hoá chất

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:

- Đặc điểm phương pháp thay đổi tần số?
- Lưu ý khi thay đổi tần số?

Từ thông khe hở không khí  $\phi$ ?

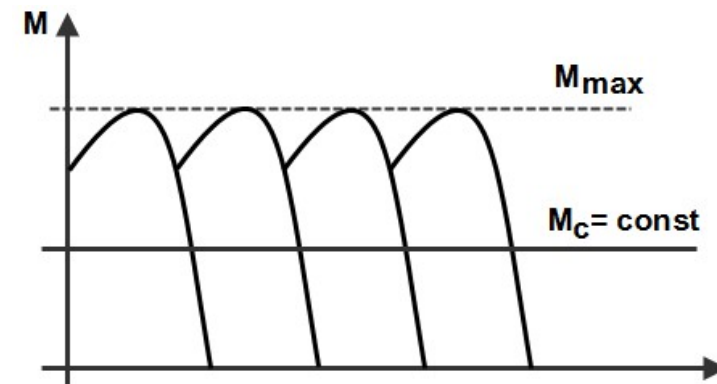
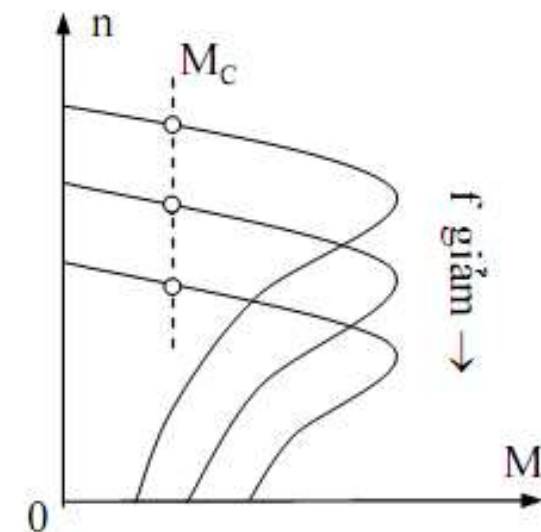
Xét điều kiện năng lượng quá tải không đổi

→ có quan hệ giữa  $U_1$ ,  $f_1$  và  $M$ :

$$M_{\max} \approx \frac{p.m_1.U_1^2}{2.\omega_1.(x_1 + x_2')} = C. \frac{U_1^2}{f_1^2}$$

Khi yêu cầu momen không đổi ta có:

$$\boxed{\frac{U_1'}{U_1} = \frac{f_1'}{f_1} \text{ hay } \frac{U_1}{f_1} = \text{const}}$$



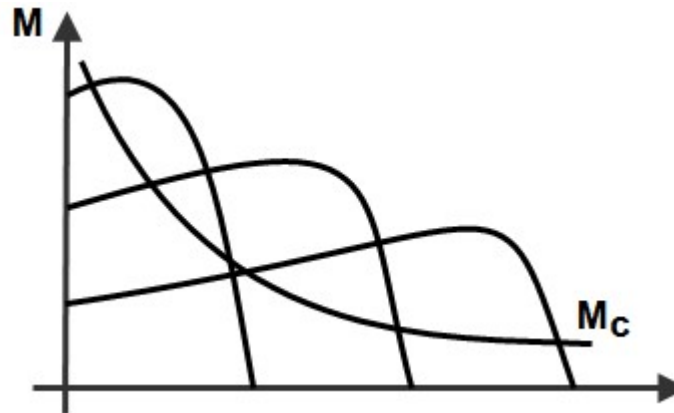
### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:

Khi yêu cầu công suất cơ  $P_{cơ}$  không đổi  $\rightarrow$  mômen tỉ lệ nghịch với tần số:

$$\frac{M'}{M} = \frac{f_1}{f'_1} \rightarrow \frac{U'_1}{U_1} = \sqrt{\frac{f'_1}{f_1}} \rightarrow \frac{U_1^2}{f_1} = \text{const}$$





### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

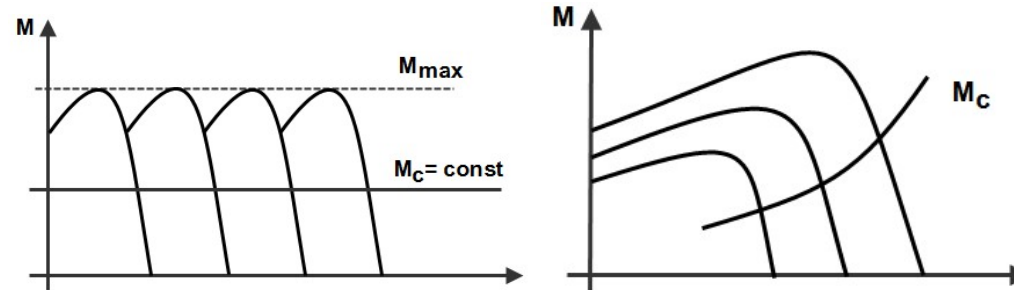
#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:

Khi thay đổi tần số  $f_1$ , ta phải đồng thời thay đổi  $U_1$  đưa vào động cơ ứng với các đặc tính cơ của tải.

$$\frac{U}{f} = \text{const}$$

ứng với  
 $M_c = \text{const}$

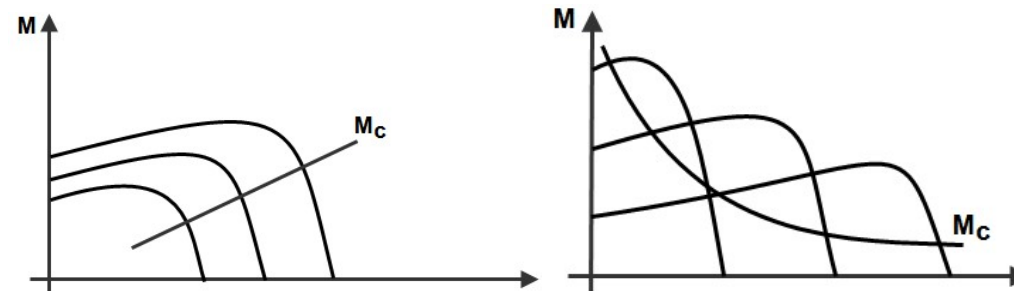


$$\frac{U}{f^2} = \text{const}$$

ứng với  
 $M_c \sim \omega_m^2$

$$\frac{U}{\sqrt{f^3}} = \text{const}$$

ứng với  
 $M_c \sim \omega_m$



$$\frac{U}{\sqrt{f}} = \text{const}$$

ứng với  
 $M_c \sim \frac{1}{\omega}$



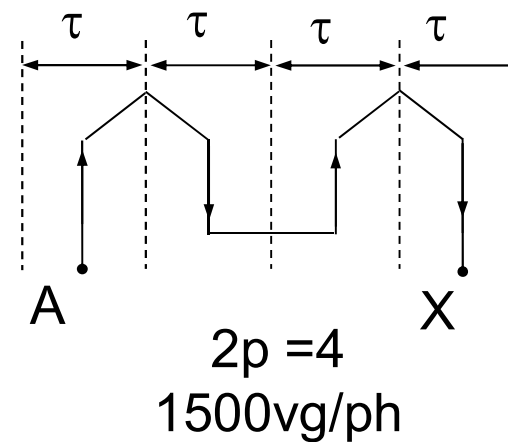
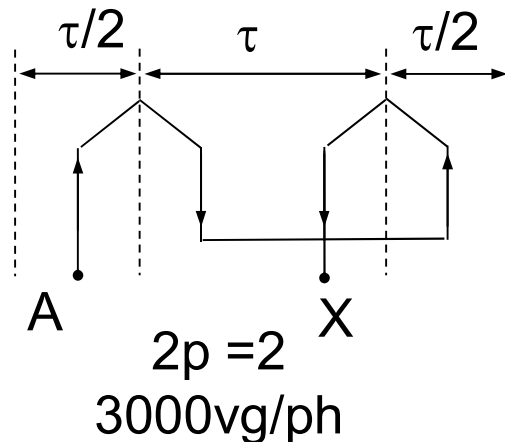
### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực:

Khi  $f = \text{const} \rightarrow \text{Tốc độ } n_1 \sim \frac{1}{p} \rightarrow \text{thay đổi số đôi cực thì thay đổi được tốc độ động cơ.}$

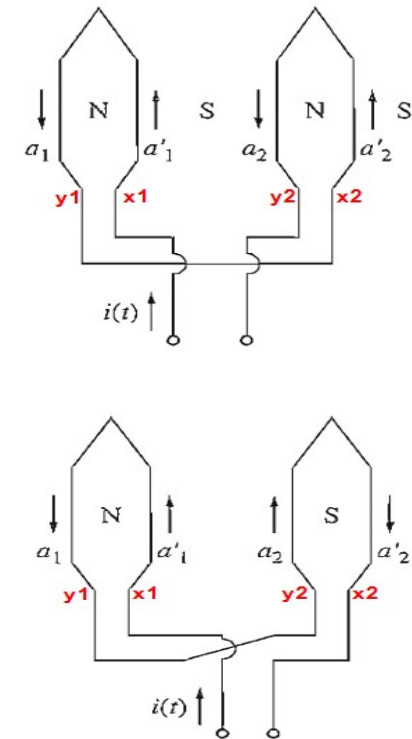
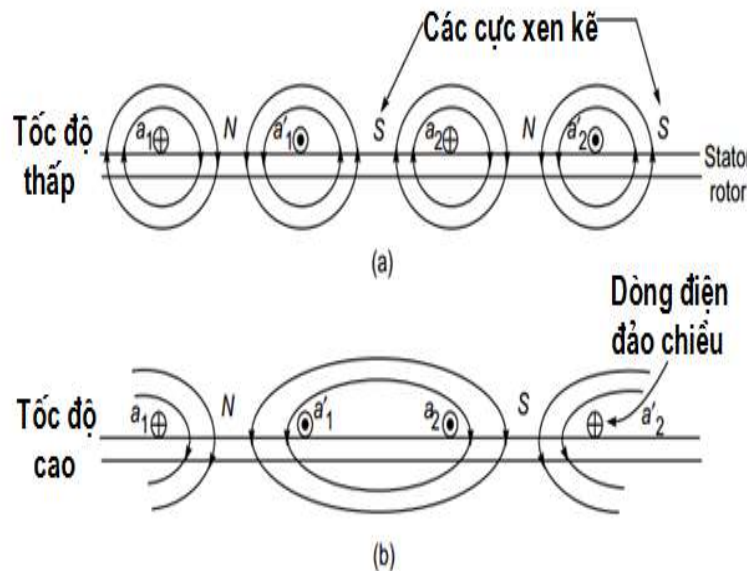
Bằng cách đấu các bối dây stator  $\rightarrow$  có thể thay đổi được số đôi cực:



### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực:



ĐCKĐB có cấu tạo dây quấn để thay đổi số đôi cực từ được gọi là ĐCKĐB nhiều cấp tốc độ.

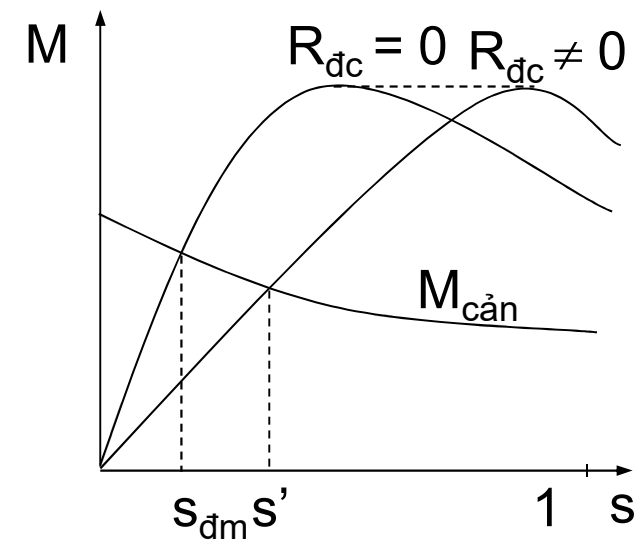
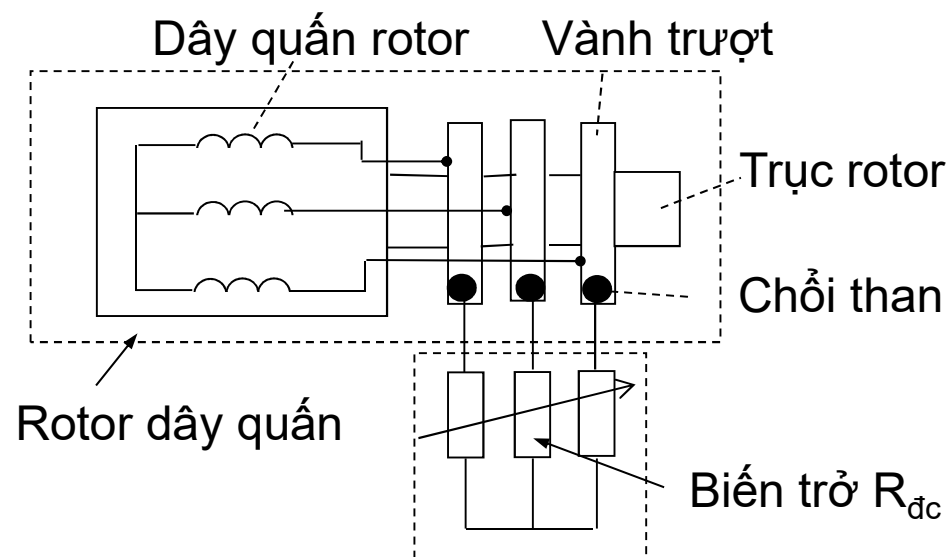
Ứng dụng: được sử dụng rộng rãi trong máy luyện kim, máy tàu thủy...

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 4. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thêm điện trở phụ vào mạch rotor:

Phương pháp này chỉ dùng cho động cơ rotor dây quấn



Khi tăng điện trở thì hệ số trượt tăng, tốc độ quay của động cơ giảm.

### 3.3. KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

#### CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐCKĐB

##### 4. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thêm điện trở phụ vào mạch rotor:

###### **Ưu điểm:**

Đây là phương pháp khá đơn giản, điều chỉnh tốc độ bằng phẳng trong phạm vi rộng.

###### **Nhược điểm:**

Hiệu suất thấp vì có tổn hao công suất trên biến trở điều chỉnh  $R_{dc}$ .



## CHƯƠNG 3: MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

### NỘI DUNG

- 3.1. Đại cương về máy điện không đồng bộ
- 3.2. Quan hệ điện từ trong MĐKĐB
- 3.3. Khởi động và điều chỉnh tốc độ ĐCKĐB
- 3.4. Động cơ không đồng bộ 1 pha**

## 3.4. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA

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

### ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO

Là loại động cơ rotor lồng sóc

Stato đặt 2 dây quấn lệch nhau trong không gian góc  $90^\circ$

- Một cuộn chính gọi là cuộn làm việc
- Một cuộn phụ gọi là cuộn khởi động
- Cuộn khởi động thường được nối với 1 phần tử lệch pha là tụ điện hoặc điện trở.

### PHÂN LOẠI

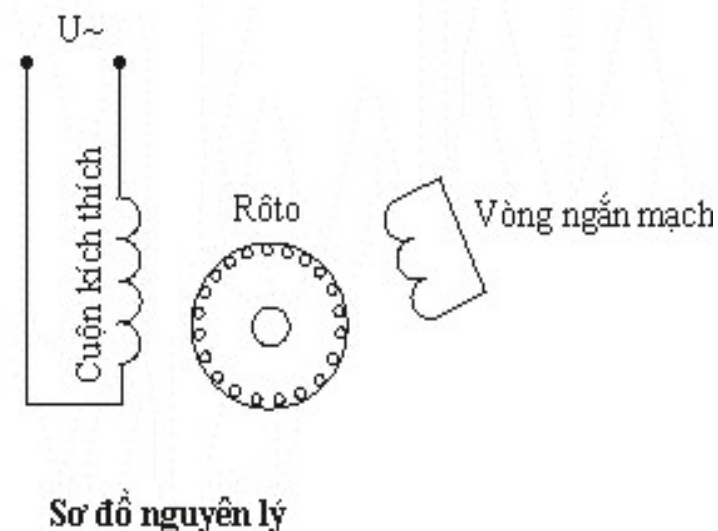
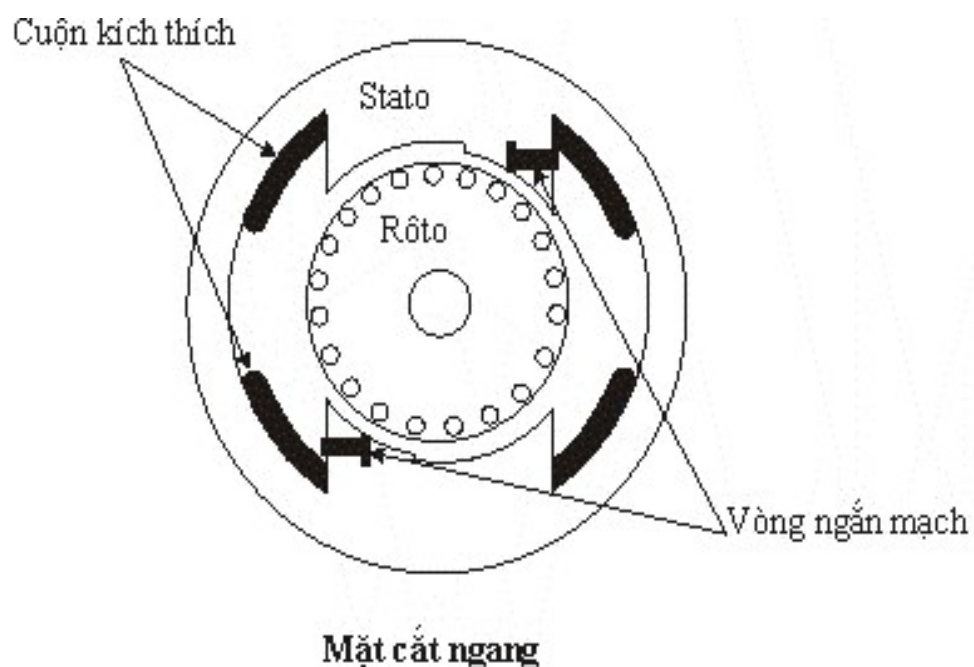
Gồm 5 loại:

1. Khởi động bằng vòng ngắn mạch
2. Khởi động bằng điện trở
3. Khởi động bằng tụ điện
4. Có tụ làm việc
5. Có tụ làm việc và tụ khởi động

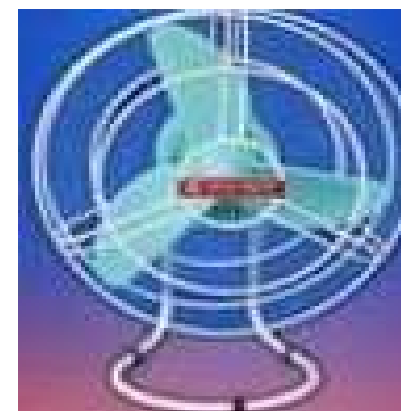
### 3.4. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA

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

#### 1. ĐCKĐB 1 PHA KHỞI ĐỘNG BẰNG VÒNG NGẮN MẠCH



- + Mô men khởi động thấp ( $< 0,3M_{dm}$ )
- + Hiệu suất và  $\cos\varphi$  thấp.
- + Thường dùng cho quạt công suất nhỏ.

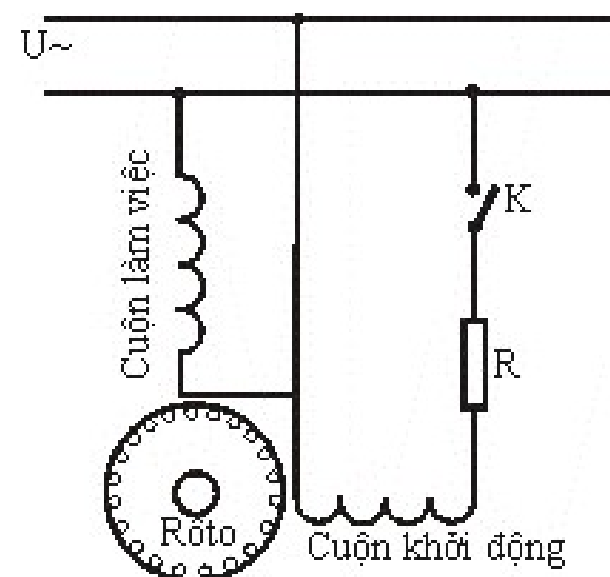


### 3.4. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA

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

#### 2. ĐCKĐB 1 PHA KHỞI ĐỘNG BẰNG ĐIỆN TRỞ

- Mô men khởi động thấp ( $< 0,5M_{dm}$ )
- Hiệu suất và  $\cos\varphi$  thấp
- Dùng cho các loại tải yêu cầu momen khởi động thấp như bơm nước, quạt gió
- Kích thước khá lớn, giá thành cao
- Hiện nay ít được sử dụng.



Khi khởi động đóng khoá K,  $M_K \neq 0$

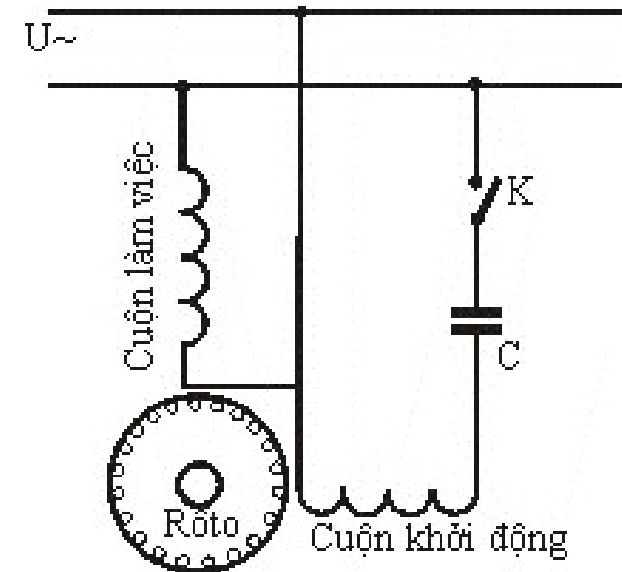
Khi tốc độ gần đạt tốc độ định mức thì khoá K mở bằng công tắc ly tâm.



## 3.4. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA

### 3. ĐCKĐB 1 PHA KHỞI ĐỘNG BẰNG TỤ ĐIỆN

- Momen khởi động lớn nên phù hợp với các loại tải yêu cầu cao momen khởi động.
- Hiệu suất và  $\cos\varphi$  thấp.
- Kích thước lớn, giá thành cao.



Quá trình hoạt động (mở máy) lâu dài giống như động cơ ở trên nhưng khác là động cơ này cho momen khởi động lớn. Tụ  $C$  thường được tính toán sao cho có từ trường tròn lúc mở máy.

Ưu điểm : Momen khởi động lớn

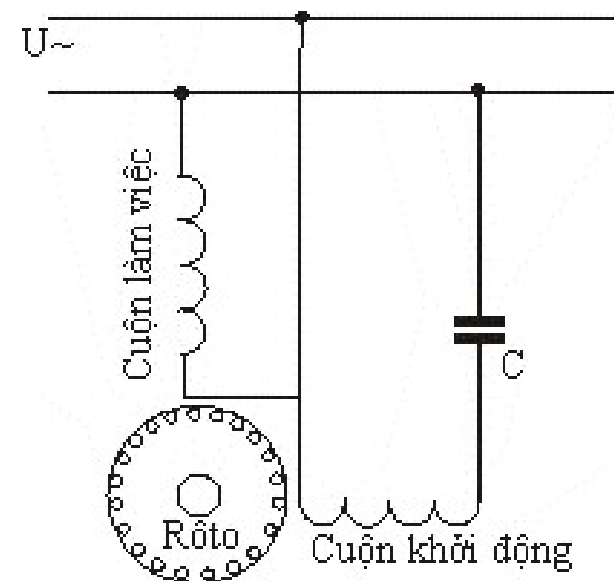
Nhược điểm: Tụ dễ cháy

## 3.4. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA

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

### 4. ĐCKĐB 1 PHA CÓ TỤ LÀM VIỆC

- Mô men khởi động thấp ( $< 0,5M_{đm}$ )
- Hiệu suất và  $\cos\varphi$  cao hơn so với động cơ khởi động bằng điện trở
- Được sử dụng cho các loại tải yêu cầu momen khởi động thấp như bơm nước, quạt gió
- Giá thành thấp, kích thước nhỏ.



### 3.4. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA

#### 5. ĐCKĐB 1 PHA CÓ TỤ LÀM VIỆC VÀ TỤ KHỞI ĐỘNG

- ◆ Momen khởi động khá lớn song thấp hơn động cơ có tụ khởi động
- ◆ Hiệu suất và  $\cos\varphi$  cao hơn so với động cơ có tụ khởi động
- ◆ Được sử dụng rộng rãi và phù hợp với nhiều loại tải

