



# KỸ THUẬT ĐIỆN

HKI 09-10

# GIỚI THIỆU

1. **Tên Môn Học:** Kỹ Thuật Điện
2. **Ngành Học:** Không Chuyên Điện
3. **Số Tiết:** 42
4. **Đánh Giá:**
  - *Kiểm Tra giữa Học Kỳ:* 20%
  - *Thi cuối Học Kỳ:* 80%
5. **Giáo Trình:**
  - [1] **Nguyễn Kim Đính** – *Kỹ Thuật Điện* –  
Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia TP HCM -  
2007
  - [2] **Nguyễn Kim Đính** – *Bài Tập Kỹ Thuật Điện*  
Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia TP HCM -  
2007

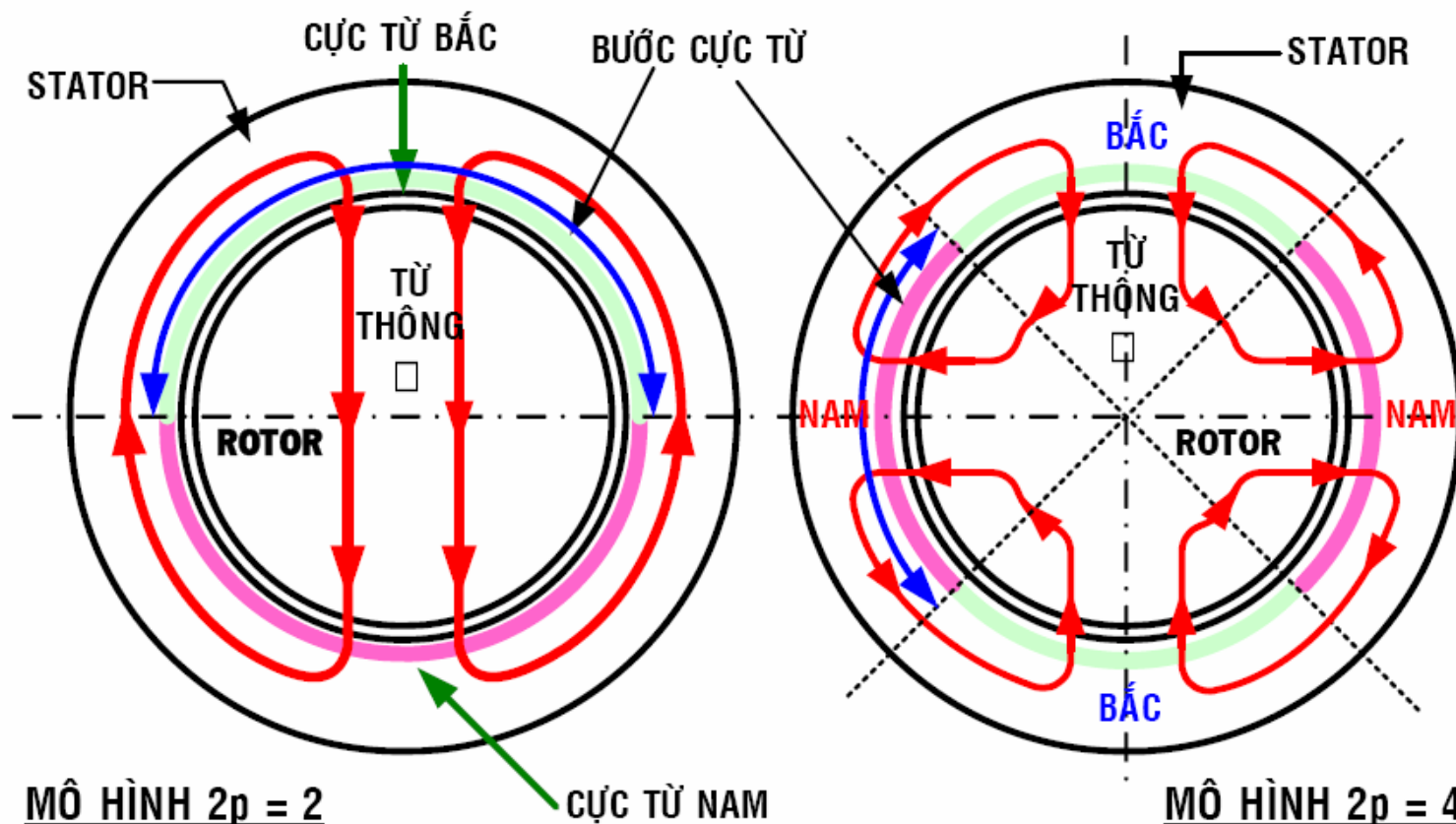
# NỘI DUNG MÔN HỌC

1. Khái niệm chung về Mạch Điện
2. Mạch Điện hình sin
3. Các phương pháp giải Mạch Sin
4. Mạch Điện ba pha
5. Khái niệm chung về Máy Điện
6. Máy Biến Áp
7. Động Cơ Không Đồng Bộ Ba Pha
8. Máy Phát Đồng Bộ Ba Pha
9. Máy Điện Một Chiều.

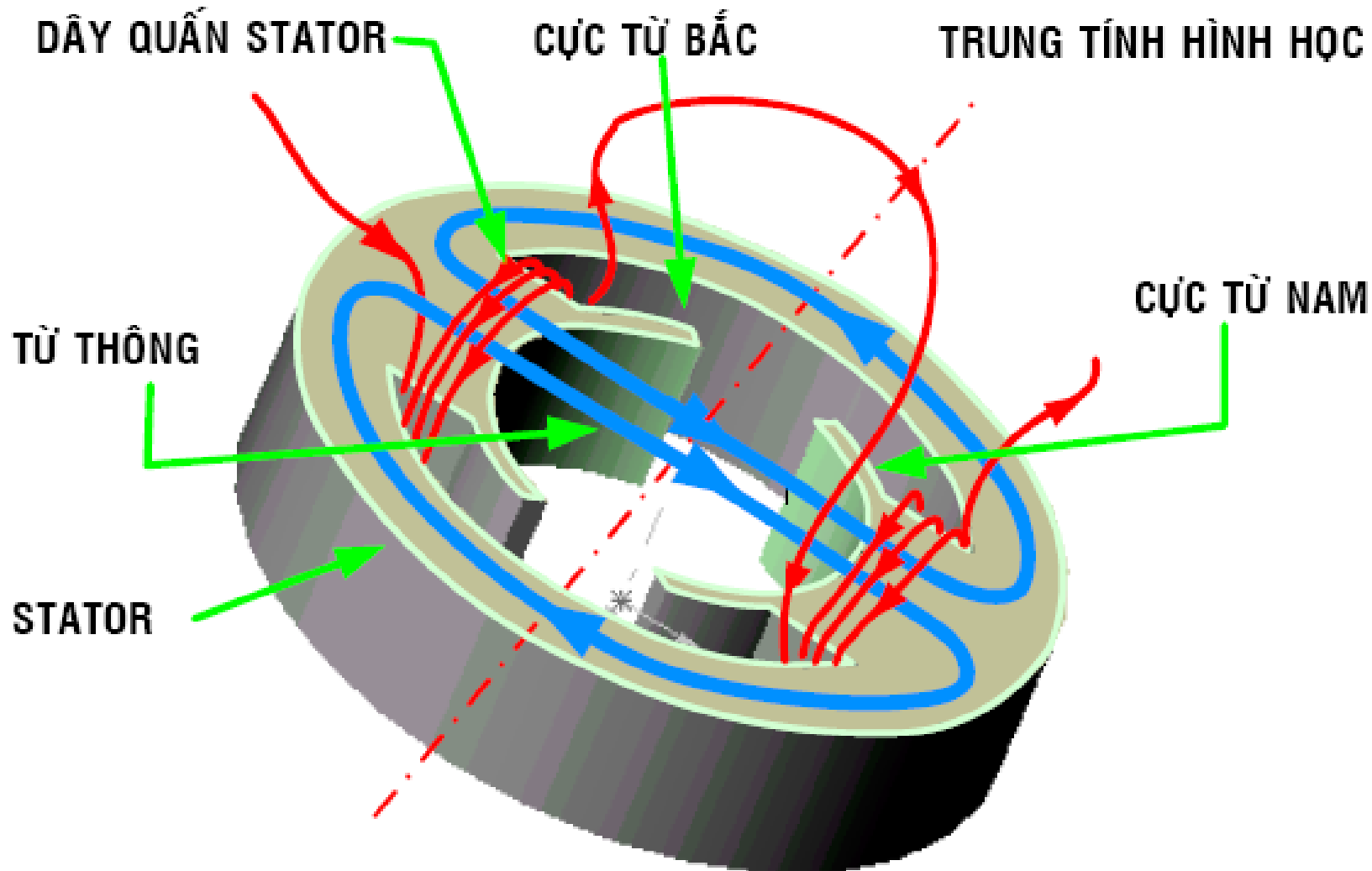
# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## TỪ TRƯỜNG TRONG MẠCH TỪ CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN :

- ✚ **Stator** : phần đứng yên không quay.
- ✚ **Rotor** : phần quay của động cơ.

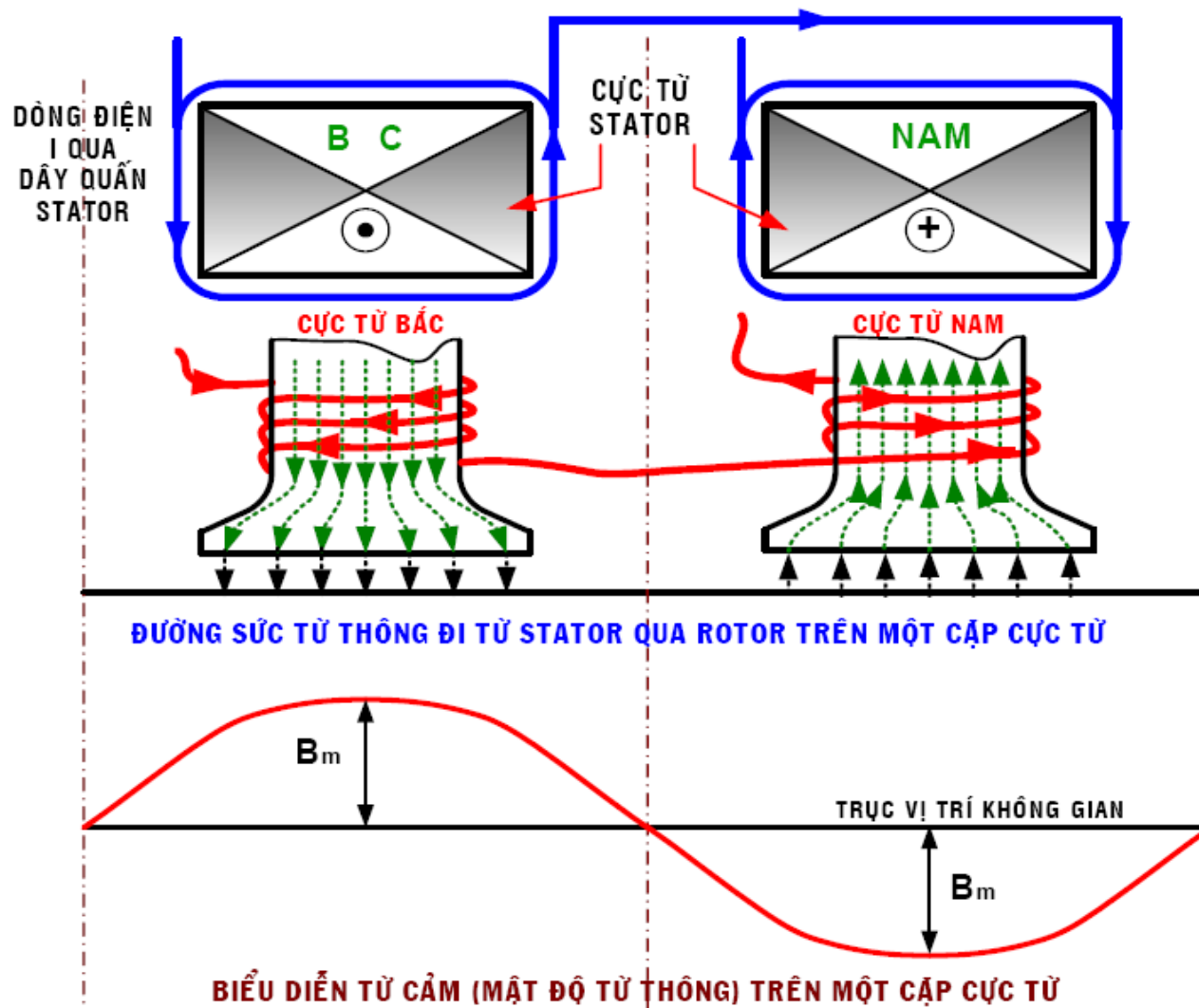


# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

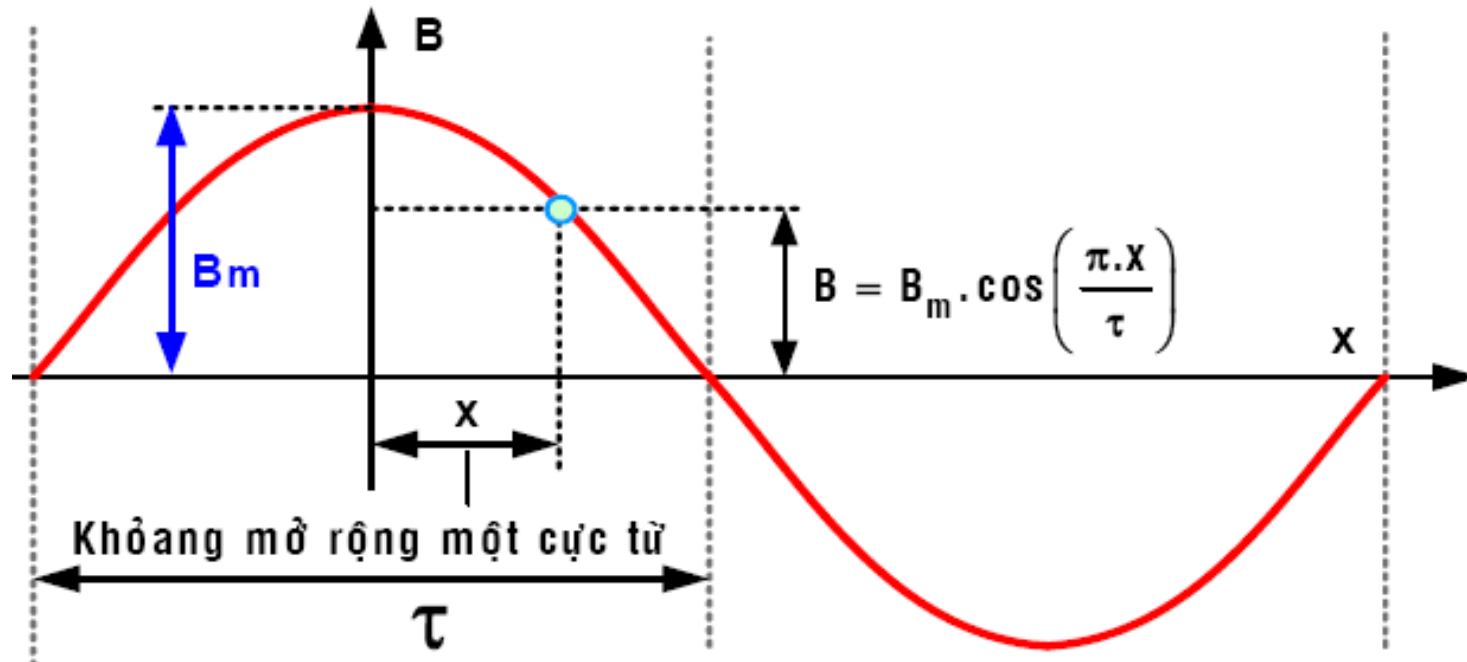


# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## PHÂN BỐ TỪ TRƯỜNG TRONG KHÔNG GIAN :



# ĐỘNG CƠ KẾ B 3 PHA



$$B = B_m \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{\tau}\right)$$

$B_m$  : biên độ cực đại của từ cảm  $B$

$\tau$  : bước cực từ

$x$  : là tọa độ của vị trí khảo sát trong không gian

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## TỪ TRƯỜNG ĐÁP MẠCH :

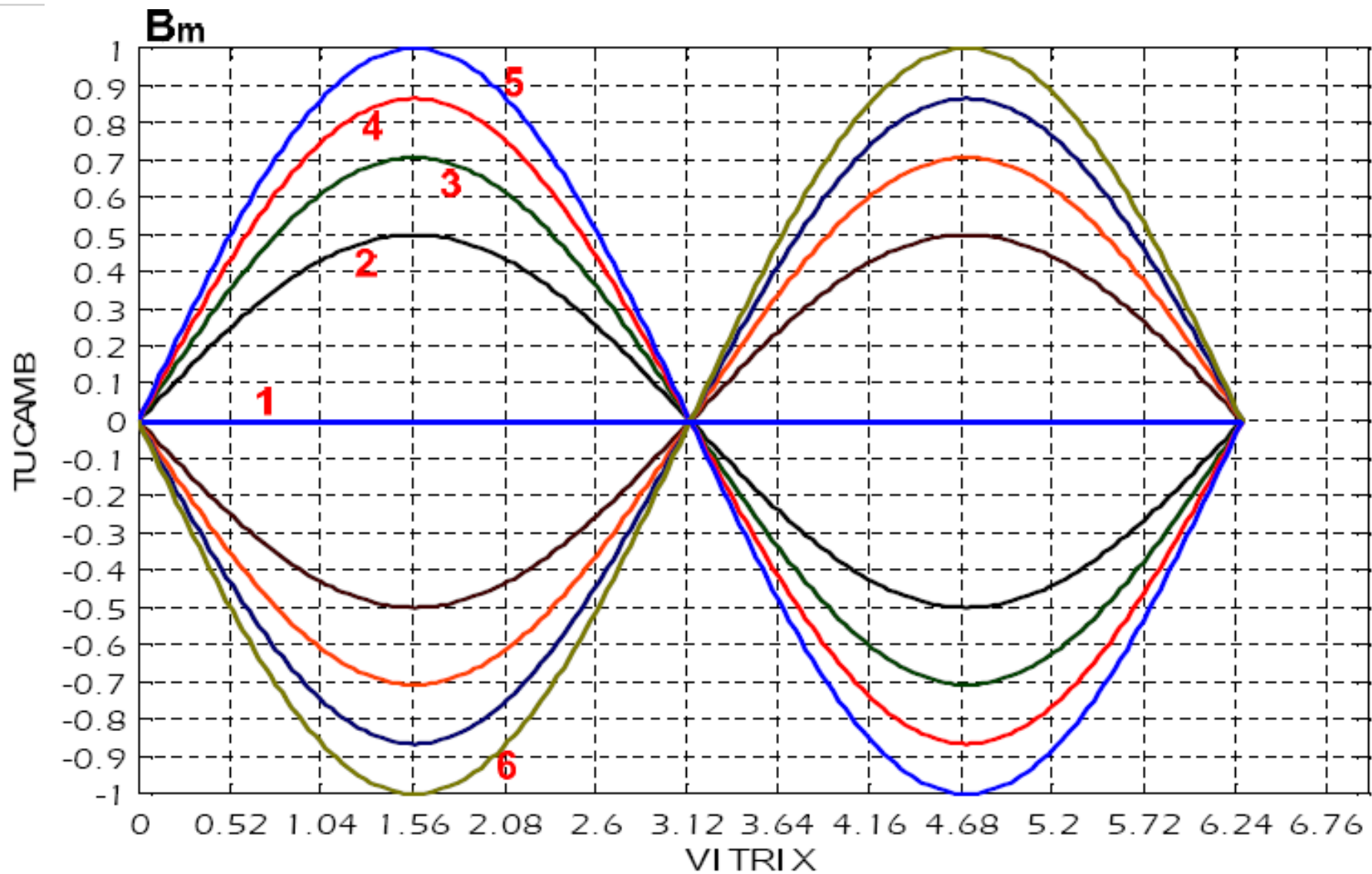
- Khi cấp **dòng một chiều** vào dây quấn stator,
- Khi cấp **dòng điện xoay chiều hình sin** vào dây quấn stator,

$$i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t)$$

$$B(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{\tau}\right)$$



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## CẤU TẠO

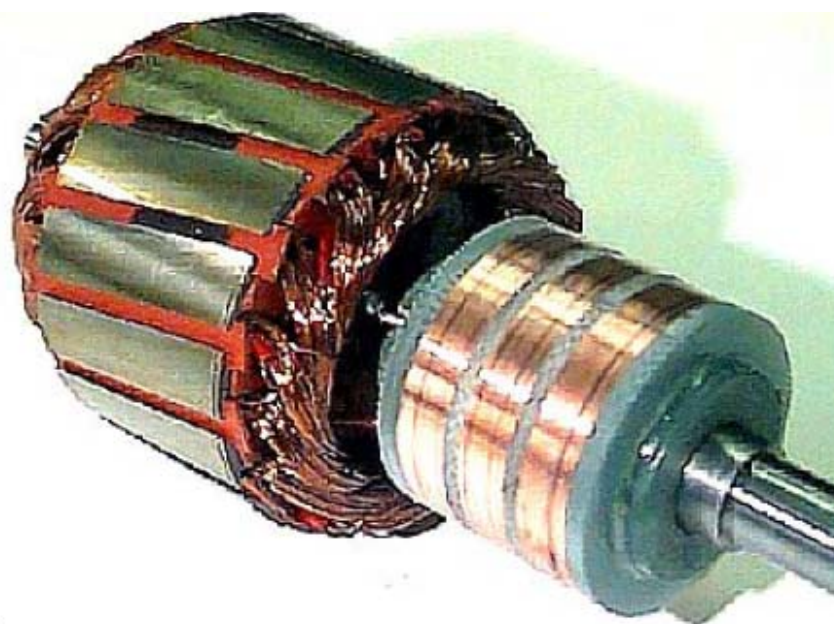
### STATOR:



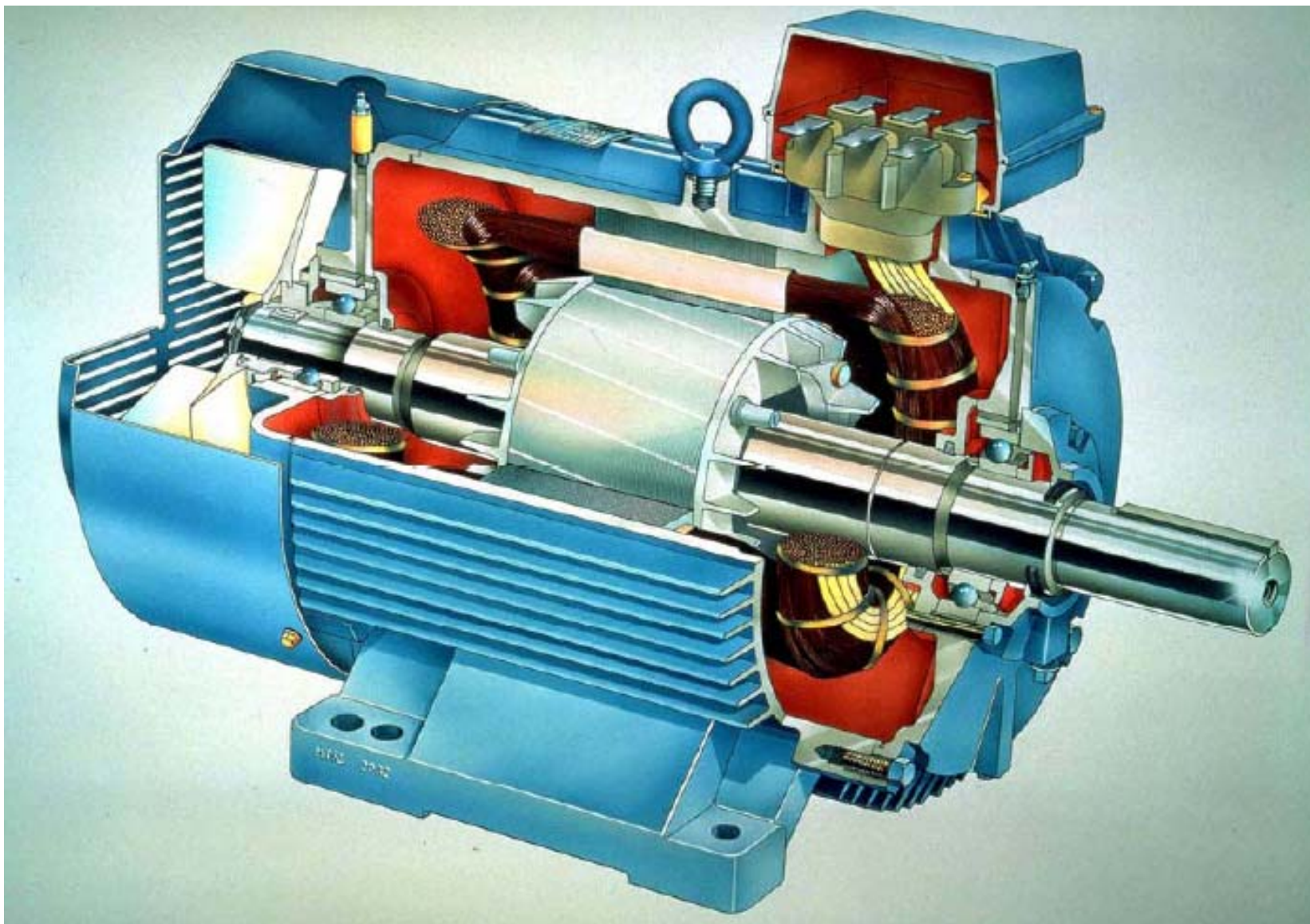
# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



ROTOR:



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## KHÁI NIỆM VỀ TỪ TRƯỜNG QUAY TRÒN:

- Trên stator bố trí **3 bộ dây quấn độc lập**.
- Ba bộ dây được lắp đặt lệch vị trí không gian từng đôi  $120^\circ$
- Cấp các dòng điện xoay chiều lệch pha thời gian từng đôi  $120^\circ$  vào 3 bộ dây

Từ trường tạo bởi mỗi pha dây quấn là từ trường đập mạch.

**Từ trường tổng hợp từ ba từ trường đập mạch**

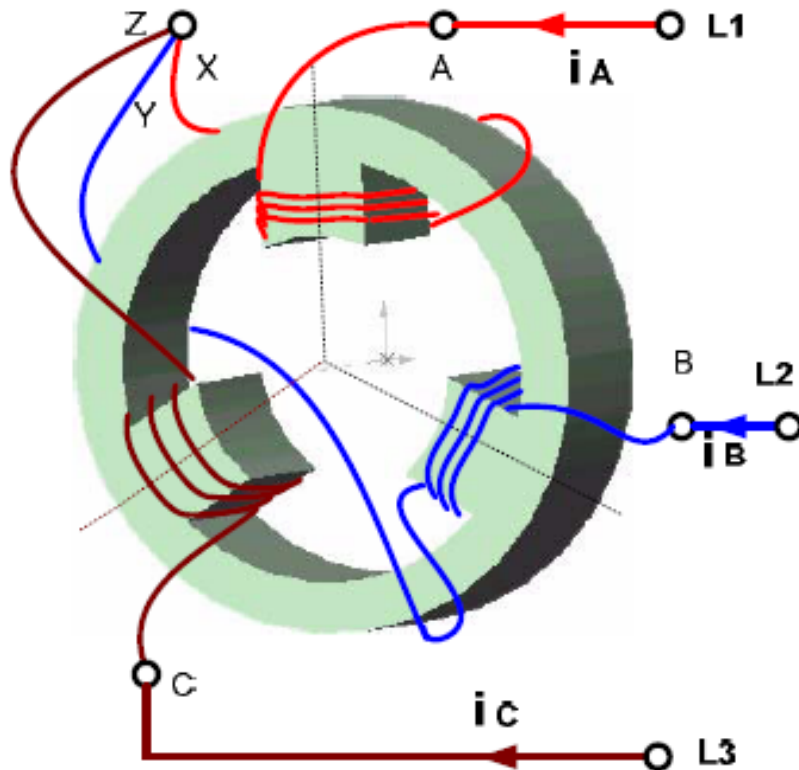
# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHƯƠNG PHÁP 1: áp dụng **phương pháp toán học**

PHƯƠNG PHÁP 2: áp dụng **phương pháp tổng hợp vector**

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHƯƠNG PHÁP 1: áp dụng **phương pháp toán học**



$$i_A(t) = I_m \cdot \sin(\omega t)$$

$$i_B(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 240^\circ)$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

AX

BY

CZ

$$B_A(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot X}{\tau}\right)$$

$$B_B(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t - 120^\circ) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot X}{\tau} - 120^\circ\right)$$

$$B_C(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t - 240^\circ) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot X}{\tau} - 240^\circ\right)$$

$$B(t, x) = B_A(t, x) + B_B(t, x) + B_C(t, x)$$

$$B(t, x) = \frac{3 \cdot B_m}{2} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi \cdot X}{\tau}\right)$$



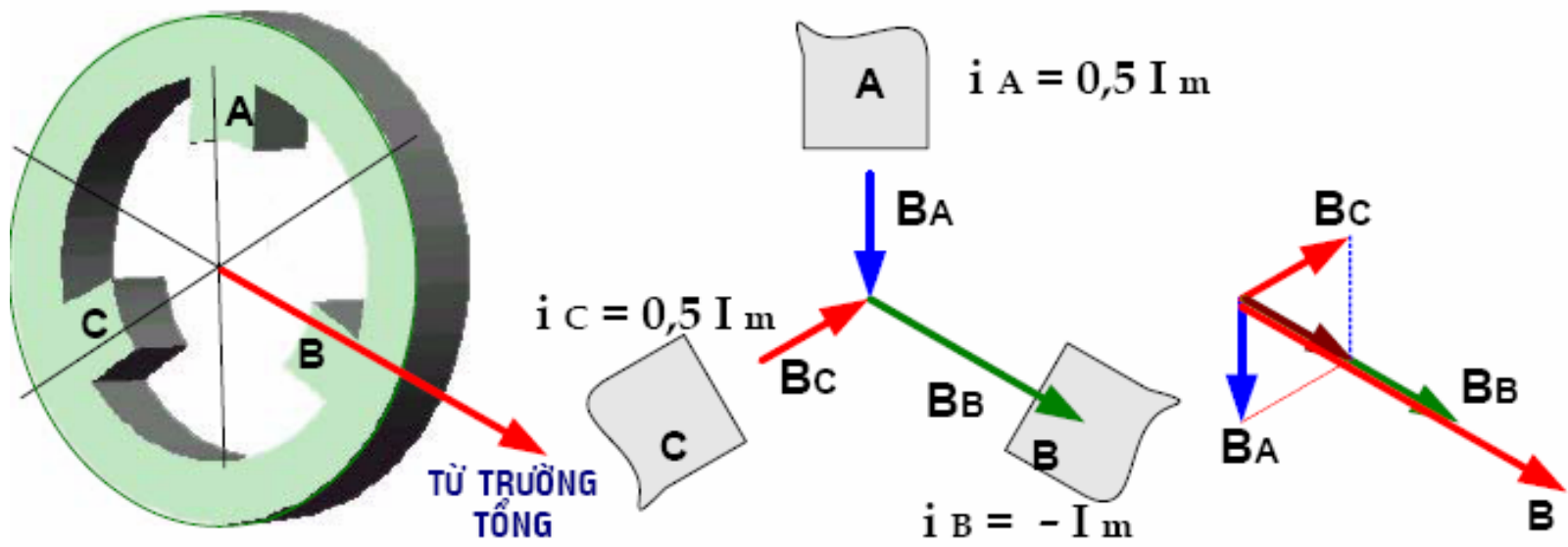
# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHƯƠNG PHÁP 2: áp dụng **phương pháp tổng hợp vector**

| $\omega t$ | $\pi/6$   | $\pi/2$    | $5\pi/6$  |
|------------|-----------|------------|-----------|
| $i_A$      | $0,5 I_m$ | $I_m$      | $0,5 I_m$ |
| $i_B$      | $-I_m$    | $-0,5 I_m$ | $0,5 I_m$ |
| $i_C$      | $0,5 I_m$ | $-0,5 I_m$ | $-I_m$    |

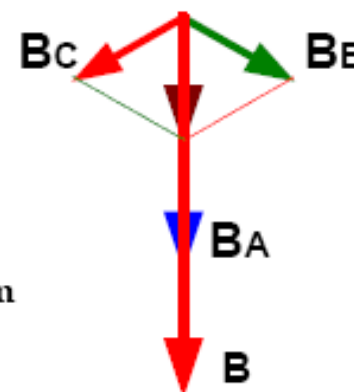
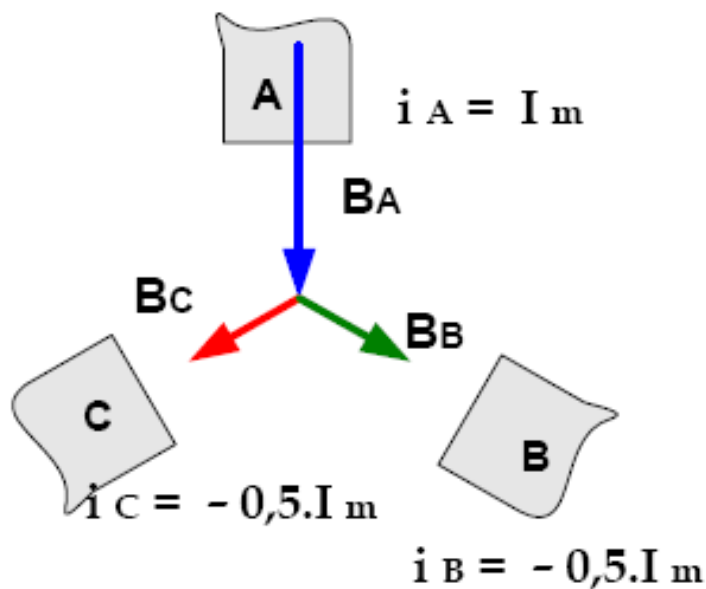
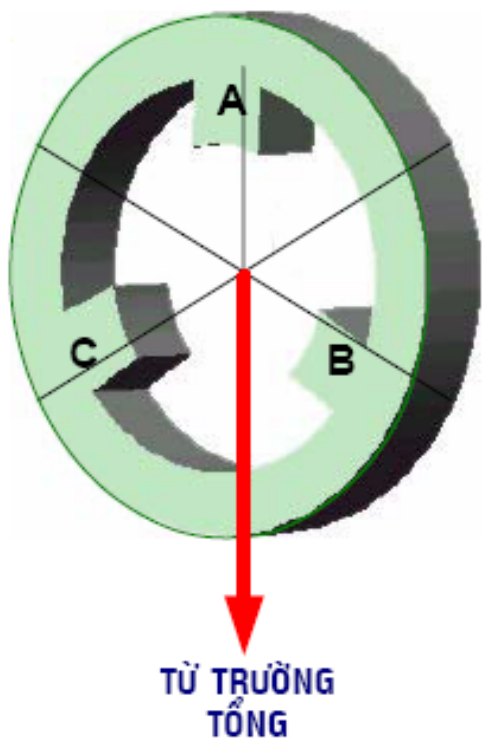
| $7\pi/6$   | $3\pi/2$  | $11\pi/6$  |
|------------|-----------|------------|
| $-0,5 I_m$ | $-I_m$    | $-0,5 I_m$ |
| $I_m$      | $0,5 I_m$ | $-0,5 I_m$ |
| $-0,5 I_m$ | $0,5 I_m$ | $I_m$      |

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



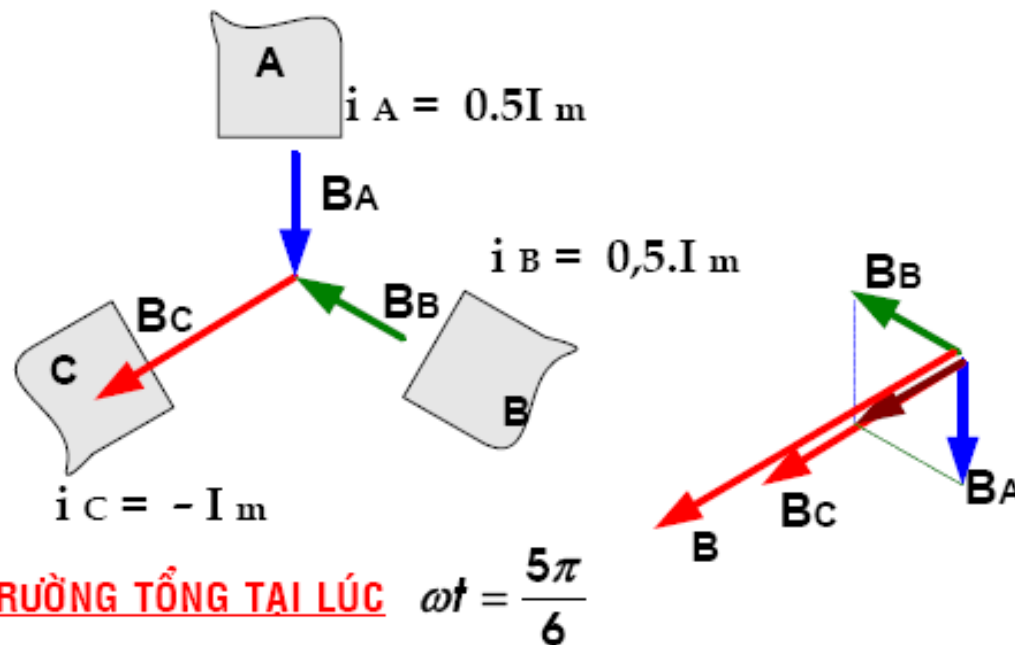
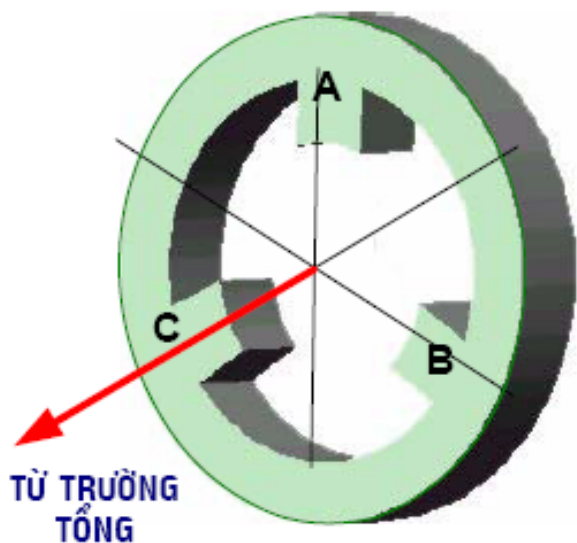
TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC  $\omega t = \frac{\pi}{6}$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

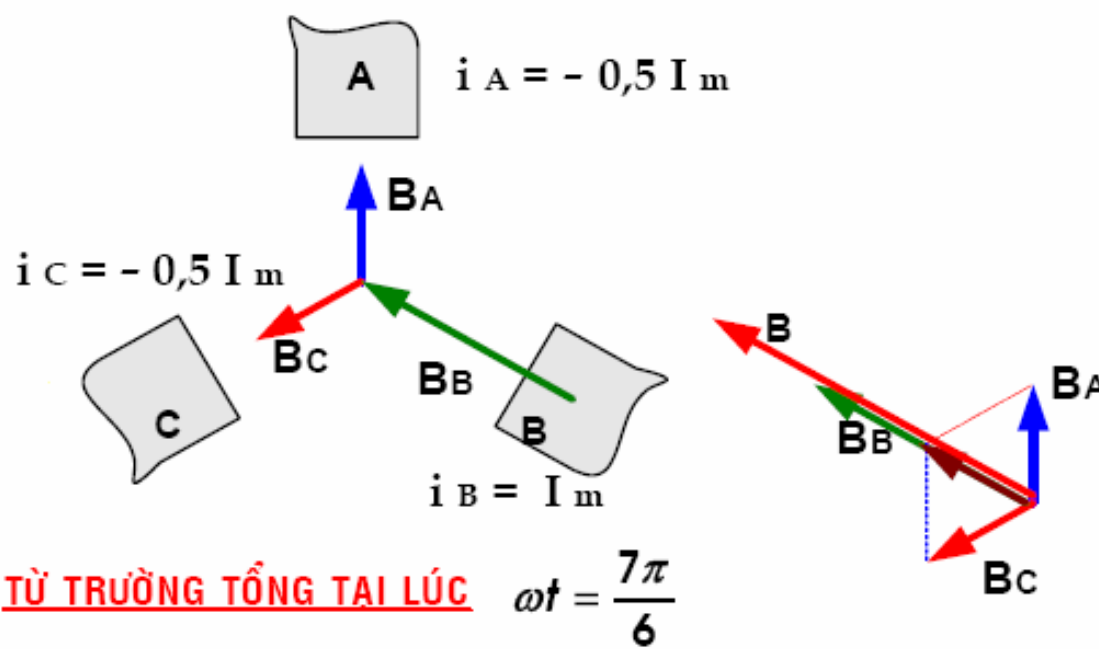
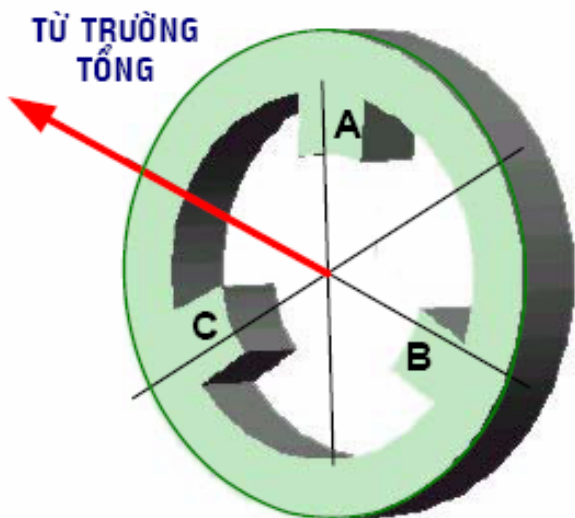


TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC  $\omega t = \frac{\pi}{2}$

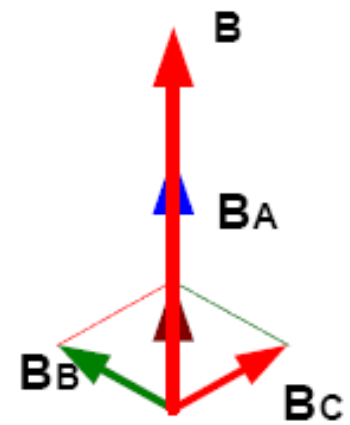
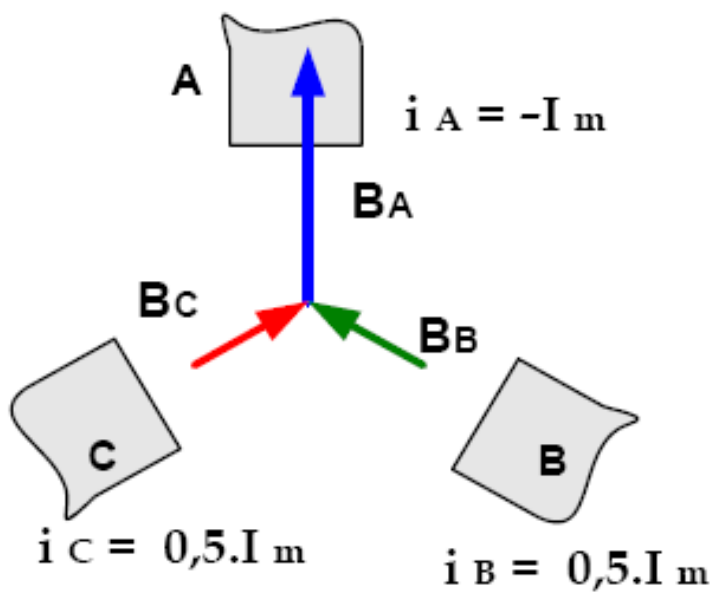
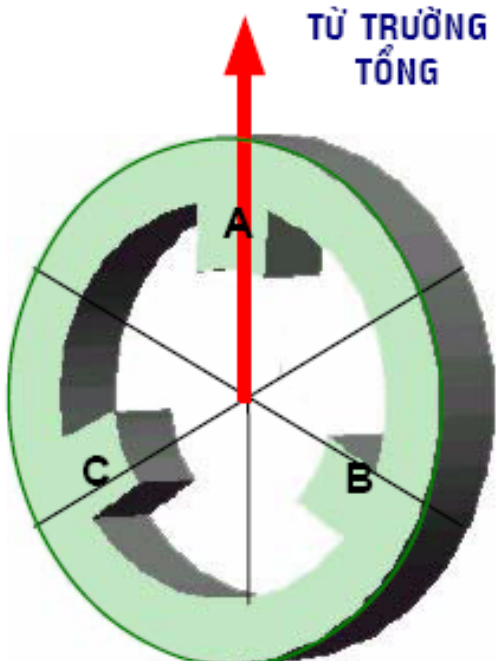
# ĐỘNG CƠ KẾ B 3 PHA



# ĐỘNG CƠ KẾ B 3 PHA

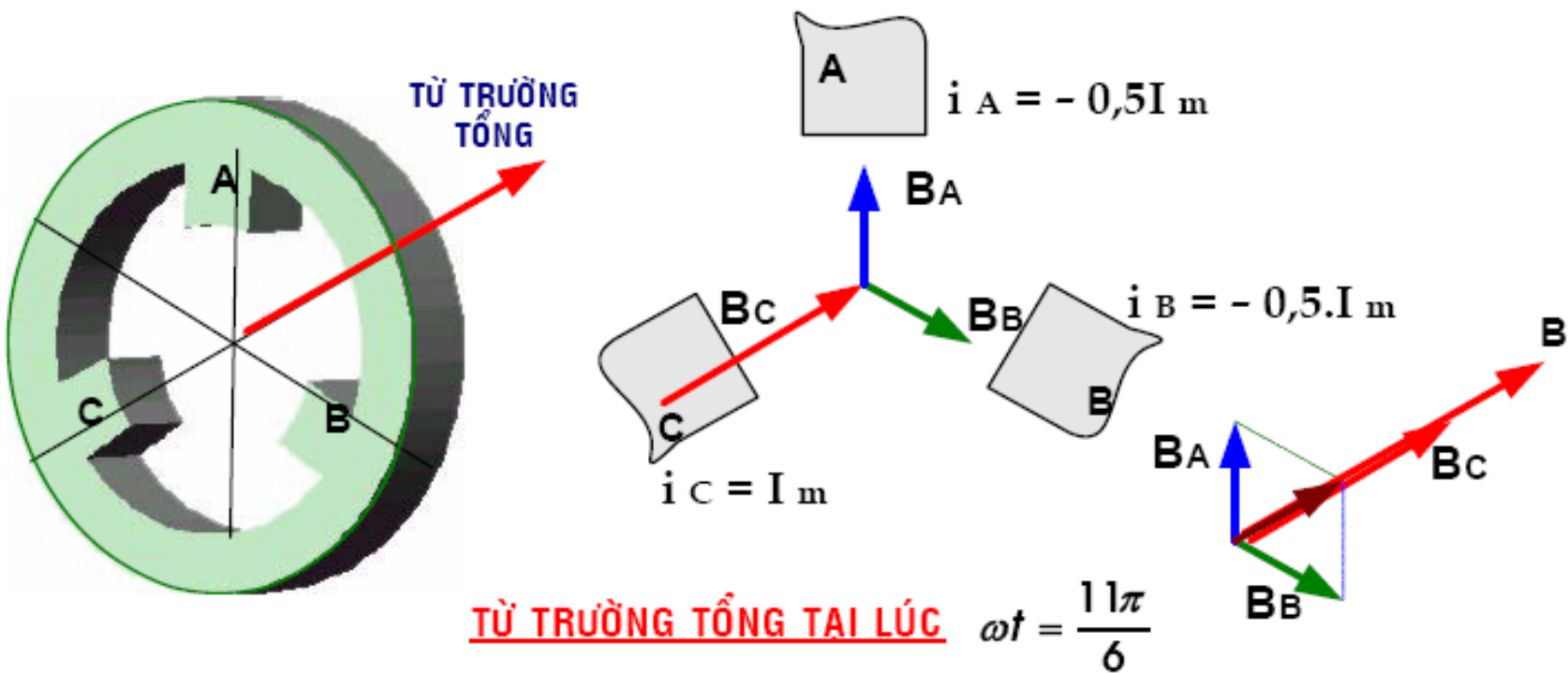


# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC  $\omega t = \frac{3\pi}{2}$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## ĐẶC ĐIỂM CỦA TỪ TRƯỜNG QUAY :

## VẬN TỐC CỦA TỪ TRƯỜNG QUAY :

Tần số  $f$  của nguồn điện cấp vào dây quấn stator.  
Số đôi cực ( $p$ ) của động cơ.

$$f = \frac{p \cdot n_1}{60}$$

$p$  là số đôi cực từ

$$[f] = [\text{Hz}]$$

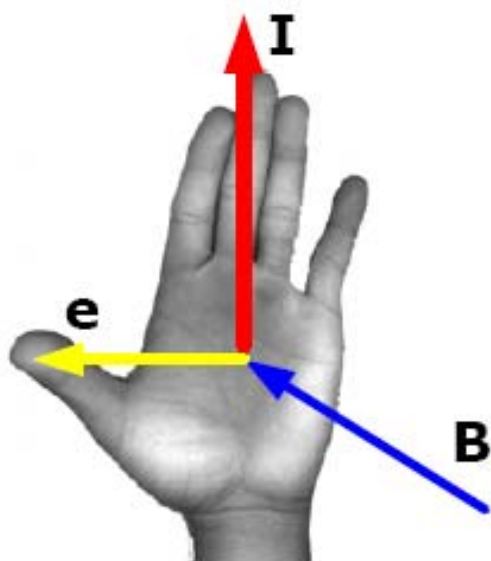
$$[n_1] = \left[ \frac{\text{vòng}}{\text{phút}} \right]$$



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

### ĐỊNH LUẬT CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ:



hình thành sức điện động trong thanh dẫn di chuyển cắt đường sức từ trường.

$$e = -\frac{B \cdot dS}{dt} = -B \cdot l \left( \frac{dx}{dt} \right) = -B \cdot l \cdot v$$

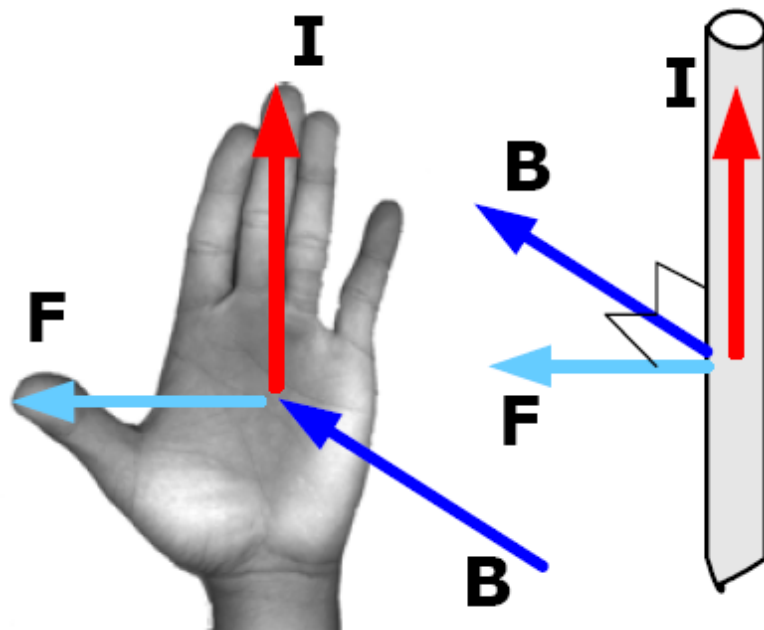
Qui tắc bàn tay trái

# ĐỘNG CƠ KẾTB 3 PHA

## ĐINH LUẬT VỀ LỰC ĐIỆN TỪ :

$$F = B.I.L. \sin \alpha$$

lực điện từ tác động lên thanh dẫn đang mang dòng điện và đặt trong từ trường



$$F = B.I.L$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

**vận tốc của rotor không thể đạt bằng vận tốc của từ trường**

$n_1$  : vận tốc của từ trường quay ( hay tốc độ đồng bộ)

$n_2$  : vận tốc của rotor .

$s$  : độ trượt của động cơ.

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - s)$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

Động cơ không đồng bộ ba pha  $2p = 4$  cực, được cấp nguồn xoay chiều 3 pha có tần số là  $f = 50\text{Hz}$ . Bảng lý lịch của động cơ có ghi tốc độ định mức là **1425 vòng/phút** . Xác định :

a./ Tốc độ của từ trường quay.

b./ Độ trượt của động cơ tại tải định mức.

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## CÁC PHƯƠNG TRÌNH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ:

### PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG ÁP Ở STATOR:

Dây quấn stator có thể đấu theo dạng Y hay  $\Delta$

$V_1$  : **Áp pha hiệu dụng** cấp vào mỗi pha dây quấn phía stator.  
 $f_1$  : tần số nguồn điện cấp vào dây quấn stator.

Sức điện động cảm ứng hiệu dụng trên mỗi pha

$$E_1 = 4,44 \cdot f_1 \cdot N_1 \cdot K_{dq1} \cdot \Phi_m$$

$N_1$  : tổng số vòng một pha dây quấn stator

$K_{dq1}$  : hệ số dây quấn một pha stator,

$$\dot{V}_1 + \dot{E}_1 = (R_1 + j \cdot X_{t1}) \cdot \dot{I}_1$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG ÁP Ở ROTOR:

Trường hợp **rotor đứng yên** không quay.

Trường hợp **rotor quay**.

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## Khi rotor đứng yên

$$E_2 = 4,44 \cdot f_2 \cdot N_2 \cdot K_{dq2} \cdot \Phi_m \quad (\text{Rotor đứng yên})$$

$$f_2 = f_1 \quad (\text{Rotor đứng yên})$$

$N_2$  : tổng số vòng một pha dây quấn rotor

$K_{dq2}$  : hệ số dây quấn của một pha rotor.

$$\dot{E}_2 = (R_2 + j \cdot X_{t2}) \cdot \dot{I}_2 \quad (\text{Rotor đứng yên})$$

$R_2$  : điện trở nội của mỗi pha dây quấn rotor

$X_{t2}$  : điện kháng tản từ mỗi pha phía rotor

Khi rotor quay với tốc độ quay là  $n_2$

| TRẠNG THÁI     | TỐC ĐỘ TỰ TRƯỜNG QUAY SO VỚI ROTOR | TẦN SỐ ROTOR |
|----------------|------------------------------------|--------------|
| Rotor đứng yên | $n_1$                              | $f_2 = f_1$  |
| Rotor quay     | $s.n_1$                            | $f_2$        |

Tần số phía rotor lúc đang quay được xác định như sau:

$$f_2 = \frac{s.n_1.f_1}{n_1} = s.f_1$$

| TRẠNG THÁI     | SỨC ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG ROTOR            | ĐIỆN KHÁNG TẢN TỰ ROTOR     |
|----------------|--|-----------------------------|
| Rotor đứng yên | $E_2 = 4,44.f_1.N_2.k_{dq2}.\Phi_m$    | $X_{t2} = 2\pi.f_1.L_{t2}$  |
| Rotor quay     | $E_{2s} = 4,44.f_2.N_2.k_{dq2}.\Phi_m$ | $X_{t2s} = 2\pi.f_2.L_{t2}$ |

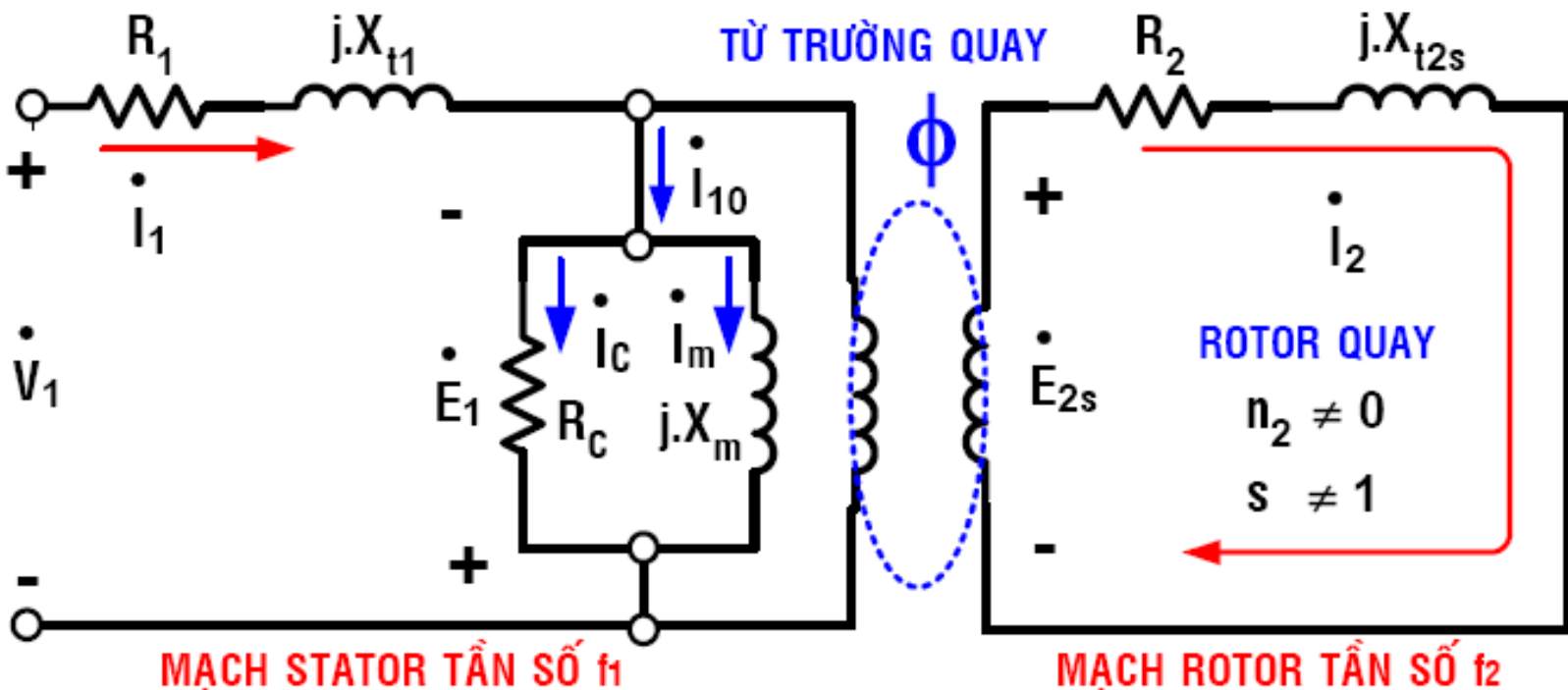
$$E_{2s} = s.E_2$$

$$X_{t2s} = s.X_{t2}$$



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## MẠCH ĐIỆN TƯƠNG ĐƯƠNG



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$K_{bd} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{4,44 \cdot f_1 \cdot N_1 \cdot K_{dq1} \cdot \Phi_m}{4,44 \cdot f_1 \cdot N_2 \cdot K_{dq2} \cdot \Phi_m} = \frac{N_1 \cdot K_{dq1}}{N_2 \cdot K_{dq2}}$$

**tỉ số biến đổi**  $K_{bd}$

$$\dot{E}'_2 = K_{bd} \cdot \dot{E}_2 \quad \dot{i}'_2 = \left( \frac{N_2 \cdot K_{dq2}}{N_1 \cdot K_{dq1}} \right) \cdot \dot{i}_2 = \frac{\dot{i}_2}{K_{bd}}$$

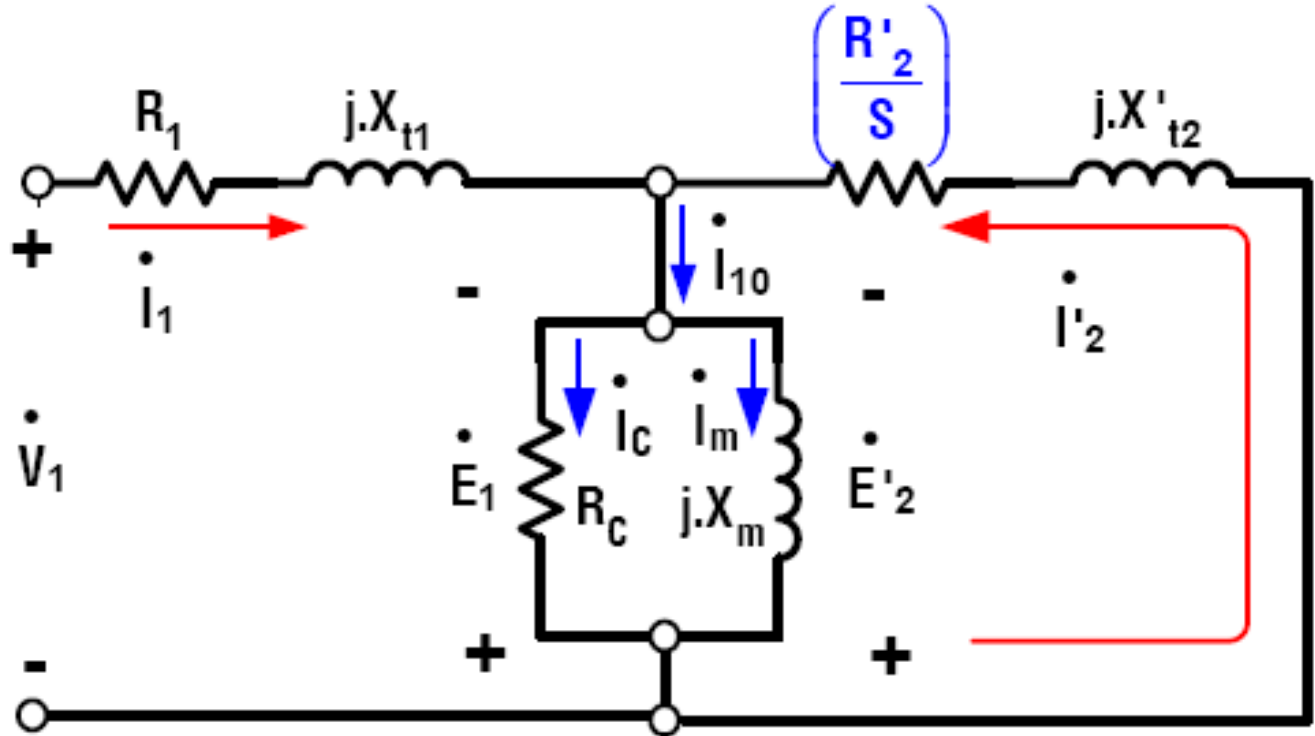
$$R'_2 = (K_{bd})^2 \cdot R_2$$

$$X'_{t2} = (K_{bd})^2 \cdot X_{t2}$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA


$$\dot{E}_1 = \dot{E}'_2 = \left( \frac{R'_2}{s} + j.X'_{t2} \right) \cdot \dot{I}'_2$$


$$\dot{I}_1 + \dot{I}'_2 = \dot{I}_{10}$$



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$\frac{R'_2}{s} = R'_2 + \left( \frac{1-s}{s} \right) \cdot R'_2$$

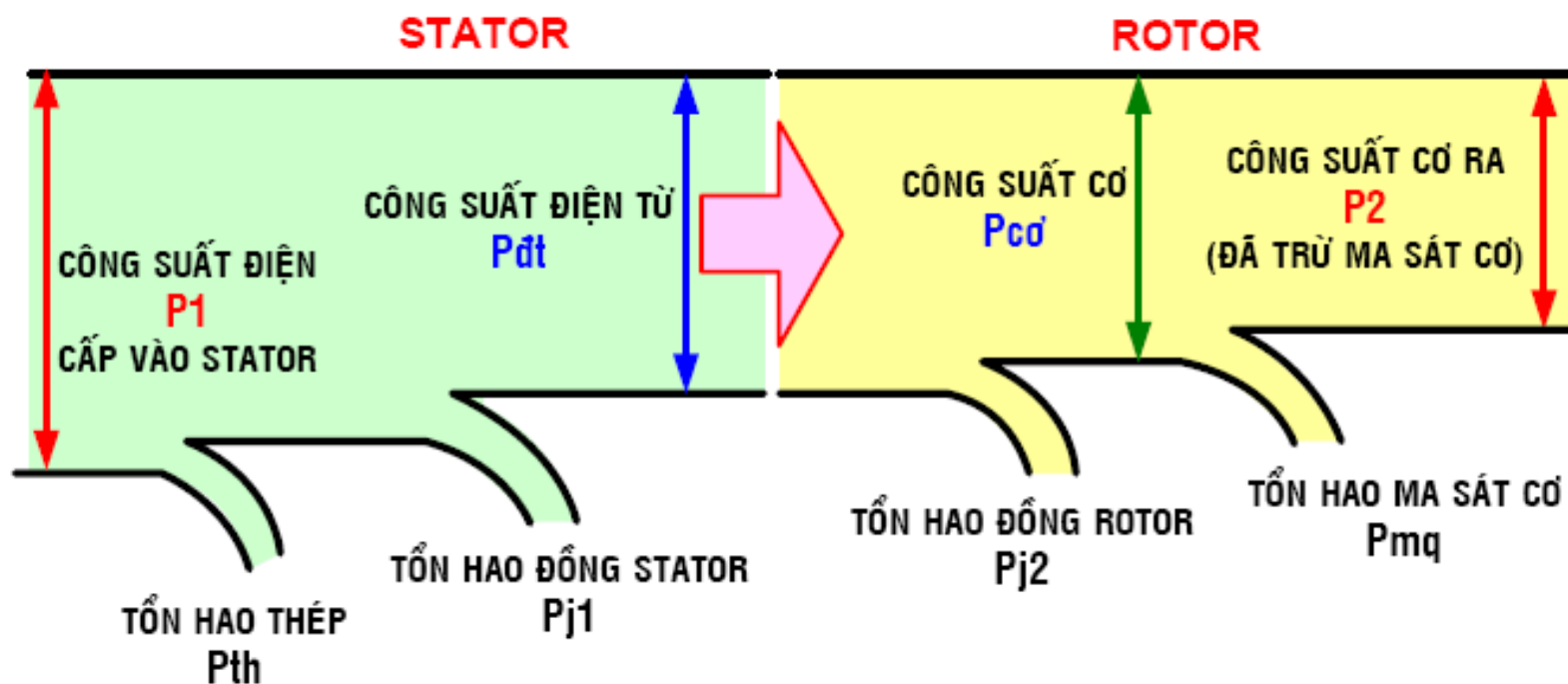
  $R'_2$  : điện trở dây quấn rotor qui về stator.

  $\left( \frac{1-s}{s} \right) \cdot R'_2$  : đặc trưng cho cơ năng hữu ích trên trục của động cơ.

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## GIẢI ĐỒ PHÂN BỐ NĂNG LƯỢNG

## HIỆU SUẤT CỦA ĐỘNG CƠ



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

CÔNG SUẤT ĐIỆN CUNG CẤP VÀO ĐỘNG CƠ (THÔNG QUA DÂY QUẢN STATOR):

$$P_1 = 3 \cdot V_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1$$

TỶ SỐ HAO THÉP

$$P_{th} = 3 \cdot R_c \cdot I_c^2$$

TỶ SỐ HAO TRÊN DÂY QUẢN STATOR (TỶ SỐ HAO ĐỒNG STATOR):

$$P_{j1} = 3 \cdot R_1 \cdot I_1^2$$

CÔNG SUẤT ĐIỆN TỪ CHUYỂN TỪ STATOR SANG ROTOR:

$$P_{\text{điện từ}} = P_1 - (P_{th} + P_{j1})$$

$$P_{\text{điện từ}} = 3 \cdot \left( \frac{r_2'}{s} \right) \cdot I_2'^2 = 3 \cdot \left( \frac{r_2}{s} \right) \cdot I_2^2$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

TỒN HAO TRÊN DÂY QUẢN ROTOR (TỒN HAO ĐỒNG ROTOR):

$$P_{j2} = 3.R'_2 . I_2'^2 = 3.R_2 . I_2^2$$

CÔNG SUẤT CƠ TRÊN TRỤC CỦA ĐỘNG CƠ

(CHƯA TRỪ ĐI TỒN HAO MA SÁT CƠ QUẠT GIÓ)

$$P_{cơ} = 3.R'_2 . \left( \frac{1-s}{s} \right) . I_2'^2 = 3.R_2 . \left( \frac{1-s}{s} \right) . I_2^2$$

CÔNG SUẤT CƠ RA TRÊN TRỤC ĐỘNG CƠ

(ĐÃ TRỪ TỒN HAO MA SÁT CƠ QUẠT GIÓ)

$$P_2 = P_{cơ} - P_{\text{ma sát cơ}}$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + (P_{th} + P_{j1} + P_{j2} + P_{mq})}$$

$$P_{\text{điện từ}} = P_{j2} + P_{\text{cơ}}$$

$$P_{j2} = s \cdot P_{\text{điện từ}}$$

$$P_{\text{cơ}} = (1 - s) \cdot P_{\text{điện từ}}$$



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ:

### BIỂU THỨC TỔNG QUÁT CỦA MOMEN:

**M** là momen cơ trên trục của động cơ

$$M = \frac{P_2}{\Omega_2} = \frac{P_2}{2\pi \cdot n_2}$$

$\Omega_2$  là vận tốc quay góc

$$[P_2] = [W] ; [n_2] = \left[ \frac{\text{vòng}}{s} \right] ; [M] = [Nm]$$

$$M = \frac{60 \cdot P_2}{2\pi \cdot n_2} = 9,55 \cdot \frac{P_2}{n_2} \quad [n_2] = \left[ \frac{\text{vòng}}{\text{phút}} \right]$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## MOMEN CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ :

Khi xem như **tổn hao ma sát cơ không đáng kể**

$$M_2 = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{cơ}}}{n_2} = 9,55 \cdot \frac{3R'_2 \cdot \left( \frac{1-s}{s} \right) \cdot I_2'^2}{n_2}$$

$$M_2 = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{cơ}}}{n_2} = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{điện từ}}}{n_1}$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

đặt Momemen điện từ thỏa quan hệ sau:

$$M_{\text{điện từ}} = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{điện từ}}}{n_1} = 9,55 \cdot \frac{3 \left( \frac{R'_2}{s} \right) \cdot I_2'^2}{n_1}$$

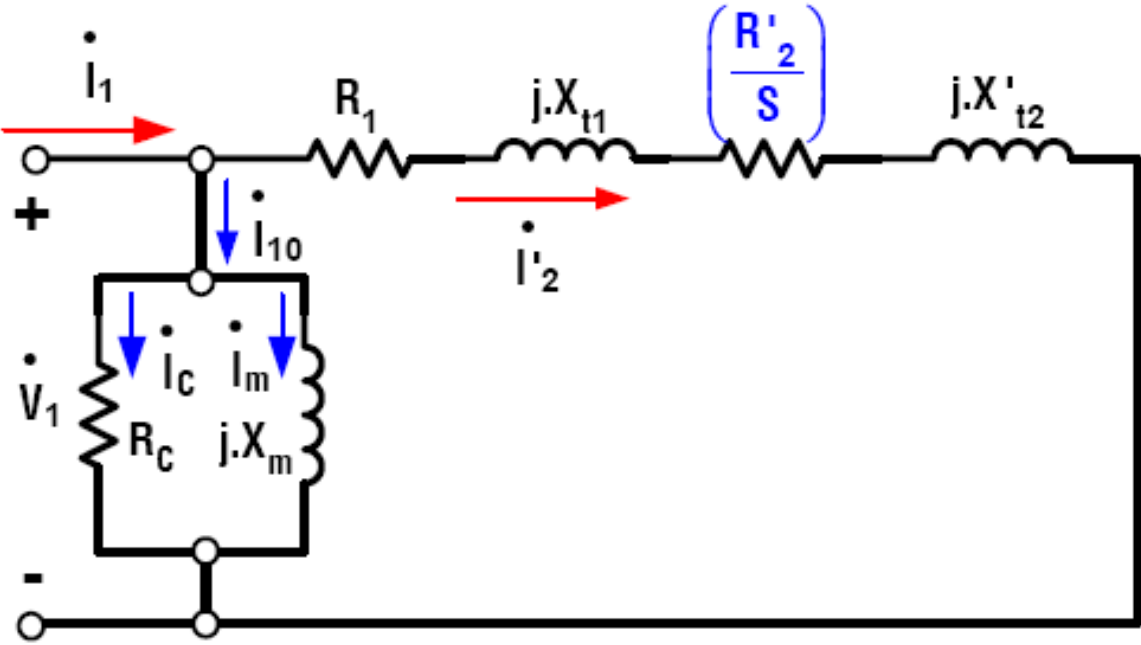
**$M_2 = M_{\text{điện từ}}$  khi**

?

Tại lúc động cơ khởi động (hay mở máy)

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## BIỂU THỨC TÍNH GẦN ĐÚNG CỦA MOMEN ĐIỆN TỪ



$$R_n = R_1 + R'_2$$

$$X_n = X_{t1} + X'_{t2}$$

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

$$I'_2 = \frac{V_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + X_n^2}}$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$M_{\text{điện từ}} = \left( \frac{9,55 \cdot 3 \cdot V_1^2}{n_1} \right) \cdot \frac{\left( \frac{R'_2}{s} \right)}{\left( R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + X_n^2}$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

## ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ :

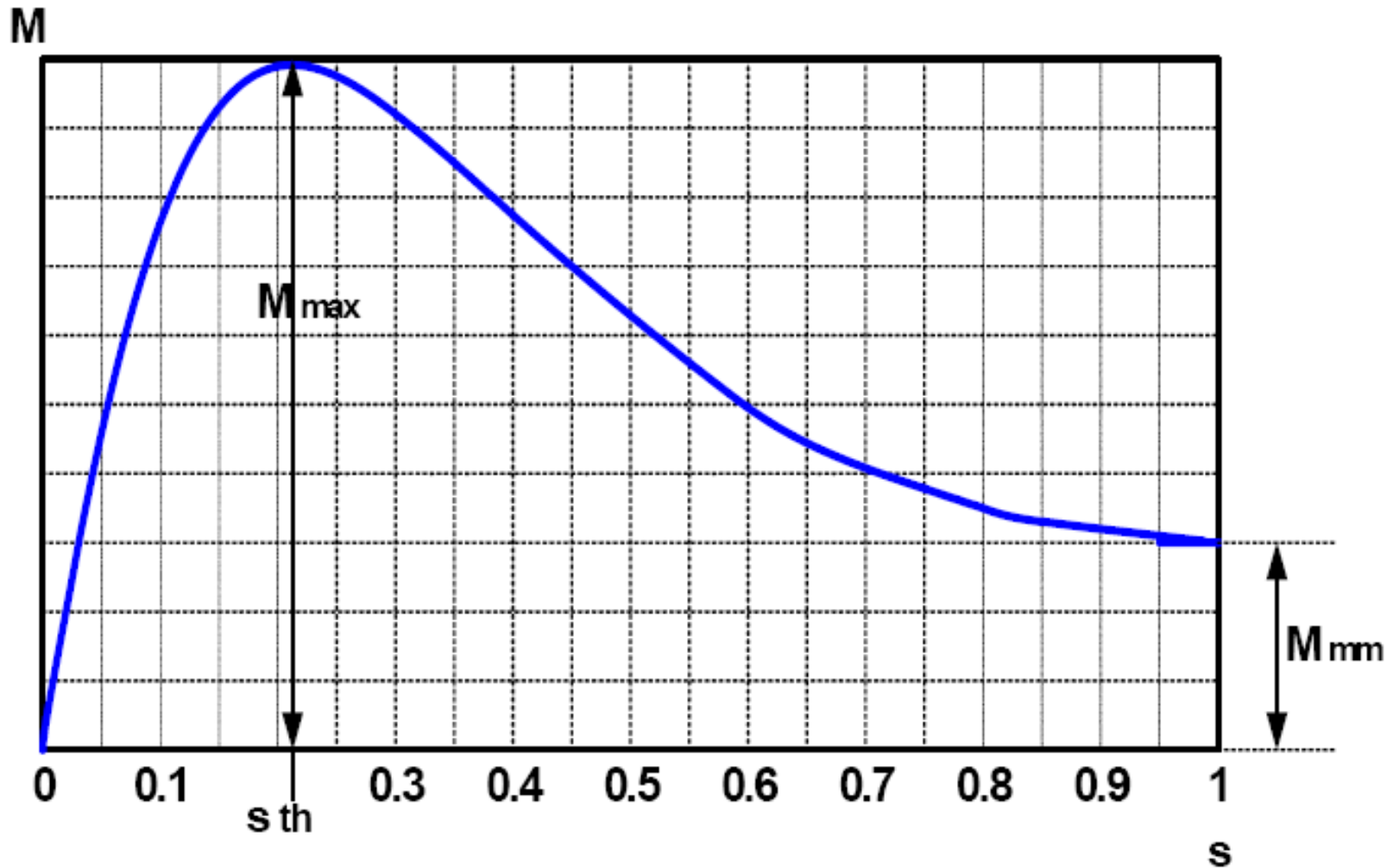
Đạo hàm  $\frac{dM}{ds} = 0$  khi

$$s_{th} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_n^2}}$$

Giá trị độ trượt lúc momen đạt cực trị được gọi là độ trượt tới hạn.

$$M_{max} = \left( \frac{9,55 \cdot 3 \cdot V_1^2}{n_1} \right) \cdot \frac{1}{2 \left( R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_n^2} \right)}$$

# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



# ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$M_{mm} = \left( \frac{9,55 \cdot 3 \cdot V_1^2}{n_1} \right) \cdot \frac{R'_2}{R_n^2 + X_n^2}$$





**Thank You !**