



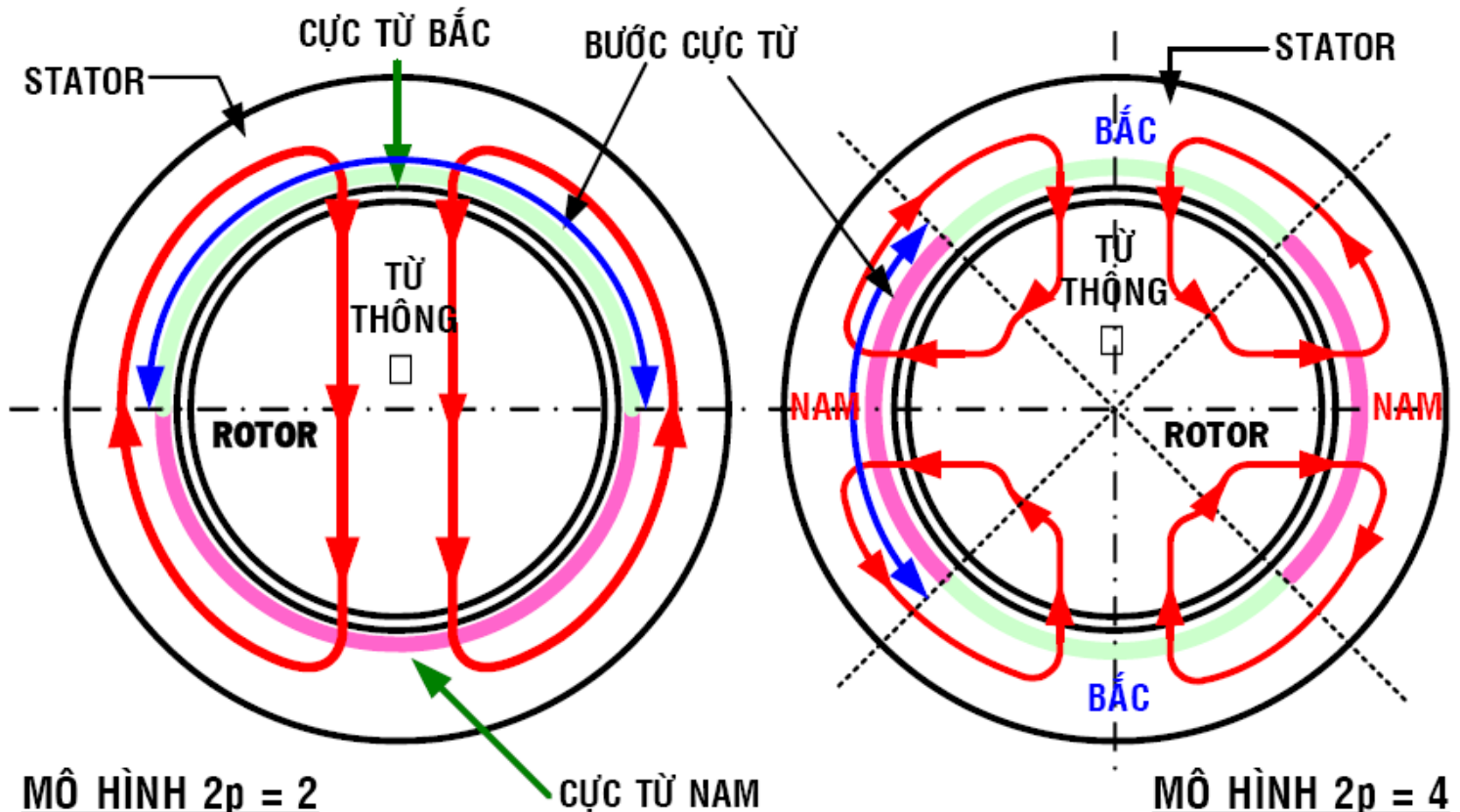
Kỹ thuật điện

Chương 6: Động cơ không đồng bộ (ĐCKĐB)

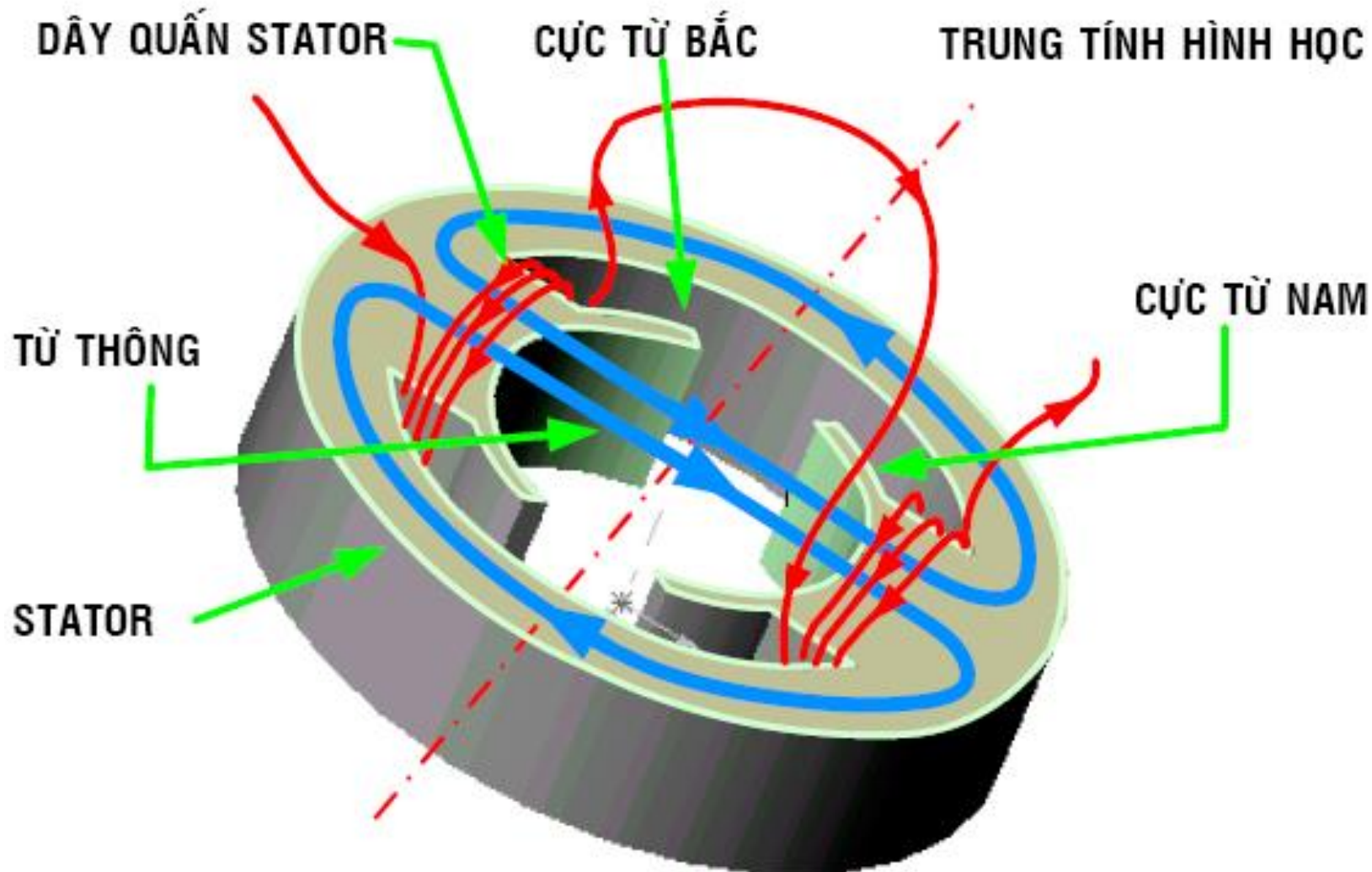
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

TỪ TRƯỜNG TRONG MẠCH TỪ CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN :

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

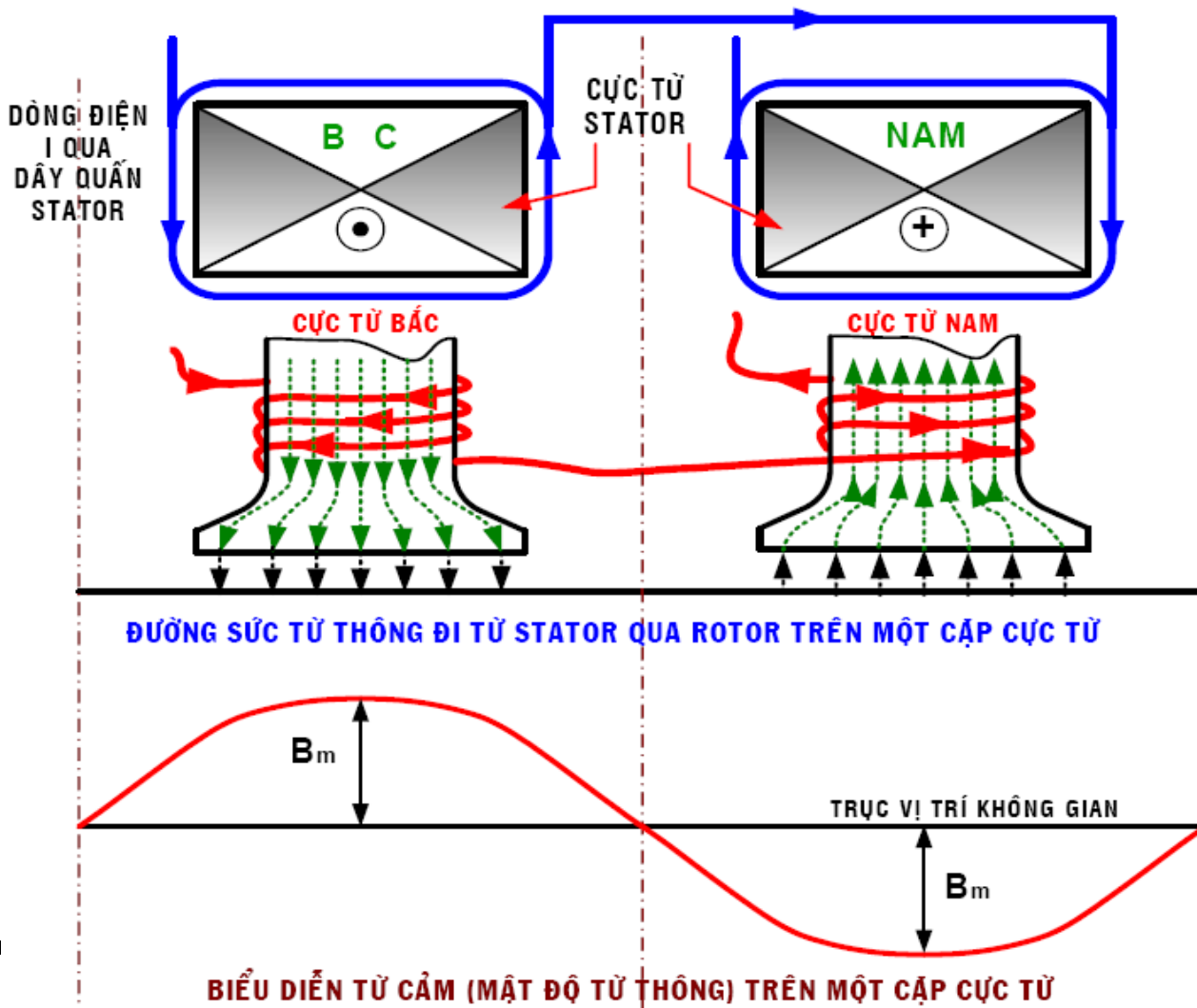


ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

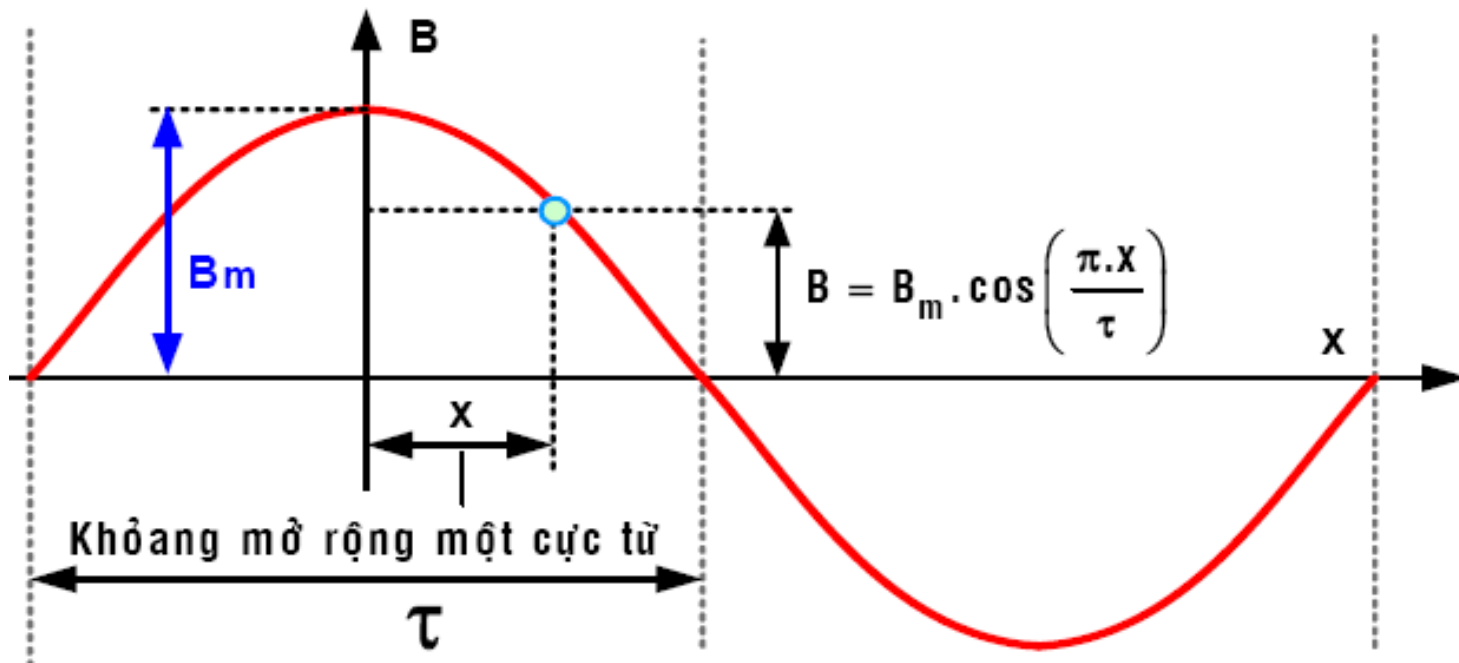


ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHÂN BỐ TỪ TRƯỜNG TRONG KHÔNG GIAN :



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



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

B_m : biên độ cực đại của từ cảm B

τ : bước cực từ

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

Bộ môn Điện và Điện tử



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

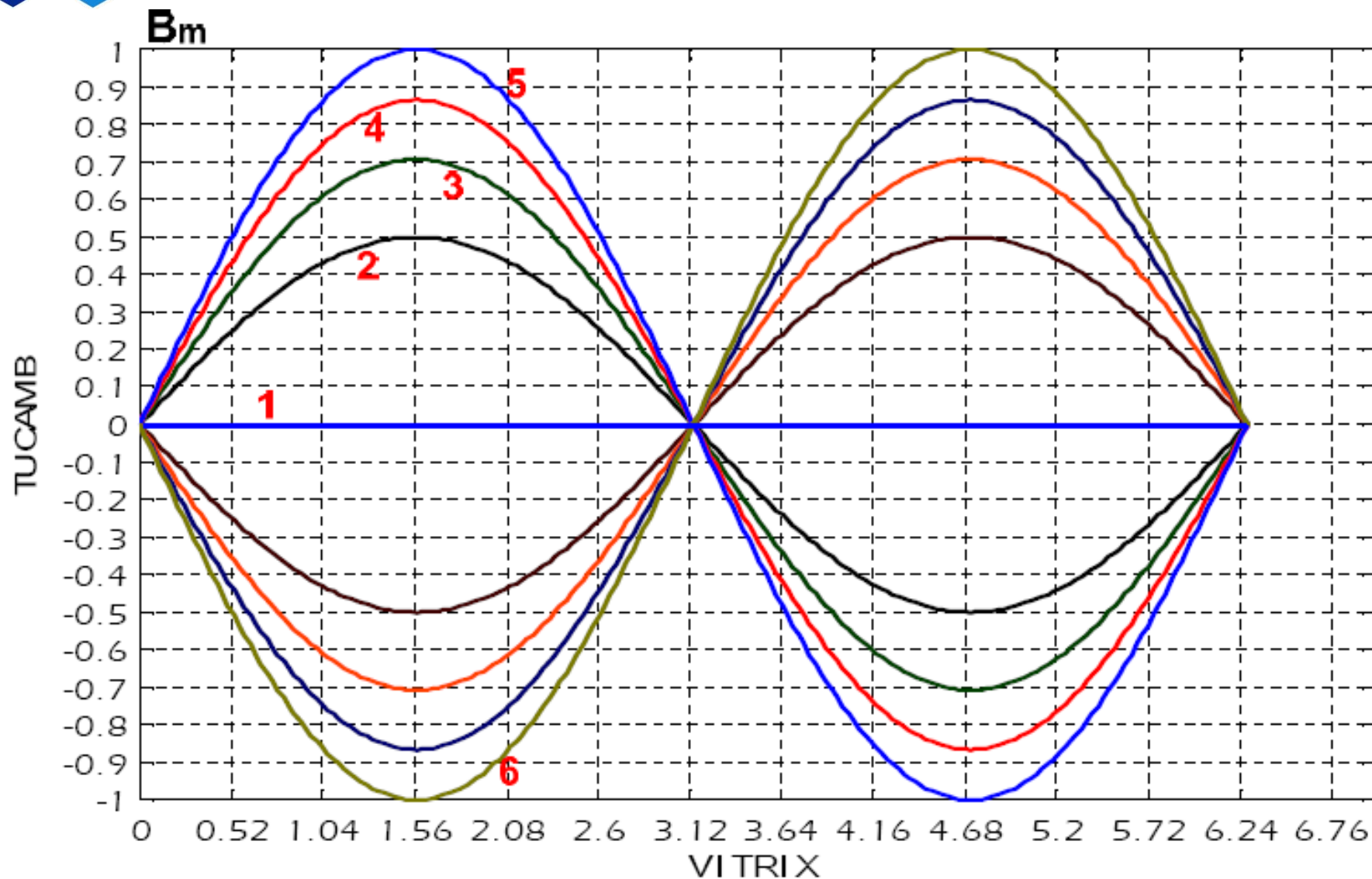
TỪ TRƯỜNG ĐÁP MẠCH :

➡ 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

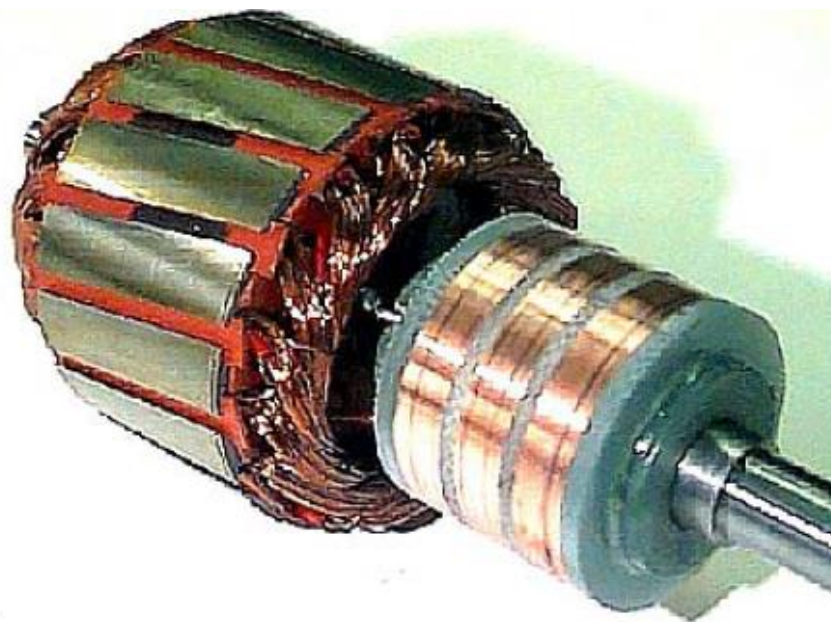
CẤU TẠO

STATOR:



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

ROTOR:





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°
- Cấp các dòng điện xoay chiều lệch pha thời gian từng đôi 120° 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



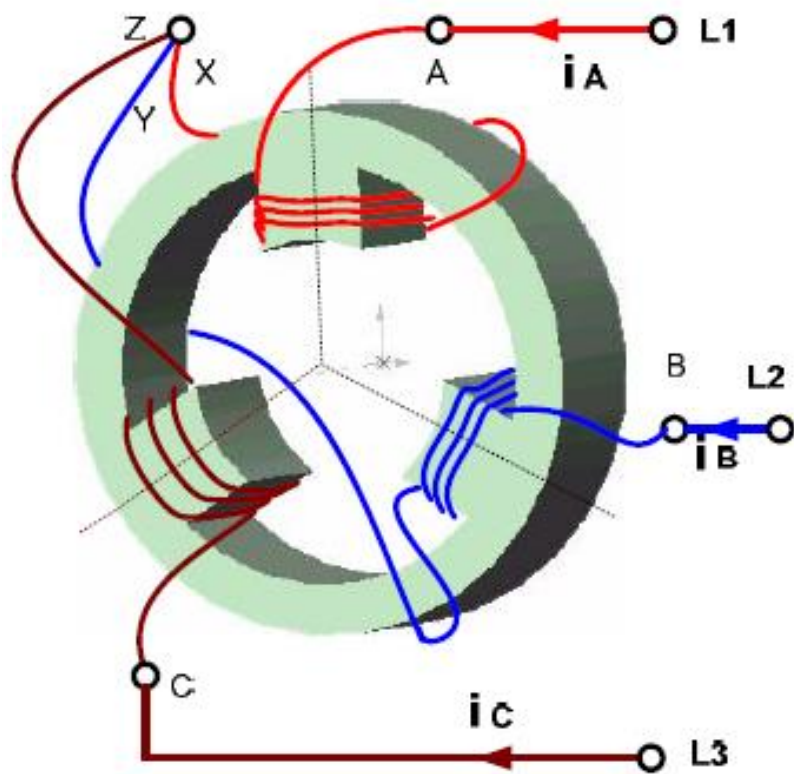
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

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**



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

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

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



AX

BY

CZ,

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

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

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

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

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

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



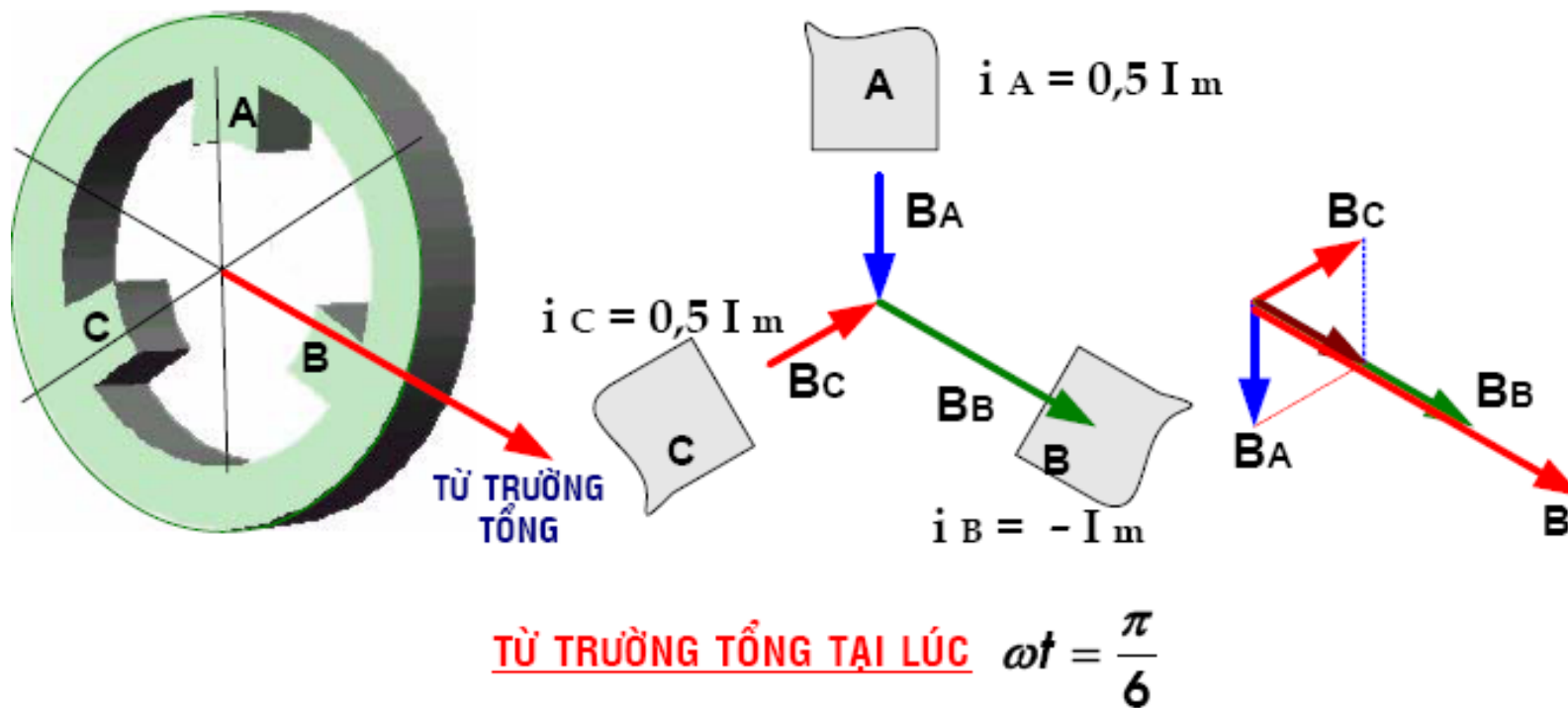
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

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

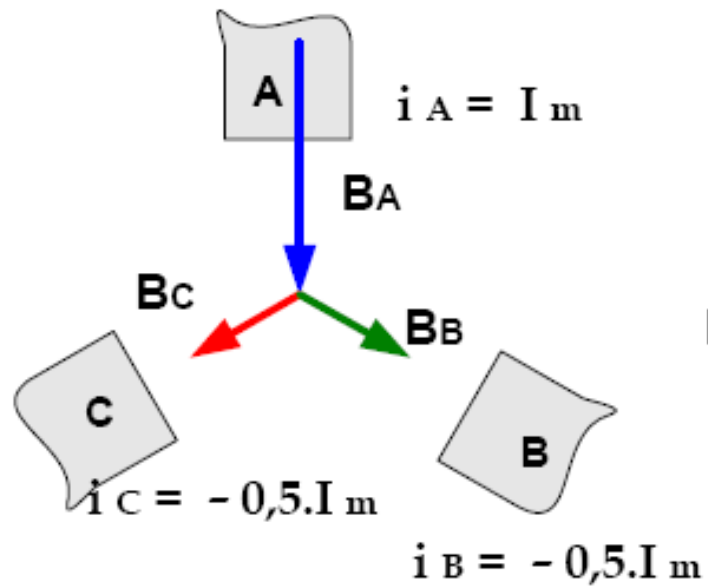
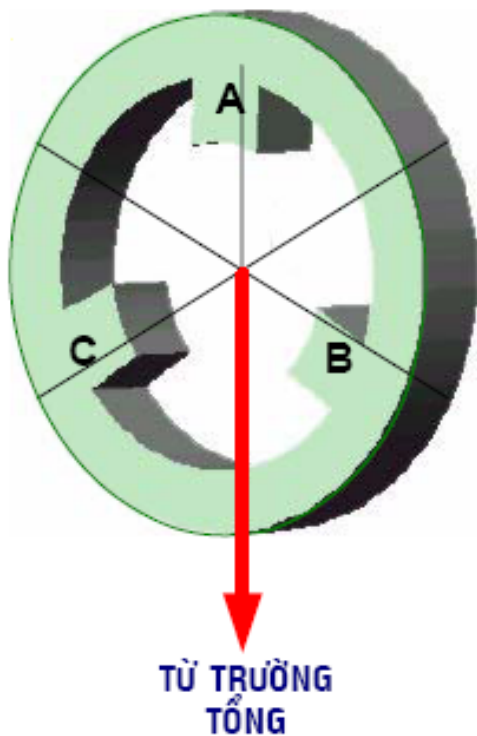
ωt	$\pi/6$	$\pi/2$	$5\pi/6$
i_A	$0,5 I_m$	I_m	$0,5 I_m$
i_B	$-I_m$	$-0,5 I_m$	$0,5 I_m$
i_C	$0,5 I_m$	$-0,5 I_m$	$-I_m$

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

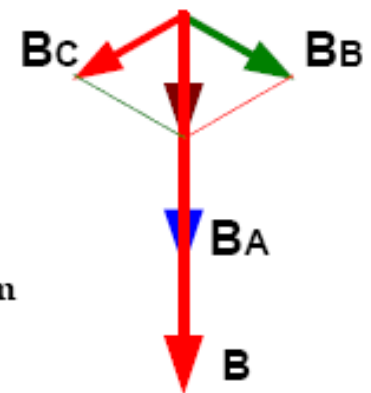
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



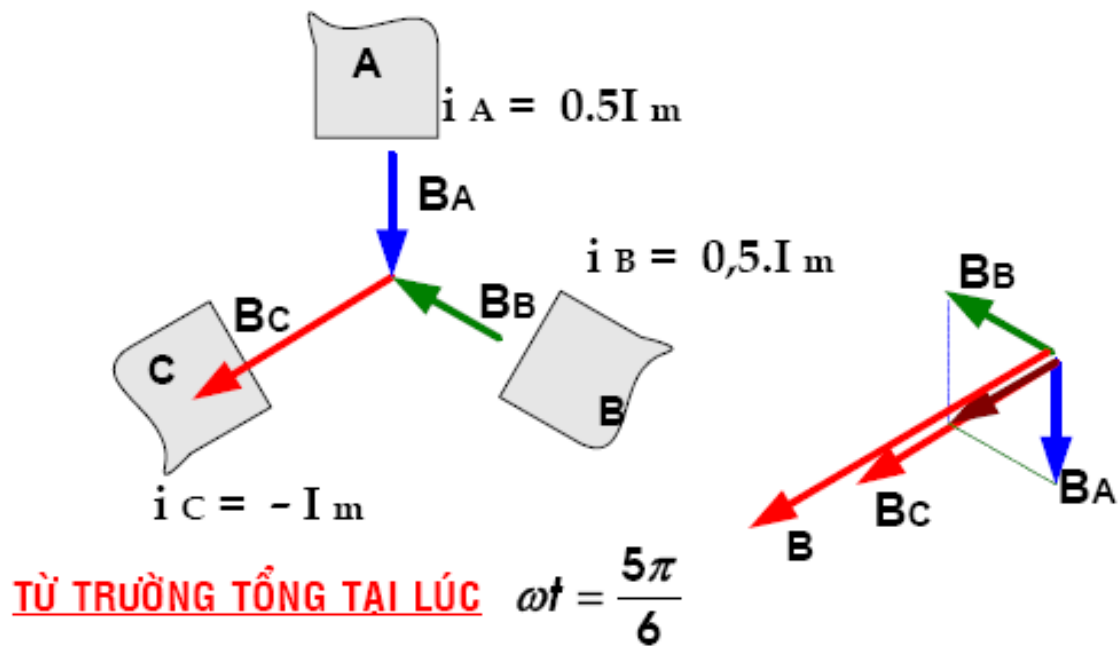
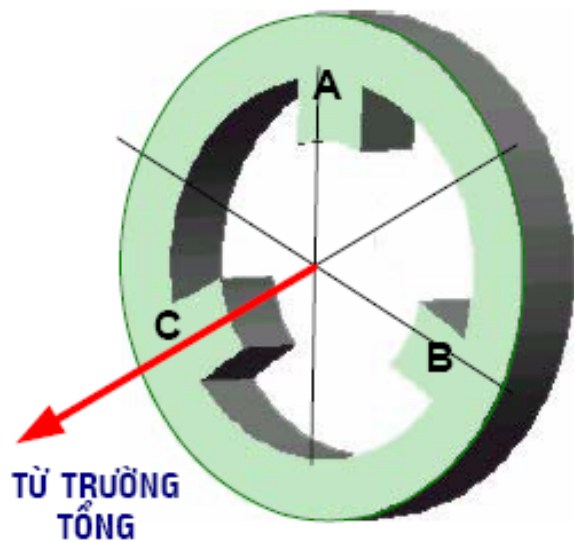
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



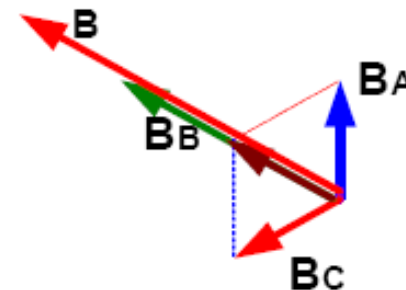
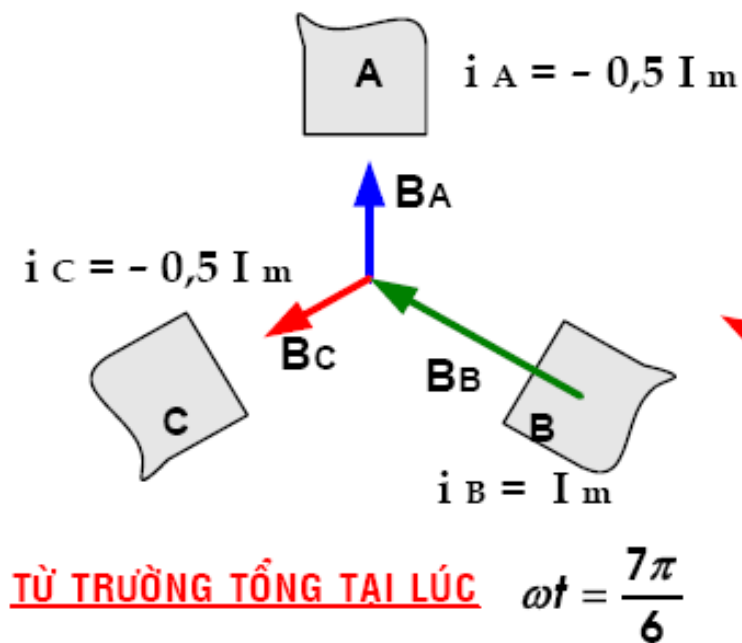
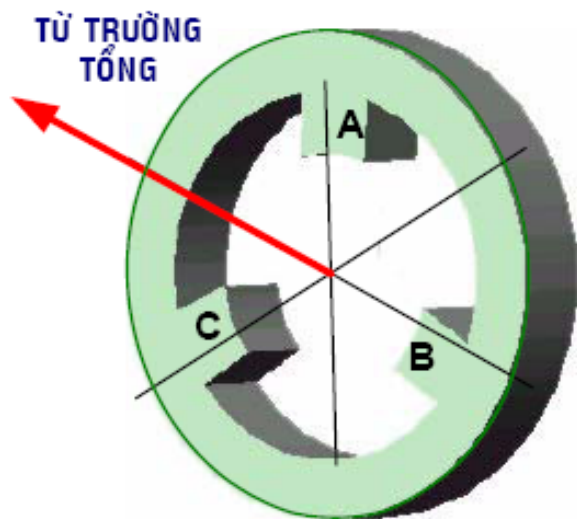
TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC $\omega t = \frac{\pi}{2}$



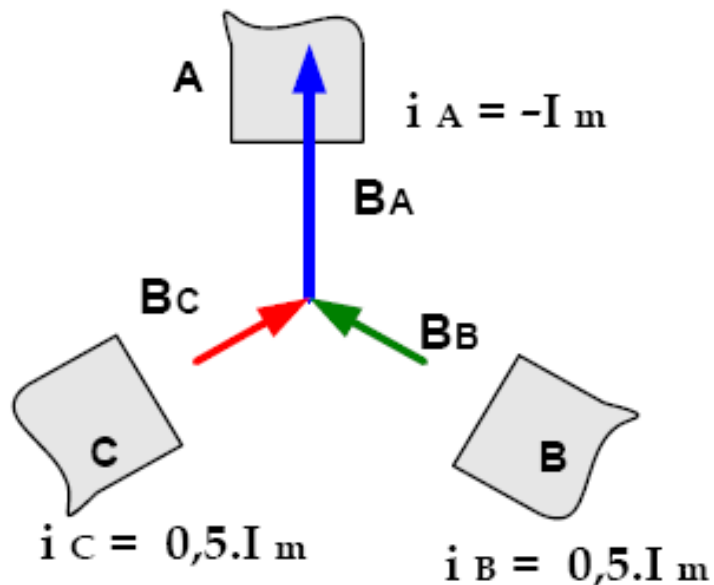
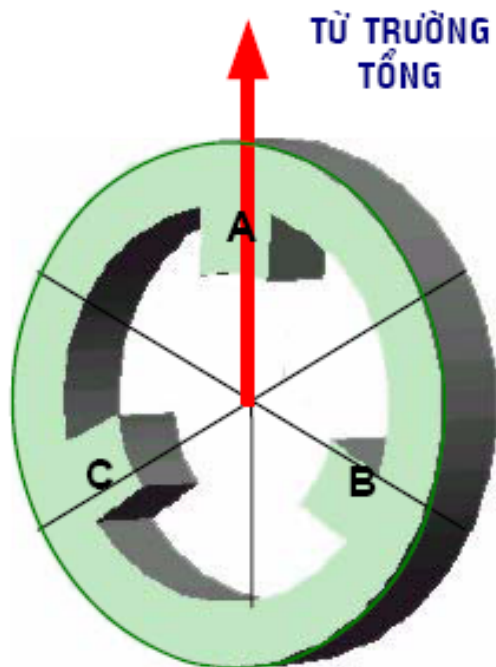
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



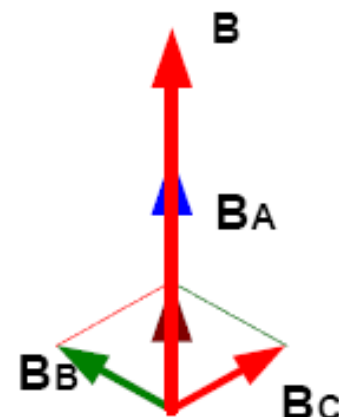
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



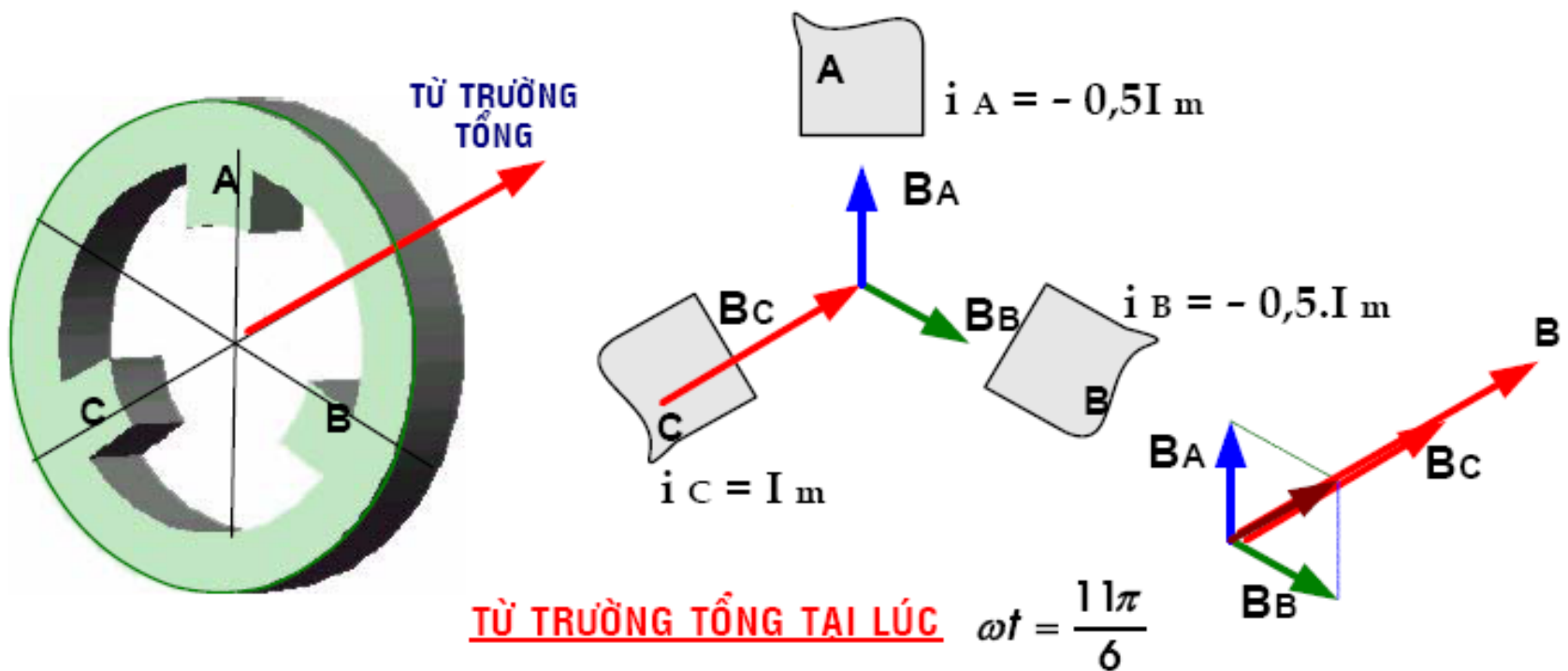
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



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

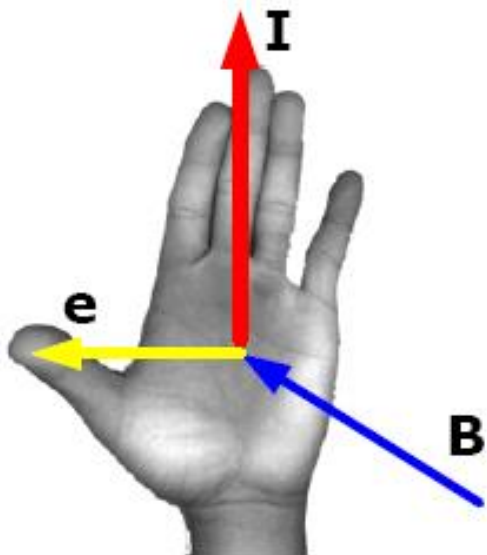
$$[f] = [\text{Hz}]$$

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

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.

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

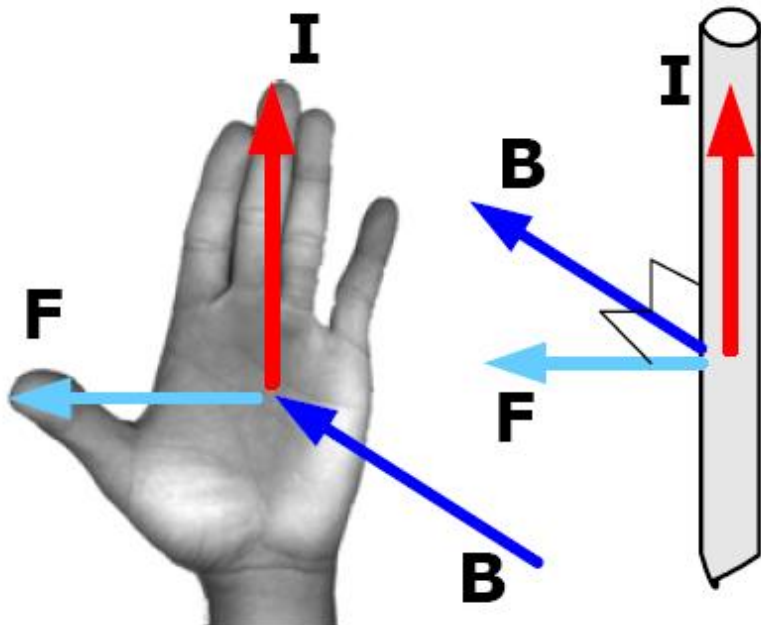
Quy tắc bàn tay trái

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

ĐỊNH 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 Δ

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 TỪ 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:

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

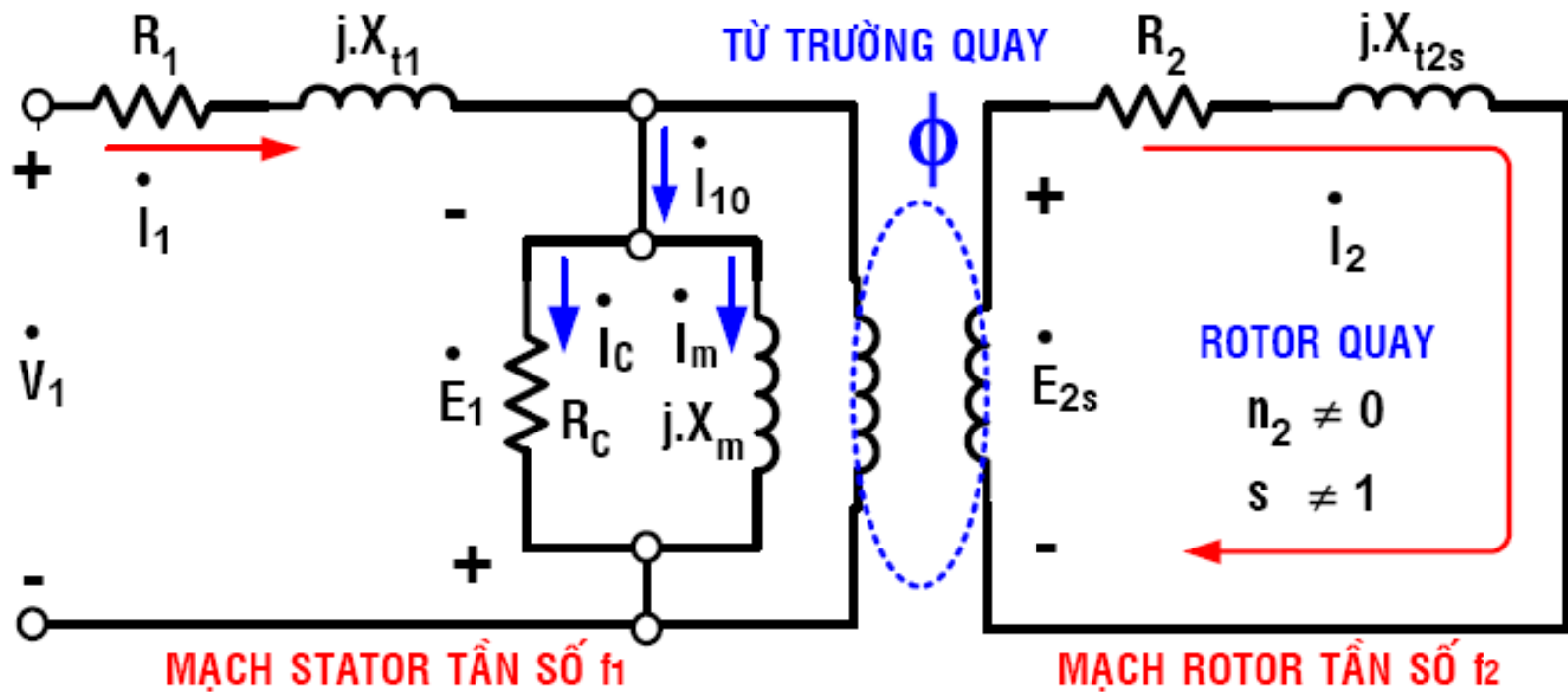
TRẠNG THÁI	SỨC ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG ROTOR	ĐIỆN KHÁNG TẦN TỪ ROTOR
Rotor đứng yên	$E_2 = 4,44.f_1.N_2.k_{dq2}.\Phi_m$	$X_{t2} = 2\pi.f_1.L_{t2}$
Rotor quay	$E_{2s} = 4,44.f_2.N_2.k_{dq2}.\Phi_m$	$X_{t2s} = 2\pi.f_2.L_{t2}$

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

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

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}

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

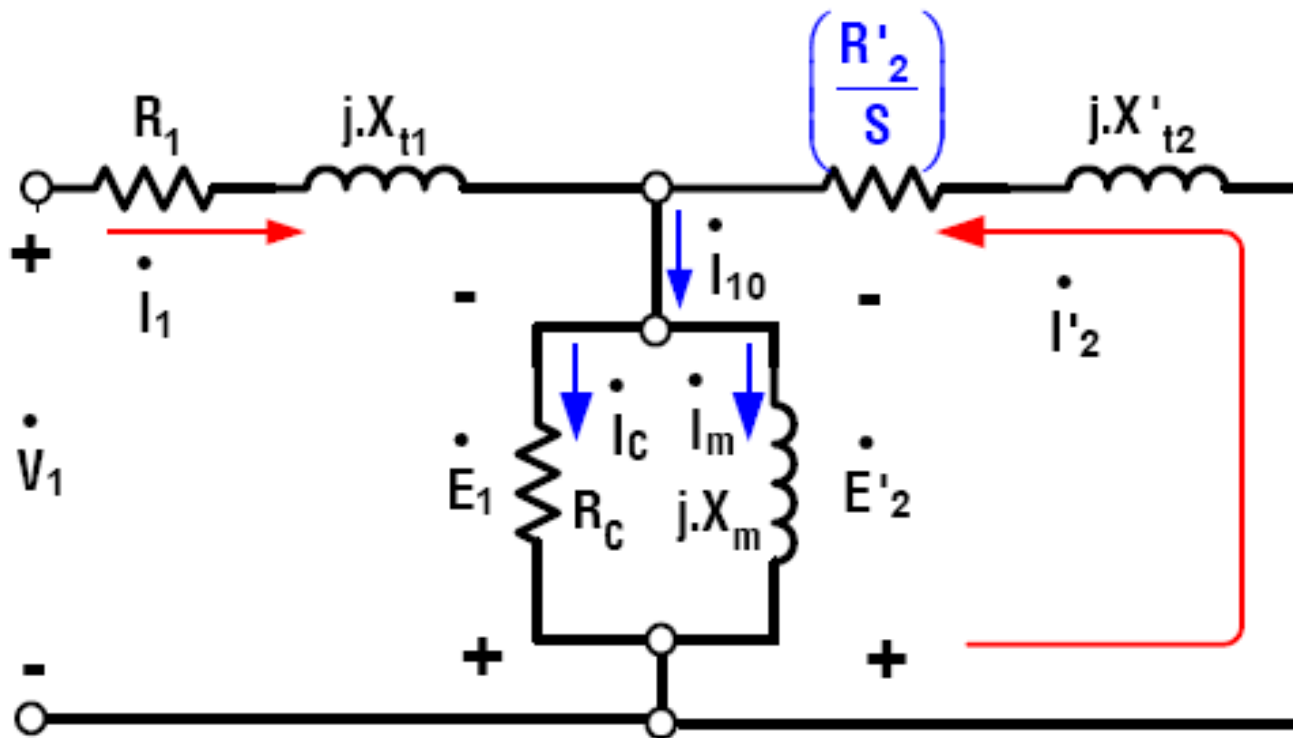
$$R'_2 = (K_{bd})^2 \cdot R_2$$

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

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

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

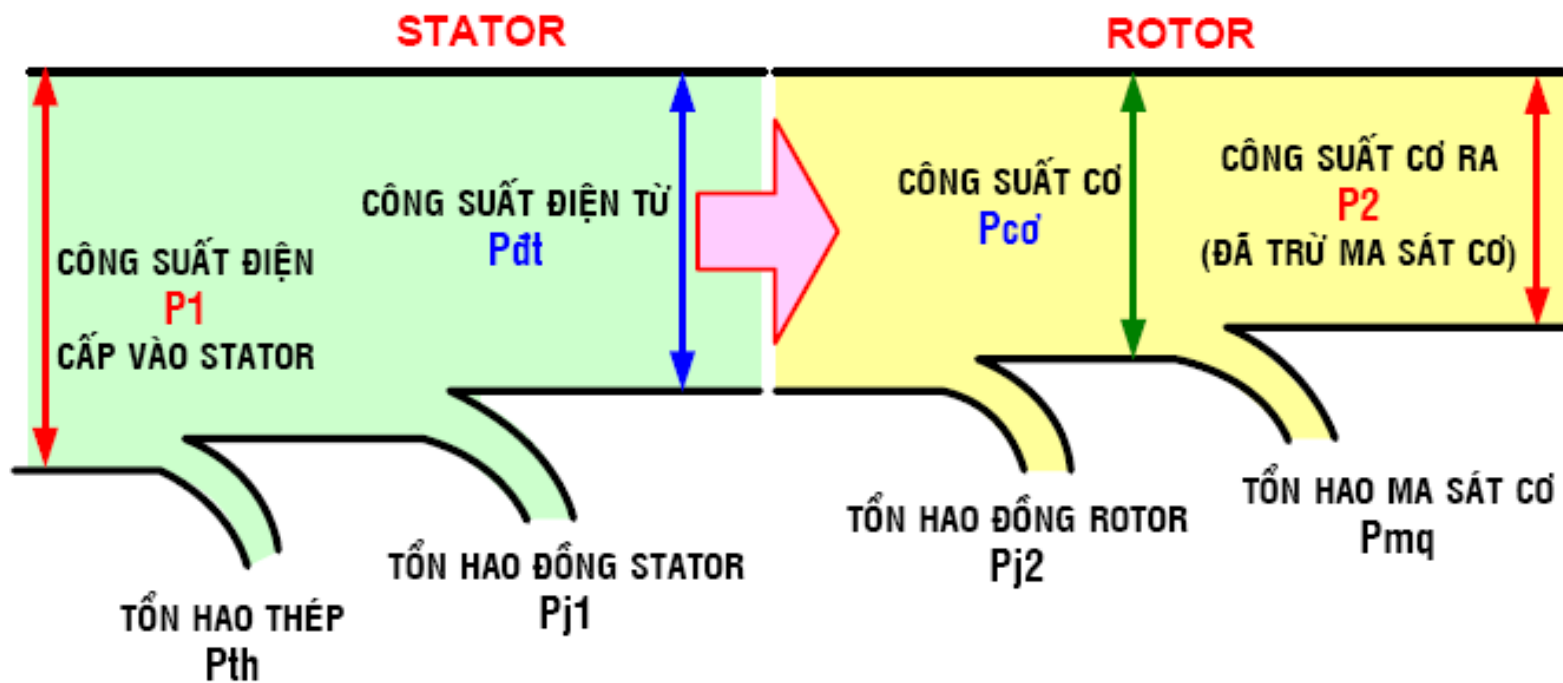
 R'_2 : điện trở dây quấn rotor quy về stator.

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

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

GIẢN 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 QUẦN STATOR):

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

TỶ HAO THÉP

$$P_{th} = 3.R_c.I_c^2$$

TỶ HAO TRÊN DÂY QUẦN STATOR (TỶ HAO ĐỒNG STATOR):

$$P_{j1} = 3.R_1.I_1^2$$

CÔNG SUẤT ĐIỆN TỪ CHUYỂN TỪ STATOR SANG ROTOR:

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

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



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

TỶ LỆ TỶ HAO TRÊN DÂY QUẦN ROTOR (TỶ LỆ TỶ 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 TỶ LỆ TỶ 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 TỶ LỆ TỶ HAO MA SÁT CƠ QUẠT GIÓ)

$$P_2 = P_{cơ} - P_{ma\ s\at{m\at{a\at{t\at{c\at{o}}}}}}$$

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

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

Ω_2 là vận tốc quay góc

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

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



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:

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

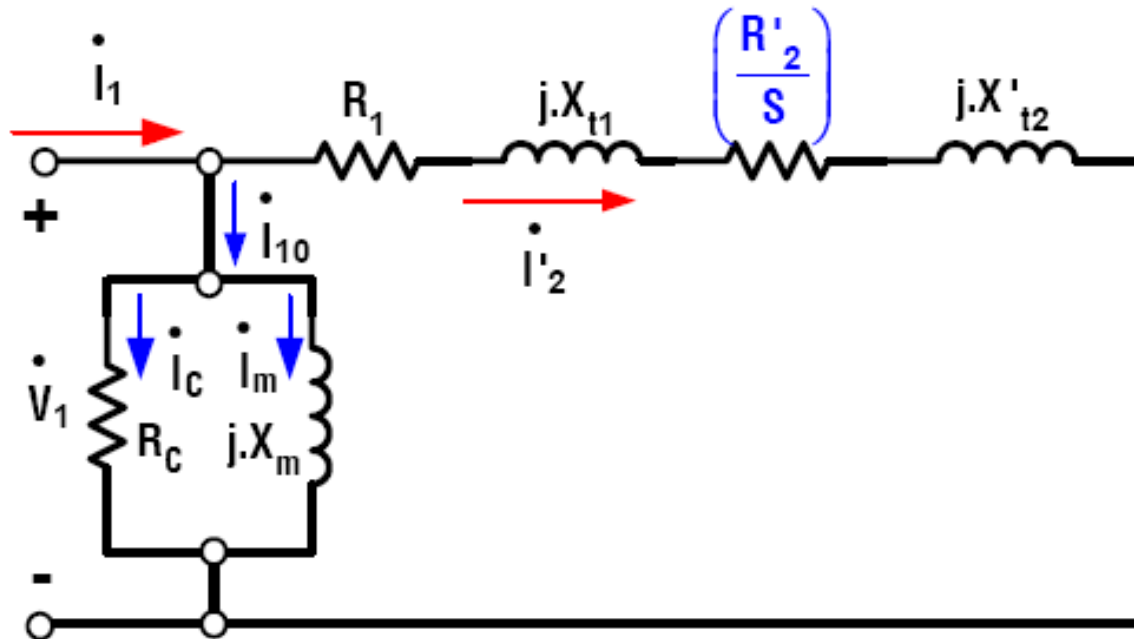
$M_2 = M_{\text{điện từ}}$ khi

?

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

$$M_{\text{điện từ}} = \left(\frac{9,55.3.V_1^2}{n_1} \right) \cdot \frac{\left(\frac{R'_2}{s} \right)}{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + X_n^2}$$