

CHƯƠNG IX : MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

9.1 Khái niệm chung

9.2 Cấu tạo

9.3 Nguyên lý làm việc của máy phát đồng bộ 3 pha

9.4 Từ trường và phản ứng phần ứng

9.5 Phương trình cân bằng điện áp và đồ thị véc tơ

9.6 Đặc tính góc

9.7 Đặc tính làm việc

9.9 Động cơ đồng bộ

9.1 Khái niệm chung

1. **Định nghĩa:** Máy điện xoay chiều, tốc độ rôto $n = n_1$ (đồng bộ)

2. **Các số liệu định mức:** $P_{đm}$, $U_{đm}$, $I_{đm}$, $n_{đm}$

9.2 Cấu tạo

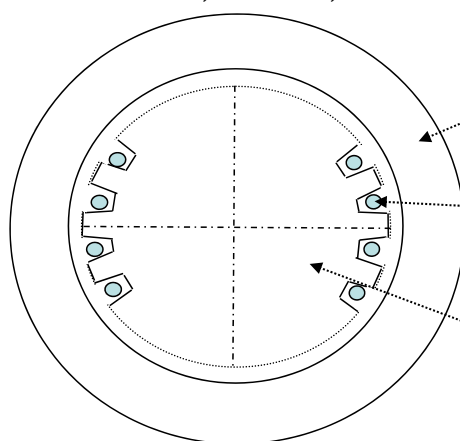
- **Stato (Phần ứng):** như stato ĐCKĐB

- **Rôto (Phần cảm):** NCD một chiều

* **Đặc điểm:**

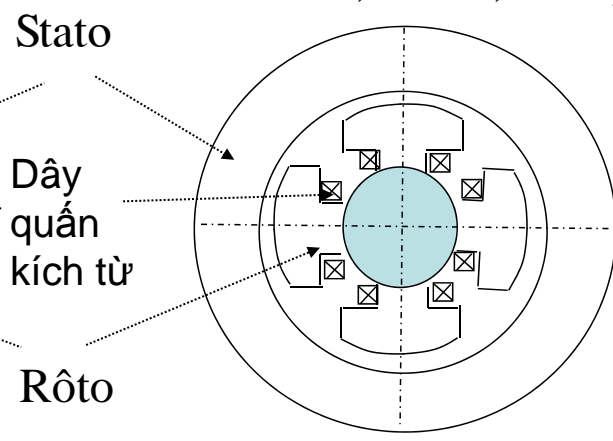
a. Rôto cực ẩn

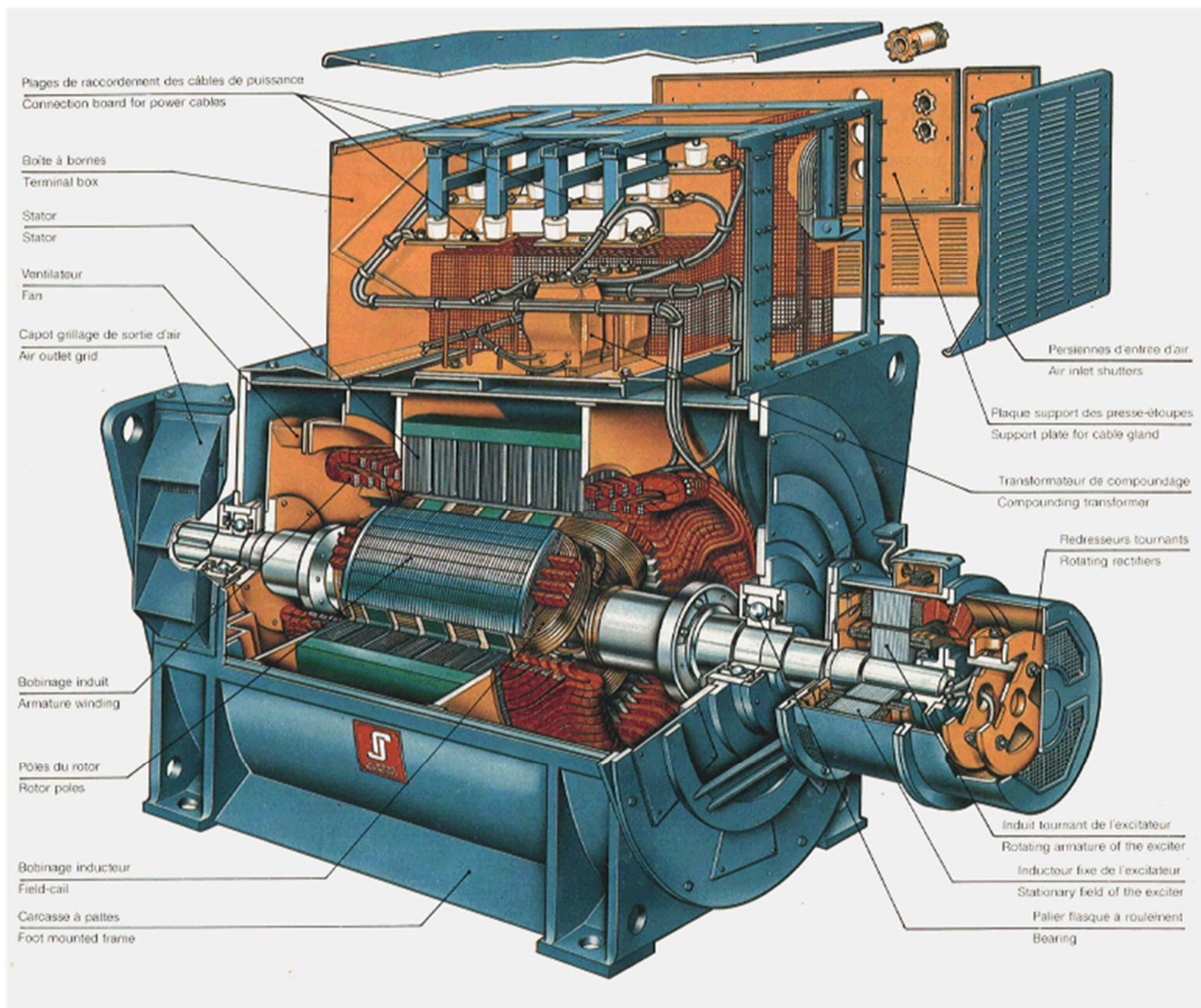
D nhỏ, L lớn, n cao



b. Rôto cực lồi

D lớn, L nhỏ, n thấp





9.3 Nguyên lý làm việc của máy phát đồng bộ 3 pha

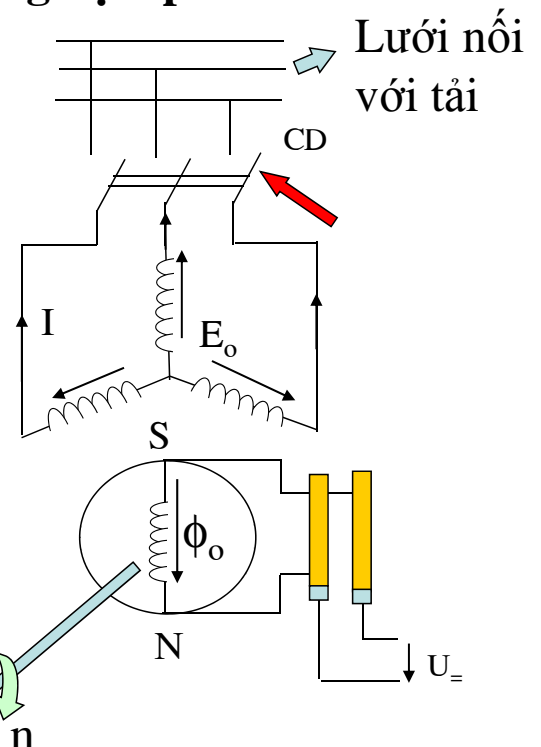
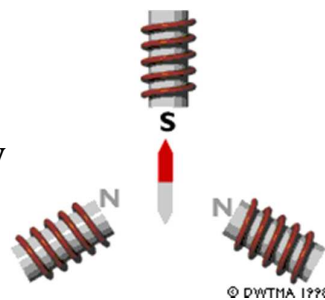
$$E_o = 4,44 f W k_{dq} \phi_o$$

$$f = \frac{pn}{60}$$

$I_{3pha} \rightarrow$ Từ trường quay

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

$$\rightarrow n = n_1$$

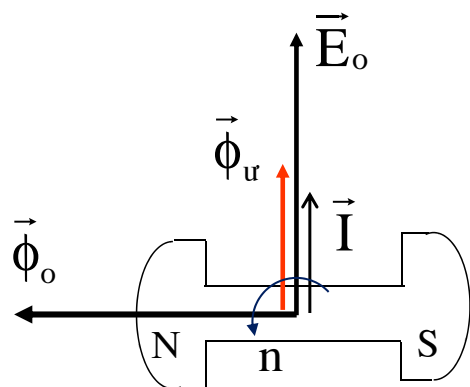


9.4 Từ trường và phản ứng phần ứng

Khi không tải: ϕ_o

Khi có tải: $\phi_{ur} + \phi_o \rightarrow \phi_o$ thay đổi: **Phản ứng phần ứng**

1. Tải thuần trở $\vec{I} \equiv \text{pha } \vec{E}_0$



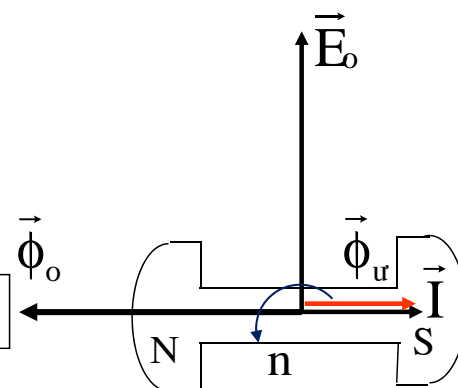
Phản ứng phần ứng ngang trục **q**

→ giảm ϕ_0 khi bão hòa

2. Tải thuần cảm

\vec{I} chậm sau \vec{E}_0 1 góc 90°

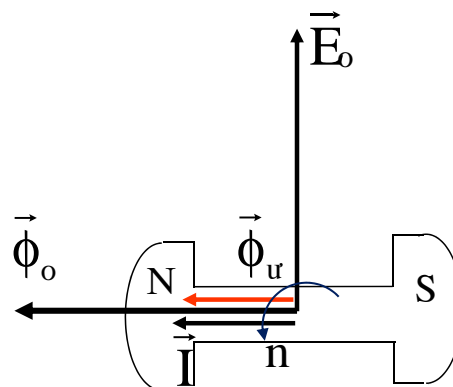
Phản ứng dọc trục **d** → giảm ϕ_0 : *khử từ*



3. Tải thuần dung

\vec{I} vượt trước \vec{E}_0 1 góc 90°

Phản ứng dọc trục *trợ từ*



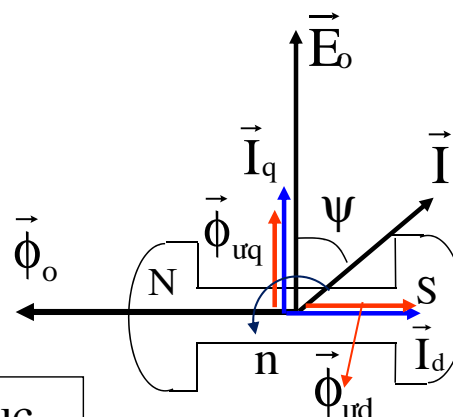
4. Tải hỗn hợp

Giả sử tải có tính chất điện cảm

\vec{I} chậm sau \vec{E}_0 1 góc ψ

$$I_q = I \cos \psi \longrightarrow \vec{\Phi}_{uq}$$

$$I_d = I \sin \psi \longrightarrow \vec{\Phi}_{ud}$$



Phản ứng vừa ngang trục
vừa dọc trục *khử từ*

9.5 Phương trình cân bằng điện áp và đồ thị véc tơ

1. Chế độ máy phát

a. Máy cực lồi

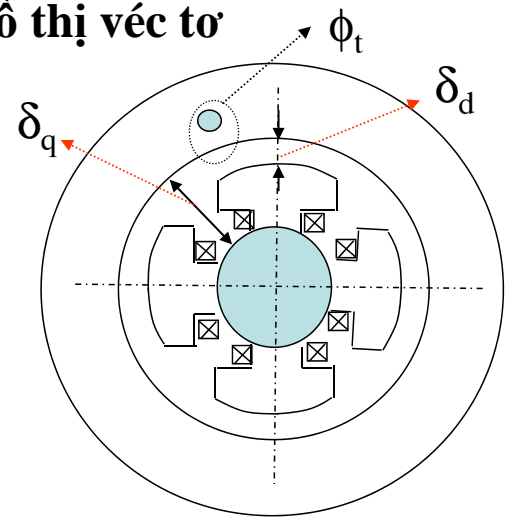
ϕ_o do I_{kt}

ϕ_{ud} do I_d

ϕ_{uq} do I_q

Móc vòng stato \rightarrow rôto

ϕ_t do $I \rightarrow$ móc vòng riêng với stato



$\phi_o \rightarrow \dot{E}_o$

$\phi_{ud} \rightarrow \dot{E}_{ud} = -j \dot{I}_d X_{ud}$

$\phi_{uq} \rightarrow \dot{E}_{uq} = -j \dot{I}_q X_{uq}$

$\phi_t \rightarrow \dot{E}_t = -j \dot{I} X_t$

X_{ud} : điện kháng phản ứng phần ứng dọc trục

X_{uq} : điện kháng phản ứng phần ứng ngang trục

Phương trình cân bằng điện áp:

$$\dot{U} = \dot{E}_o + \dot{E}_{ud} + \dot{E}_{uq} + \dot{E}_t - R_u \dot{I}$$

$$\dot{U} = \dot{E}_o - j \dot{I}_d X_{ud} - j \dot{I}_q X_{uq} - j \dot{I} X_t - R_u \dot{I}$$

$$\dot{I} = \dot{I}_d + \dot{I}_q \longrightarrow \dot{U} = \dot{E}_o - j \dot{I}_d (X_{ud} + X_t) - j \dot{I}_q (X_{uq} + X_t) - R_u \dot{I}$$

$$\dot{U} = \dot{E}_o - j \dot{I}_d X_d - j \dot{I}_q X_q - R_u \dot{I} \longrightarrow \boxed{\dot{U} = \dot{E}_o - j \dot{I}_d X_d - j \dot{I}_q X_q}$$

$X_d = X_{ud} + X_t$: điện kháng đồng bộ dọc trục

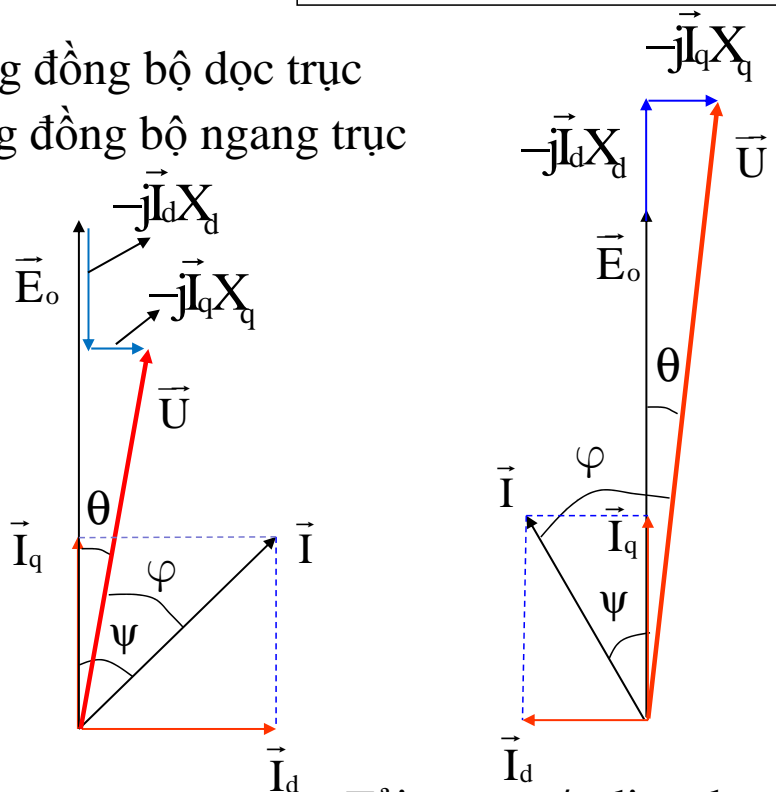
$X_q = X_{uq} + X_t$: điện kháng đồng bộ ngang trục

* Đồ thị véc tơ

$$\psi = \psi_{eo} - \psi_i$$

$$\varphi = \psi_u - \psi_i$$

$$\theta = \psi_{eo} - \psi_u$$



- Tải mang t/c điện cảm

- Tải mang t/c điện dung

b. Máy cực ẩn

Vì $\delta_d = \delta_q = \delta \Rightarrow X_d = X_q = X_{db}$:
điện kháng đồng bộ

$$\dot{U} = \dot{E}_o - j(\dot{I}_d + \dot{I}_q)X_{db}$$



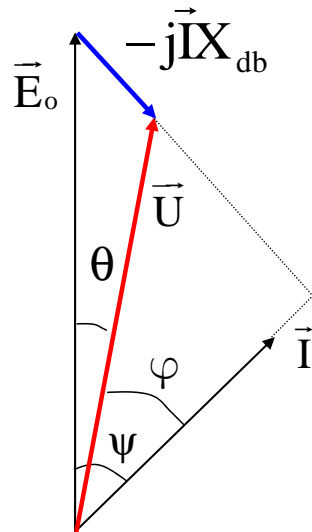
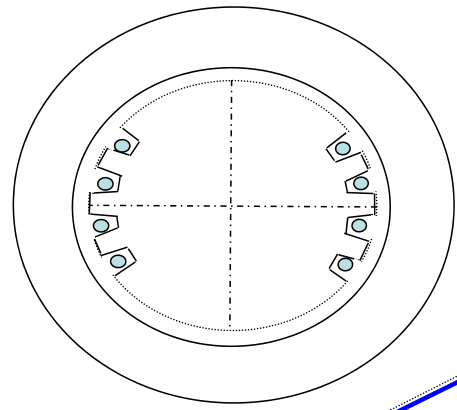
$$\dot{U} = \dot{E}_o - j\dot{I} X_{db}$$

* Đồ thị véc tơ

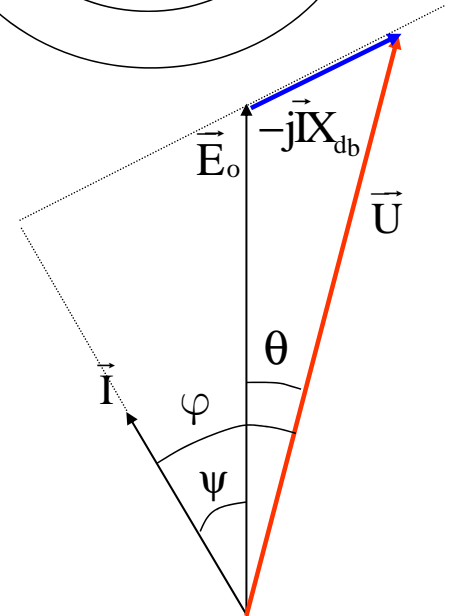
- Nhận xét

+ góc E_o và U

+ $\theta > 0$: E_o vượt trước U



Tải mang t/c điện cảm



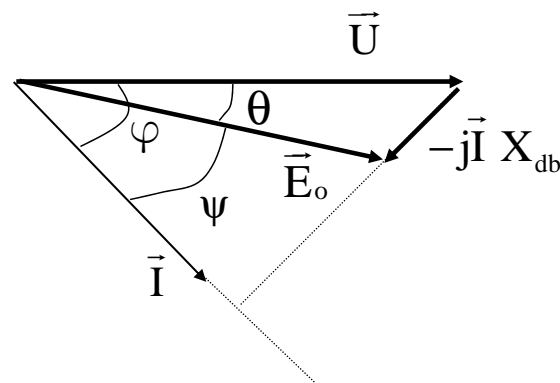
Tải mang t/c điện dung

2. Chế độ động cơ

Máy cực ẩn

$$\dot{U} = \dot{E}_o + j\dot{I} X_{db}$$

* Đồ thị véc tơ



- Nhận xét về góc θ : U vượt trước E_o

9.6 Đặc tính góc

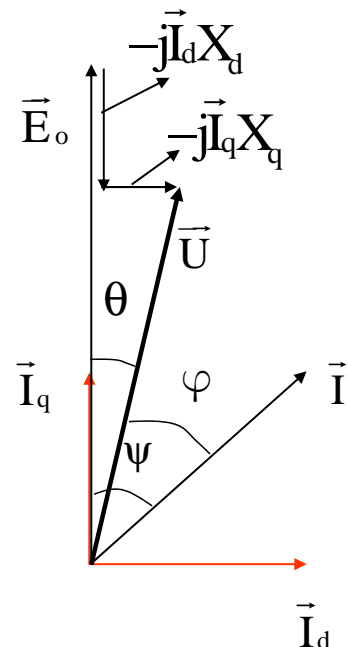
1. Đặc tính góc công suất tác dụng: $P = f(\theta)$

$$P = mUI \cos \varphi$$

a. Máy cực lùi $\varphi = \psi - \theta$

$$P = mU[\overset{\cdot}{I} \cos \psi \cos \theta + \overset{\cdot}{I} \sin \psi \sin \theta]$$

I_q I_d



$$I_q = \frac{U \sin \theta}{X_q}$$

$$I_d = \frac{E_o - U \cos \theta}{X_d}$$

$$P = mU \left[\frac{U \sin \theta}{X_q} \cos \theta + \frac{E_o - U \cos \theta}{X_d} \sin \theta \right]$$

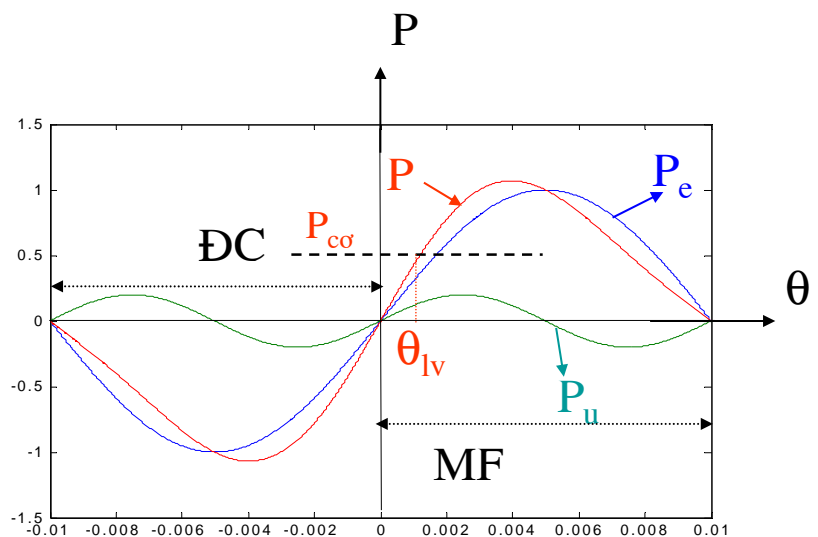
$$P = \frac{mUE_o}{X_d} \sin \theta + \frac{mU^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2\theta$$

$$P = P_e + P_u$$

$$P_e = \frac{mUE_o}{X_d} \sin \theta$$

$$P_u = \frac{mU^2}{2} \left[\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right] \sin 2\theta$$

$$\theta_{lv} = 20^\circ \div 30^\circ$$



b. Máy cực ẩn

$$\text{Vì } \delta_d = \delta_q = \delta \quad \longrightarrow \quad X_d = X_q = X_{db}$$

$$\longrightarrow \quad P = P_e = \frac{mUE_o}{X_{db}} \sin \theta$$

Nếu bỏ qua $\Delta P_1 \Rightarrow P = P_{dt}$

$$M_{dt} = \frac{mUE_o}{X_d\omega} \sin \theta + \frac{mU^2}{2\omega} \left[\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right] \sin 2\theta$$

2. Đặc tính góc công suất phản kháng: $Q = f(\theta)$

$$Q = mUI \sin \varphi \quad \varphi = \psi - \theta$$

$$Q = mU [I \sin \psi \cos \theta - I \cos \psi \sin \theta]$$

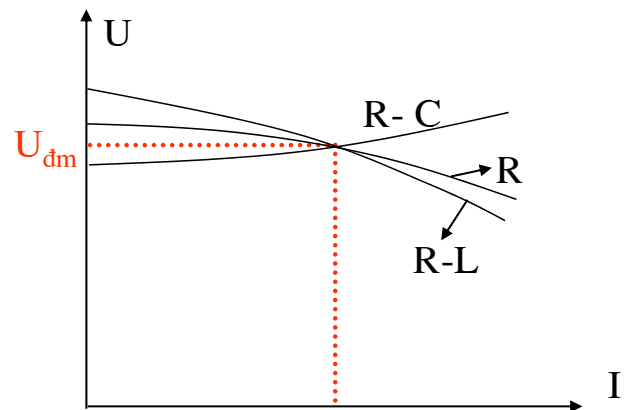
* Với máy cực ắn

$$Q = \frac{mUE_o}{X_{db}} \cos \theta - \frac{mU^2}{X_{db}} \quad \begin{matrix} > 0 \\ < 0 \\ = 0 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \\ \in \text{ kích từ} \\ \end{matrix}$$

$$Q = \frac{mU}{X_{db}} (E_o \cos \theta - U)$$

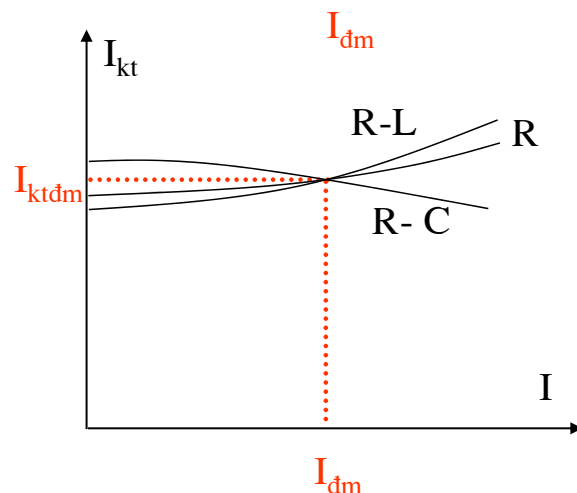
9.7 Đặc tính làm việc

1. Đặc tính ngoài $U = f(I)$



2. Đặc tính điều chỉnh

$$I_{kt} = f(I)$$



9.8 Động cơ đồng bộ

1. Nguyên lý làm việc

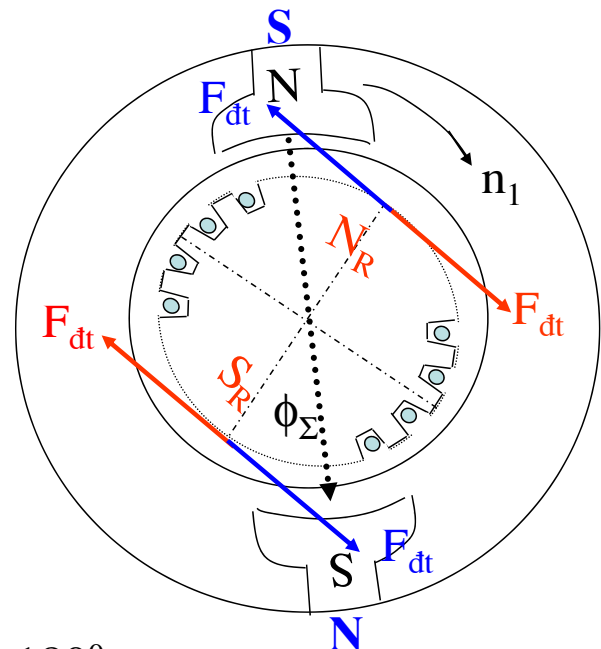
2. Mở máy

$u_{\sim 3\text{pha}}$ \longrightarrow TT quay tốc độ n_1

$U_{1\text{chiều}}$ \longrightarrow Dòng, lực điện từ

$f = 50\text{Hz}, T = 0,02\text{ s}$

Sau $0,01\text{ s} \rightarrow$ Từ trường quay được 180°

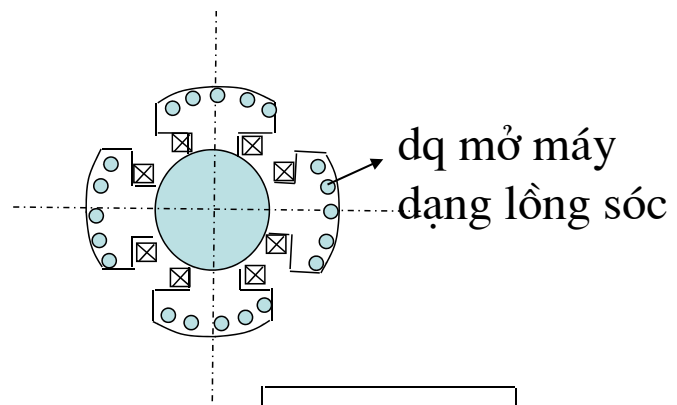


$\rightarrow F_{dt}$ đổi chiều ngược lại

\rightarrow Động cơ không mở máy được

* Phương pháp mở máy

- Phương pháp không đồng bộ



dây quấn kích từ

$$R_T = (10 \div 15)r_{kt}$$

Mục đích : Bảo vệ dây quấn kích từ

- Phương pháp đồng bộ

+ Động cơ phụ trợ

+ Biến tần

3. Điều chỉnh hệ số $\cos\varphi$

ĐK : $P = \text{const}$ do $P_{\text{cơ}} = \text{const}$ $\dot{U} = \dot{E}_o + j\dot{I} X_{\text{db}}$

$$P = m U I \cos\varphi = \text{const}$$

$\nearrow = \text{const}$
 $\nwarrow = \text{const}$

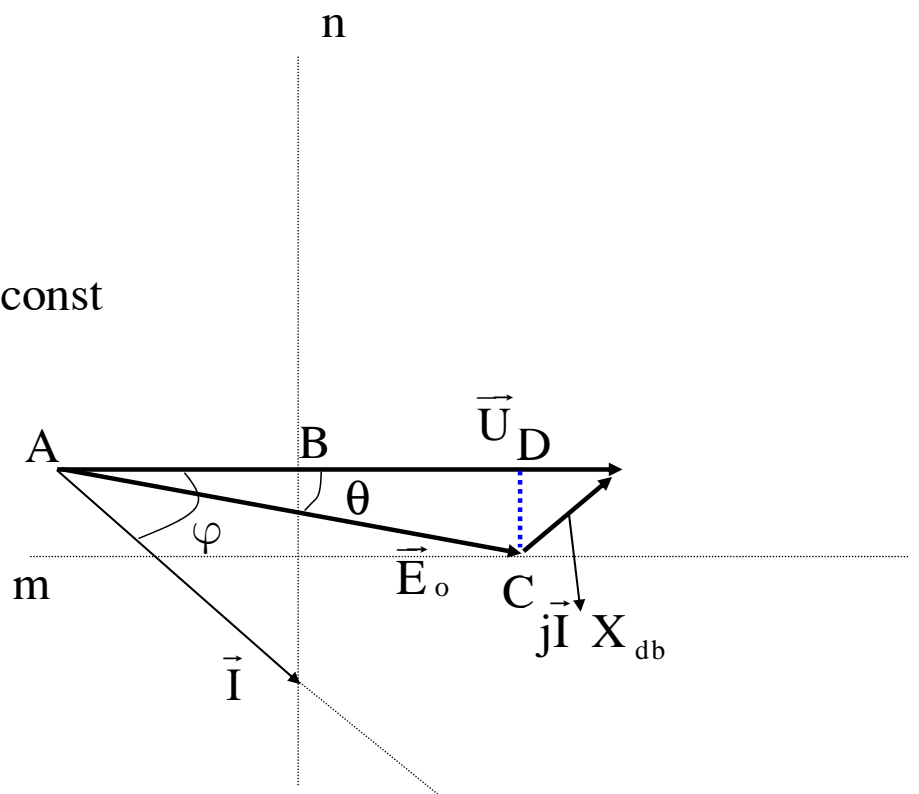
\vec{I} chạy trên n

$$P = \frac{m U \dot{E}_o}{X_{\text{db}}} \sin\theta = \text{const}$$

$\nearrow = \text{const}$
 $\nwarrow = \text{const}$

const

\vec{E}_o chạy trên m



1. Thiếu kích từ: \vec{I} chậm sau \vec{U}

$\Rightarrow \varphi > 0, Q = P \tan\varphi > 0$

Động cơ nhận Q từ lưới điện

\rightarrow tính chất điện cảm

2. $Q = 0$: $\nearrow \vec{I}_{\text{kt}} \rightarrow \vec{E}_{o2} \nearrow$

\vec{I}_2 trùng pha \vec{U}

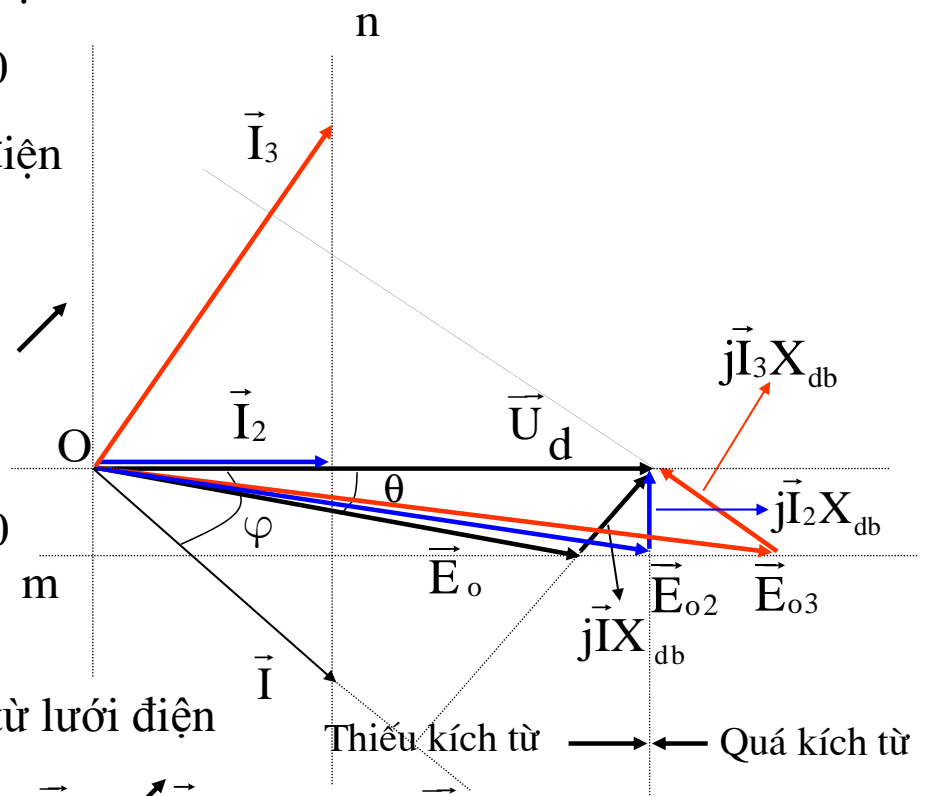
$\Rightarrow \varphi = 0, Q = P \tan\varphi = 0$

\rightarrow tính chất điện trở

Động cơ không nhận Q từ lưới điện

3. Quá kích từ: $\nearrow \vec{I}_{\text{kt}} \rightarrow \vec{E}_{o3} \nearrow \vec{I}_2$ sớm pha \vec{U}

$\Rightarrow \varphi < 0, Q = P \tan\varphi < 0 \rightarrow$ tính chất điện dung: phát Q về lưới điện



*** Ưu nhược điểm của động cơ đồng bộ**

- Công suất lớn
- Tốc độ không đổi, không phụ thuộc tải
- Điều chỉnh $\cos\varphi$, phát công suất phản kháng
- Cấu tạo phức tạp
- Giá thành cao

4. Máy bù đồng bộ

- Công suất tác dụng $P = 0$
- Phát công suất phản kháng Q vào lưới: **Tu bù ba pha**