

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 Tải trọng và phân phối công suất

9.5 Phân phối công suất cân bằng tải và đặc tính 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 i n xoay chi u, t c rôto $n = n_1 (ng b)$

2. Các số liệu định mức: P_m, U_m, I_m, n_m

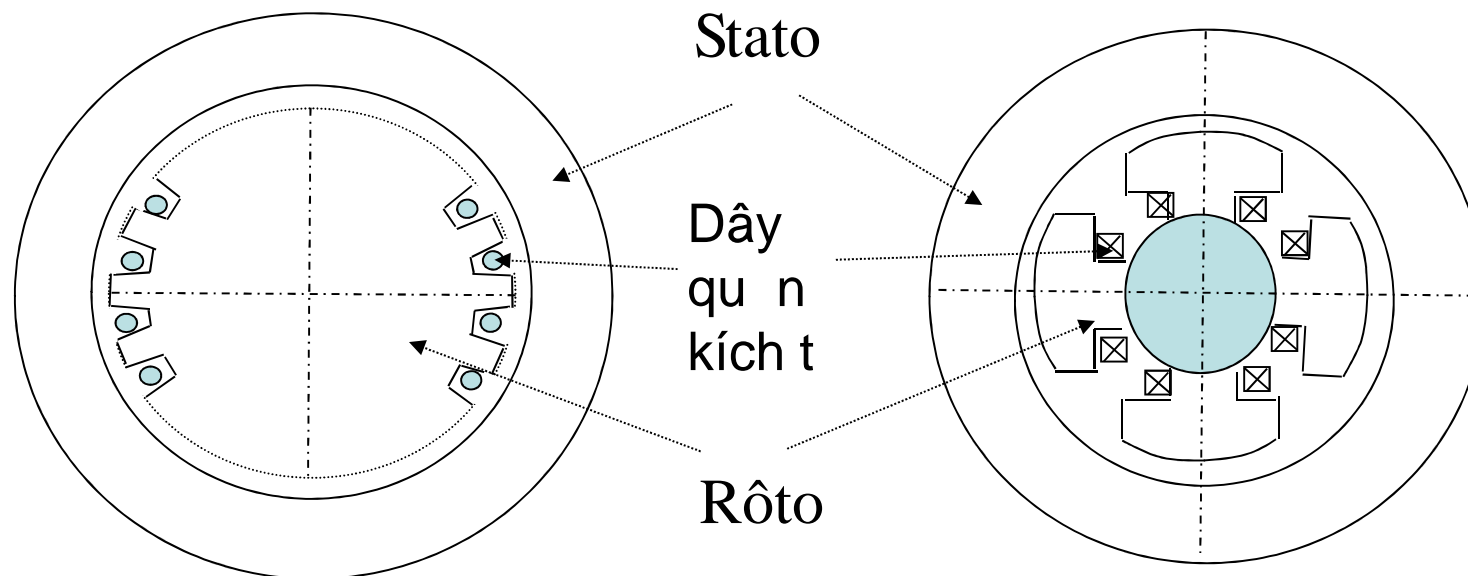
9.2 Cấu tạo

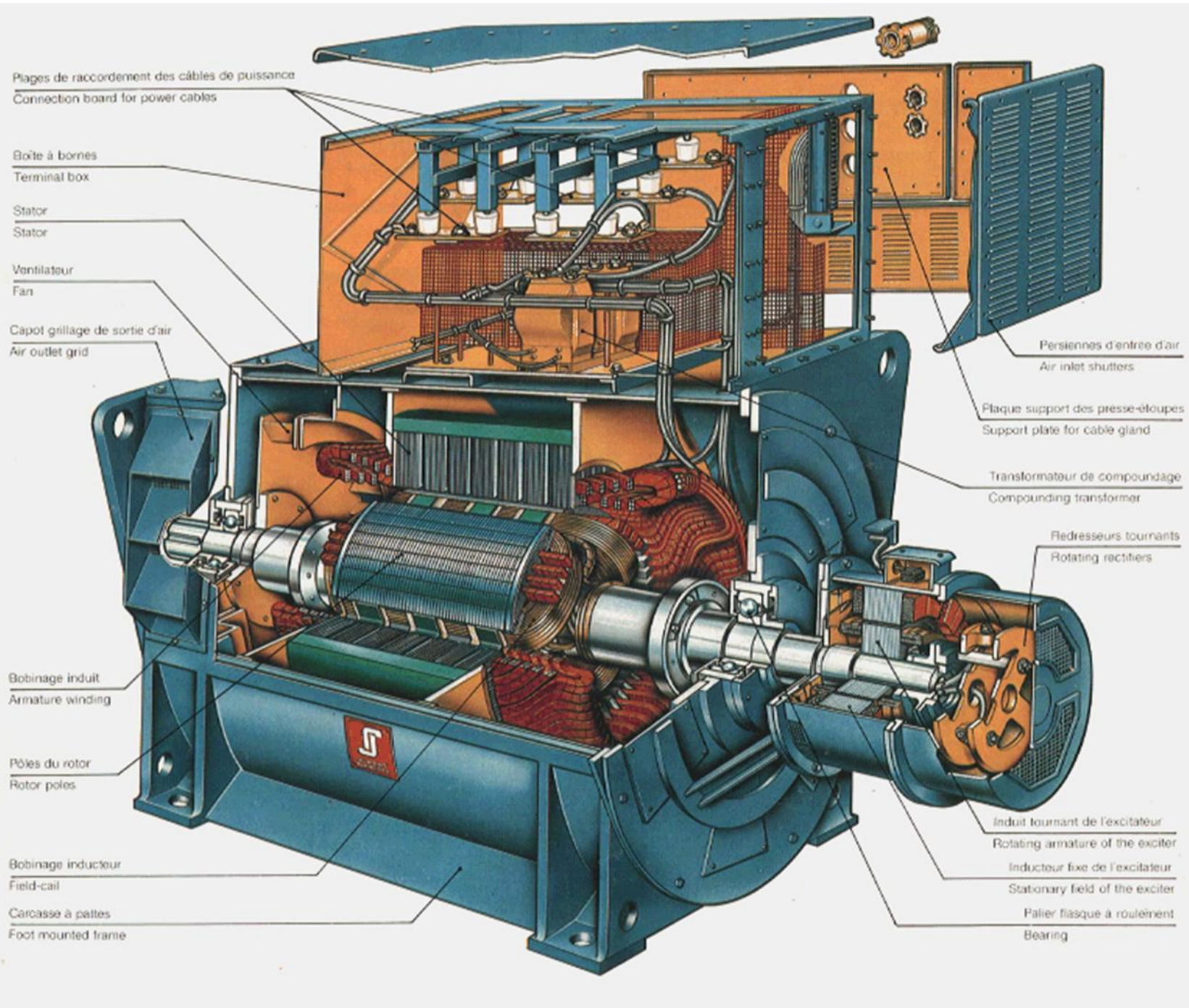
- Stato (Phần tĩnh): nh stato CK B

- Rôto (Phần động): NC m t chi u

* c i m:

Rôto c c an Rôto c c L h n, n cao Rôto c b.1 Rôto c c, Linh , n th p





Plages de raccordement des câbles de puissance
Connection board for power cables

Boîte à bornes
Terminal box

Stator
Stator

Ventilateur
Fan

Capot grillage de sortie d'air
Air outlet grid

Persiennes d'entrée d'air
Air inlet shutters

Plaque support des presse-étoupes
Support plate for cable gland

Transformateur de compounding
Compounding transformer

Redresseurs tournants
Rotating rectifiers

Bobinage induit
Armature winding

Pôles du rotor
Rotor poles

Induit tournant de l'excitateur
Rotating armature of the exciter

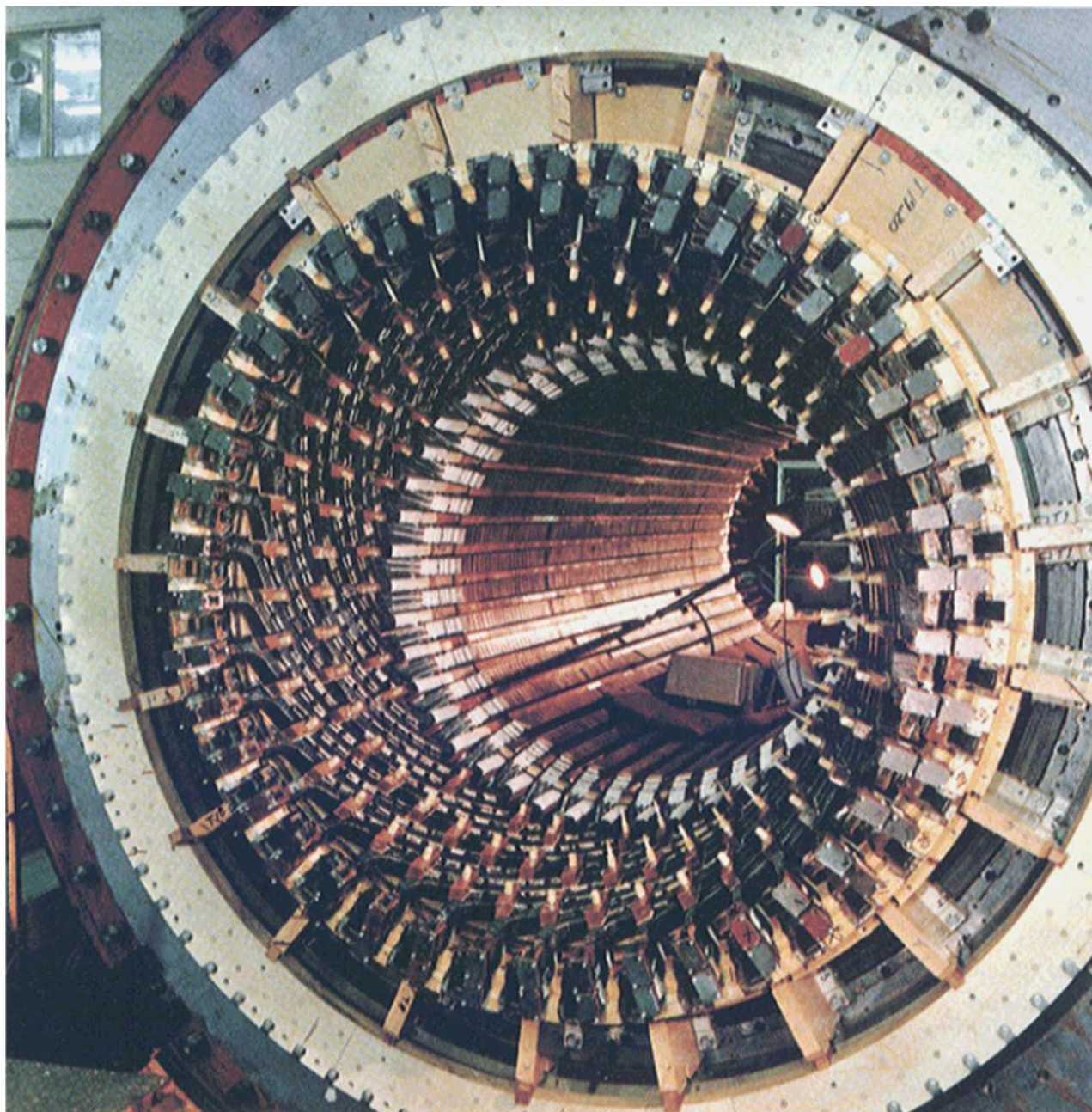
Inducteur fixe de l'excitateur
Stationary field of the exciter

Bobinage inducteur
Field-wind

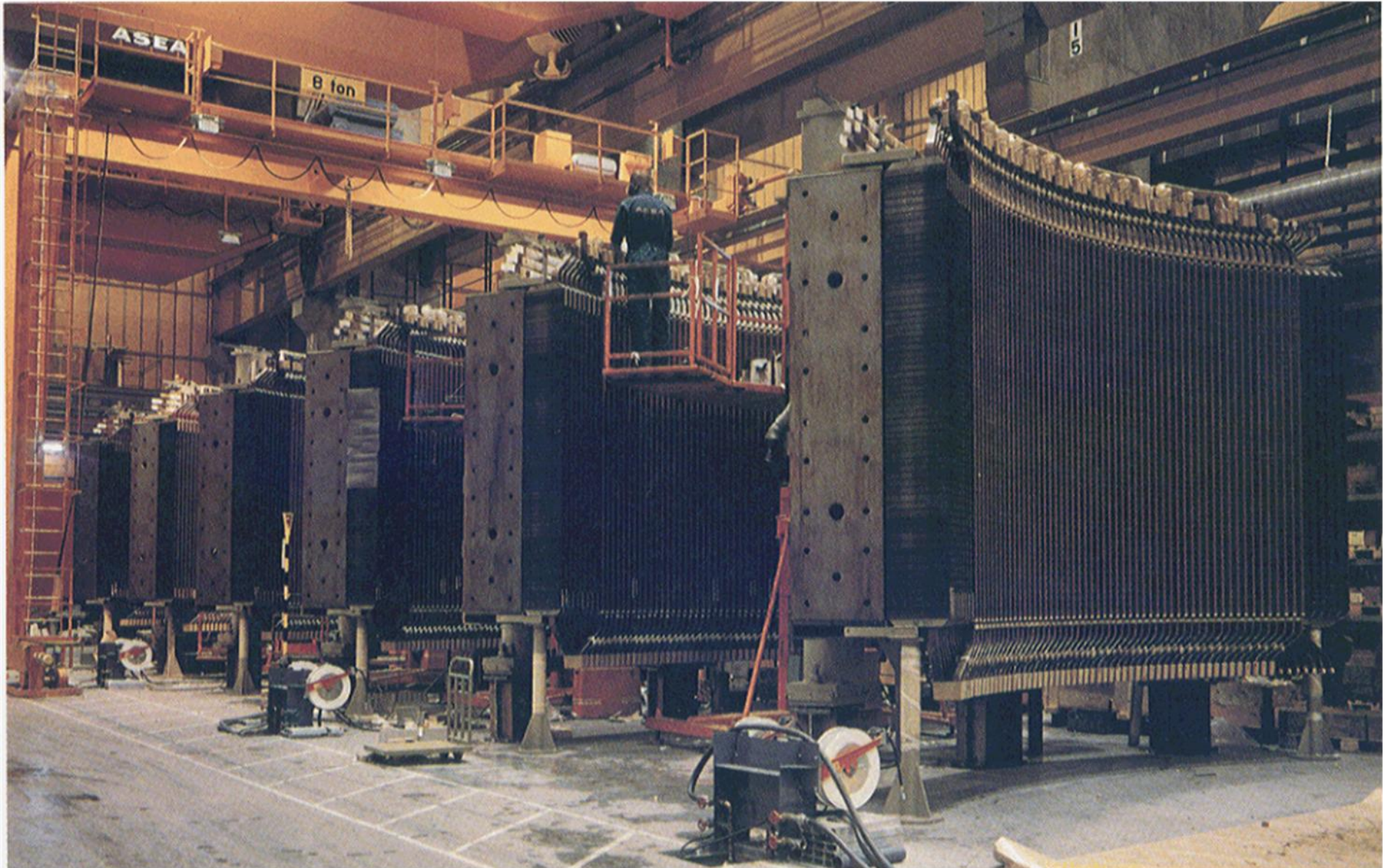
Carcasse à pattes
Foot mounted frame

Palier flasque à roulement
Bearing

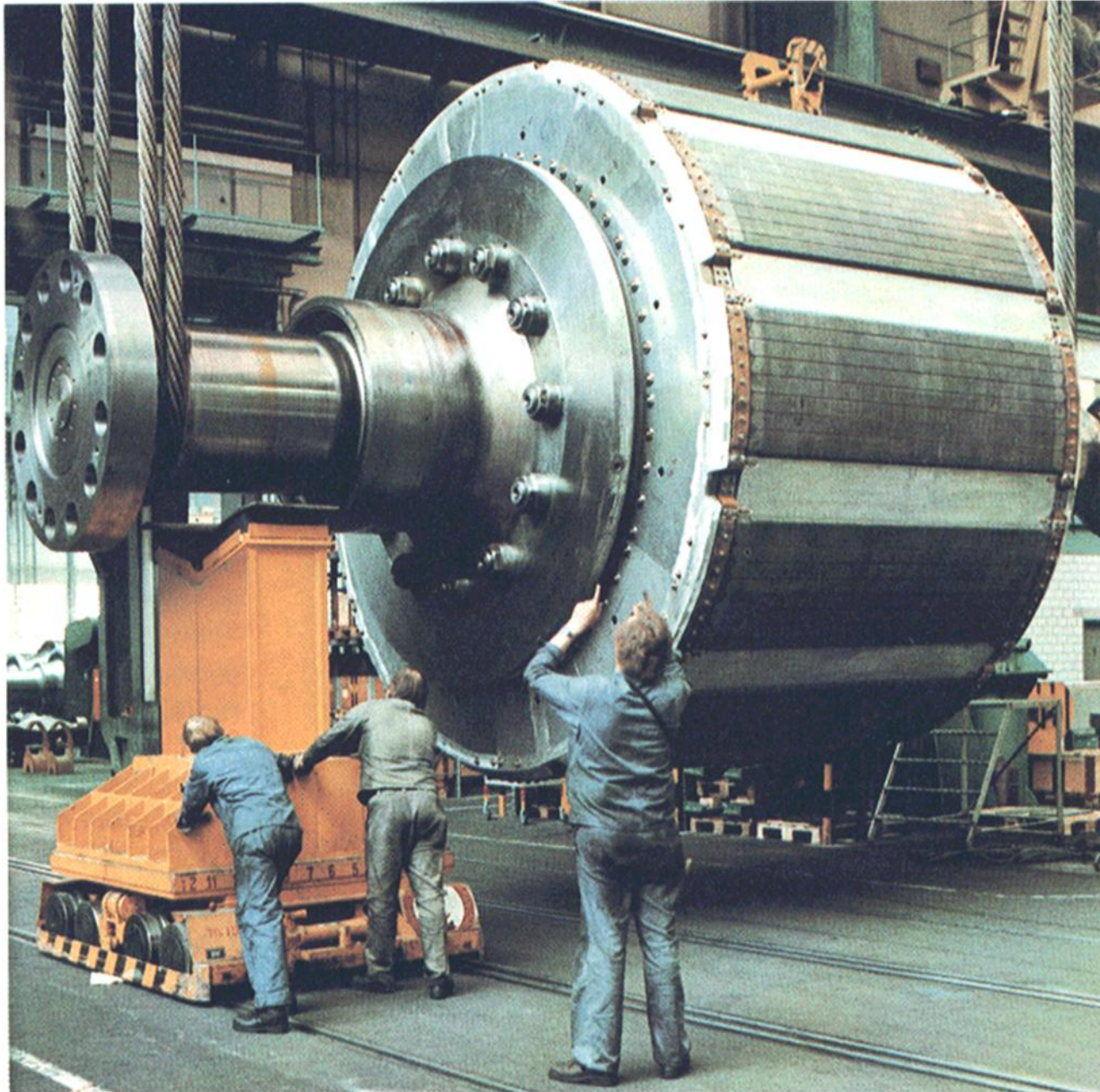
Stator máy phát 825 MVA, 20 kV

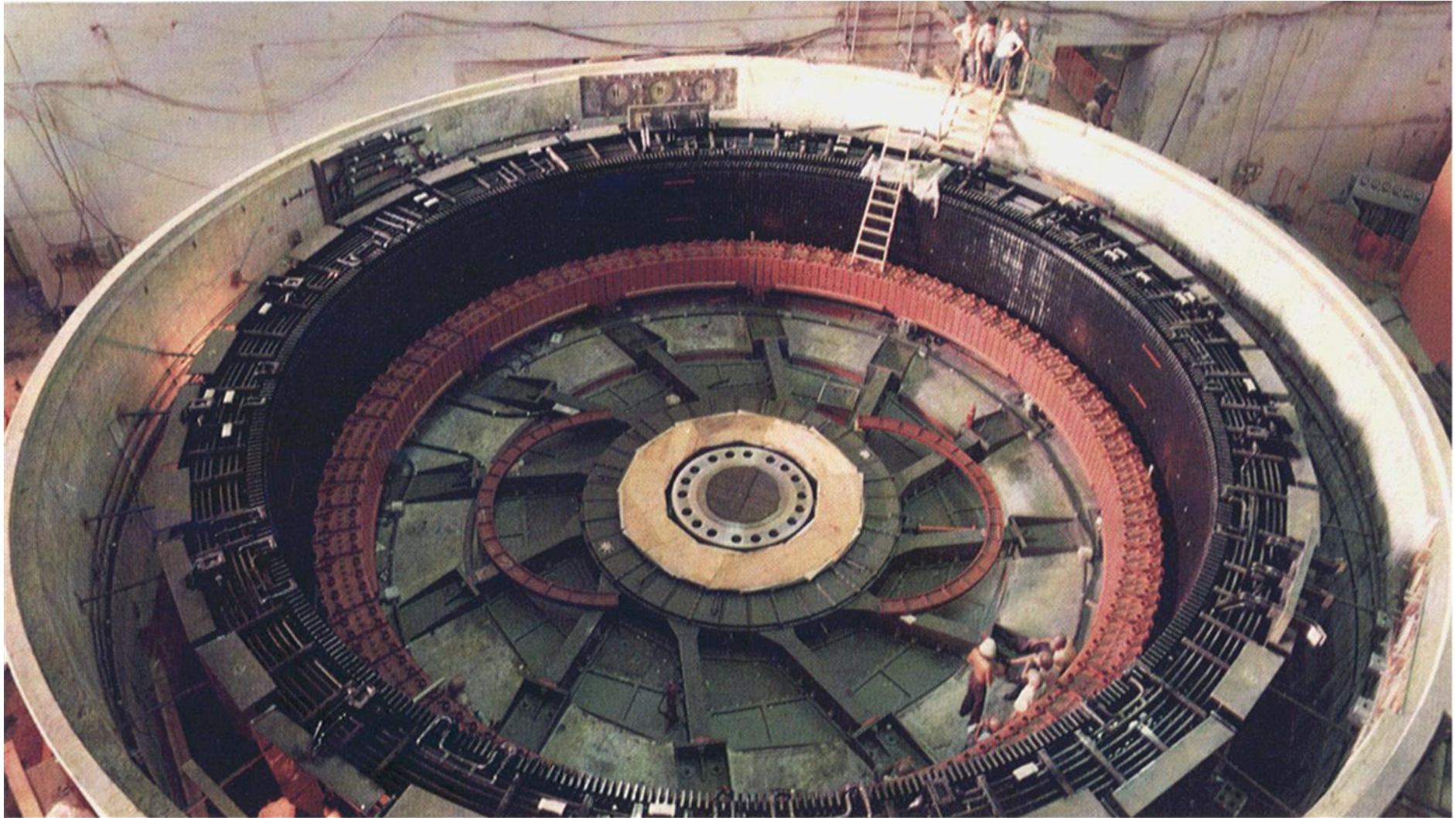


Stator máy phát 300 MVA, 20 kV
Nhà máy thủy điện Chicoasén, Mexico



Rôto máy phát 4472 MVA





Nhà máy thủy điện São Simão, Brazil,
6 máy phát, đường kính 17.5 m, 282 MVA

9.3 Nguyên lý làm việc của máy phát điện ba pha

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

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

$I_{3pha} \rightarrow$ T r ả n g q u a y

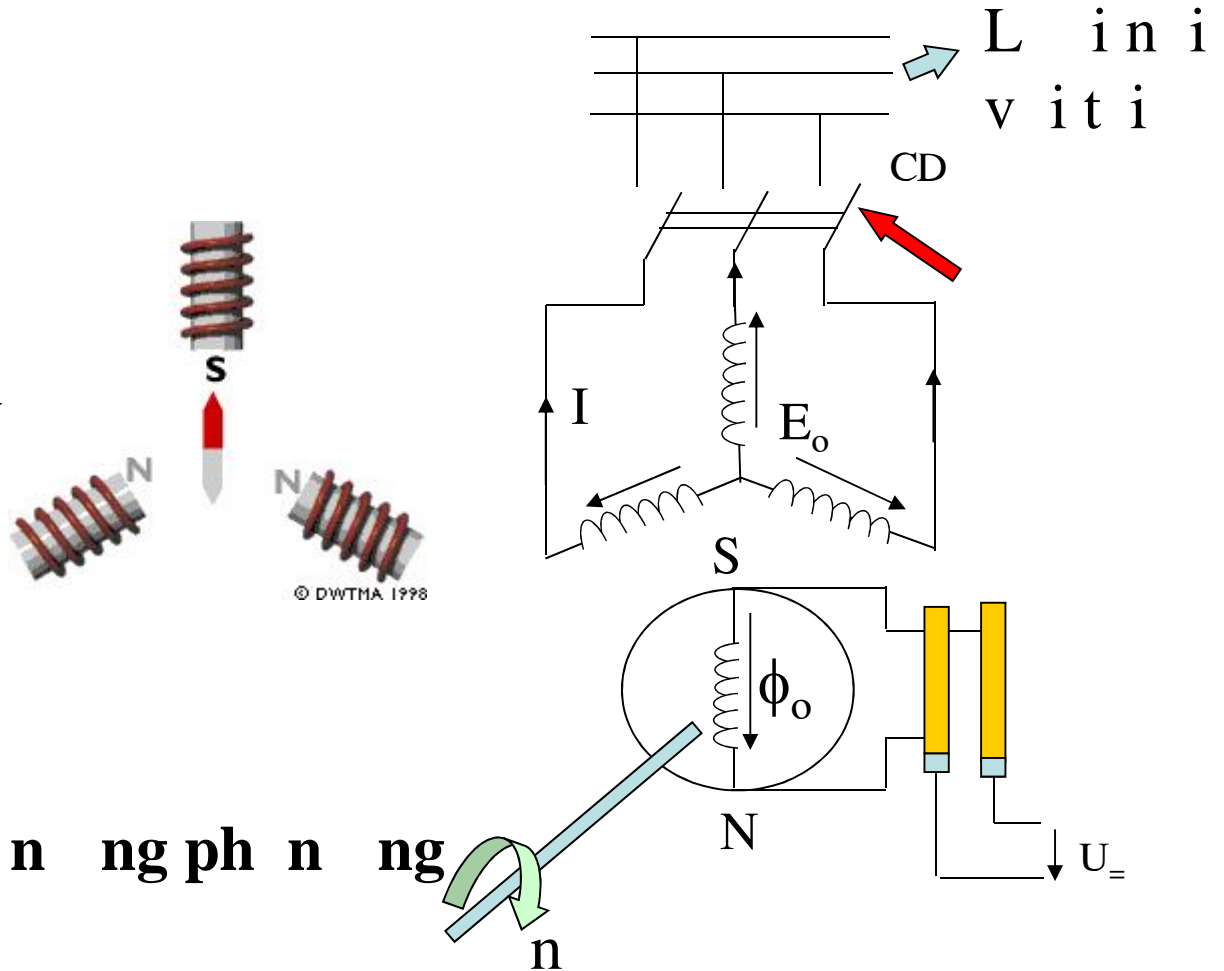
$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

$$\rightarrow n = n_1$$

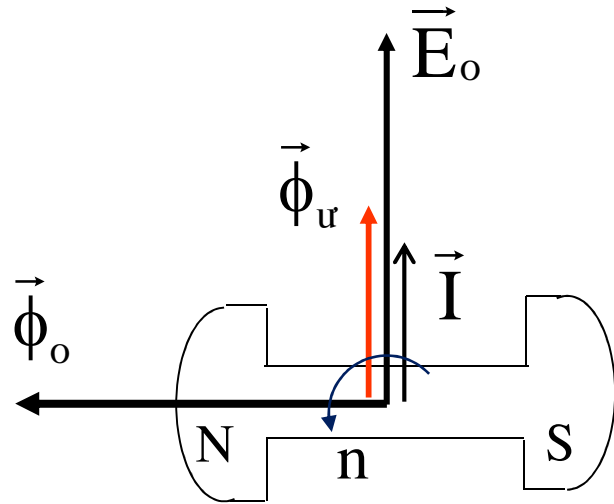
9.4 T r ả n g và p h ả n ả n g

Khi không t i: ϕ_o

Khi có t i: $\phi + \phi_o \rightarrow \phi_o$ thay i: *Ph ả n ả n g*



1. *T i thu n tr* $\vec{I} \equiv \text{pha } \vec{E}_0$

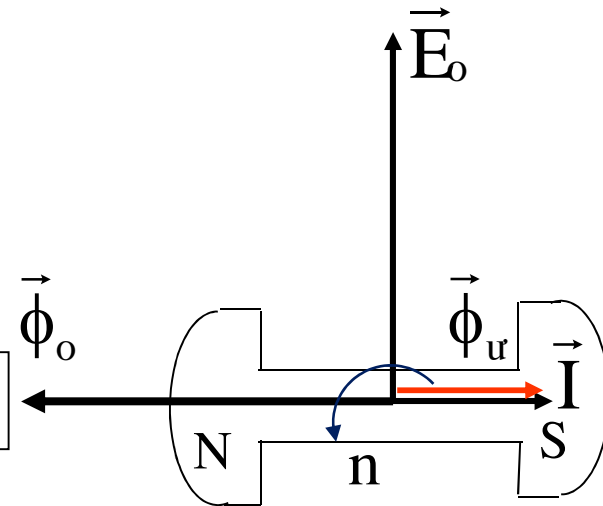


Ph n ng ph n ng ngang tr c **q**
 \rightarrow gi m ϕ_0 khi bão hòa

2. *T i thu n c m*

\vec{I} ch m sau \vec{E}_0 1 góc 90°

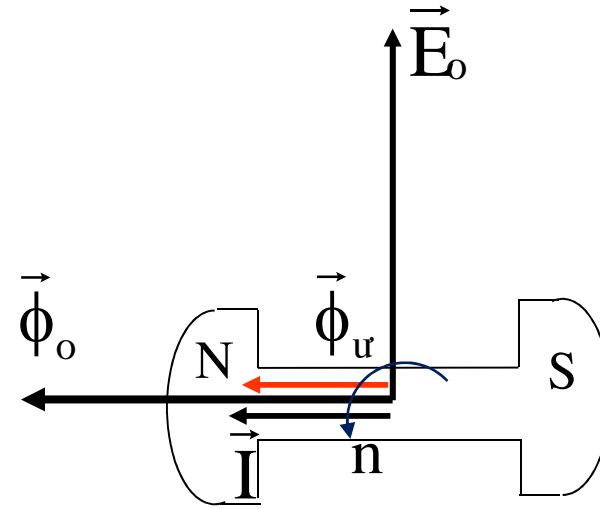
Ph n ng d c tr c **d** \rightarrow gi m ϕ_0 : *kh t*



3. T i thu n dung

\vec{I} v t tr c \vec{E}_o l góc 90°

Ph n ng d c tr c tr t



4. T i h n h p

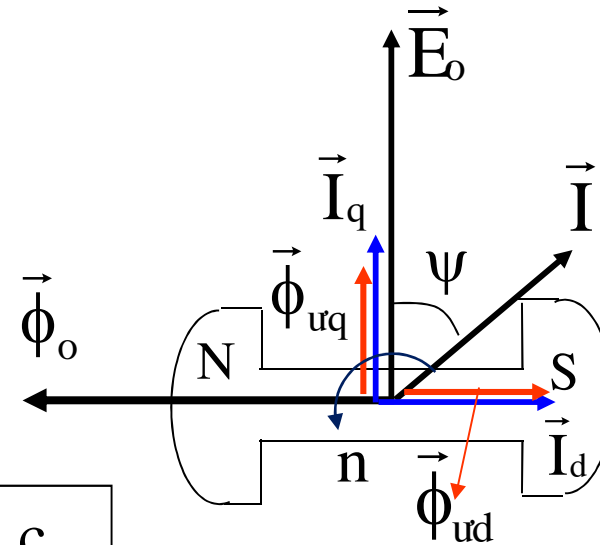
Gi s t i có tính ch t i n c m

\vec{I} ch m sau \vec{E}_o l góc ψ

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

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

Ph n ng v a ngang tr c
v a d c tr c kh t



9.5 Ph ng trình cân b ng i n áp và th véct

1. Ch máy phát

a. Máy cực lồi

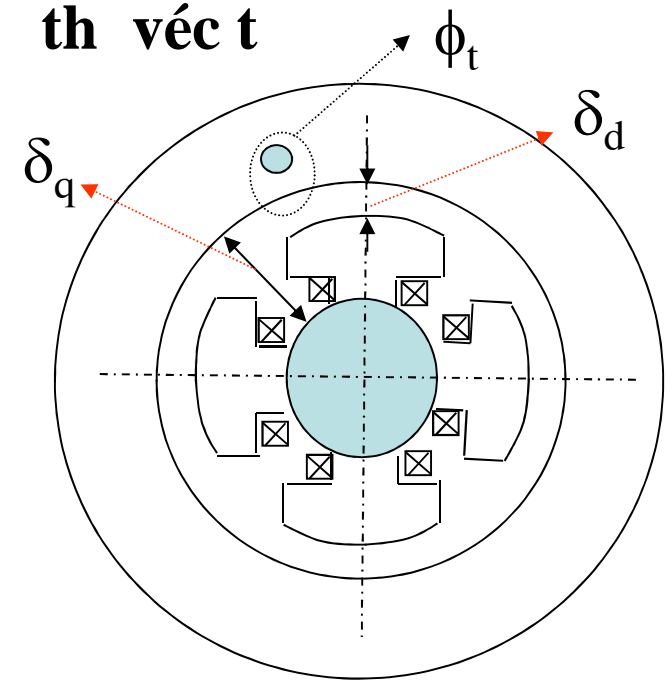
$$\phi_o \quad \text{do } I_{kt}$$

$$\phi_d \quad \text{do } I_d$$

$$\phi_{uq} \quad \text{do } I_q$$

$$\phi_t \quad \text{do } I \rightarrow \text{móc vòng riêng với stato}$$

} Móc vòng stato \rightarrow rôto



$$\phi_o \rightarrow \dot{E}_0$$

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

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

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

Ph ng trình cân bằng điện áp:

X_{ud} : i n kháng ph n ng ph n ng

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

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

$$\dot{\mathbf{I}} = \dot{\mathbf{I}}_d + \dot{\mathbf{I}}_q \quad \longrightarrow \quad \dot{\mathbf{U}} = \dot{\mathbf{E}}_o - j\dot{\mathbf{I}}_d(\mathbf{X}_{ud} + \mathbf{X}_t) - j\dot{\mathbf{I}}_q(\mathbf{X}_{uq} + \mathbf{X}_t) - \mathbf{R}_u \dot{\mathbf{I}}$$

$$\dot{\mathbf{U}} = \dot{\mathbf{E}}_o - j\dot{\mathbf{I}}_d \mathbf{X}_d - j\dot{\mathbf{I}}_q \mathbf{X}_q - \mathbf{R}_u \dot{\mathbf{I}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{\dot{\mathbf{U}} = \dot{\mathbf{E}}_o - j\dot{\mathbf{I}}_d \mathbf{X}_d - j\dot{\mathbf{I}}_q \mathbf{X}_q}$$

$\mathbf{X}_d = \mathbf{X}_{ud} + \mathbf{X}_t$: i n kháng ng b d c tr c

$\mathbf{X}_q = \mathbf{X}_{uq} + \mathbf{X}_t$: i n kháng ng b ngang tr c

* Đồ thị véc tơ

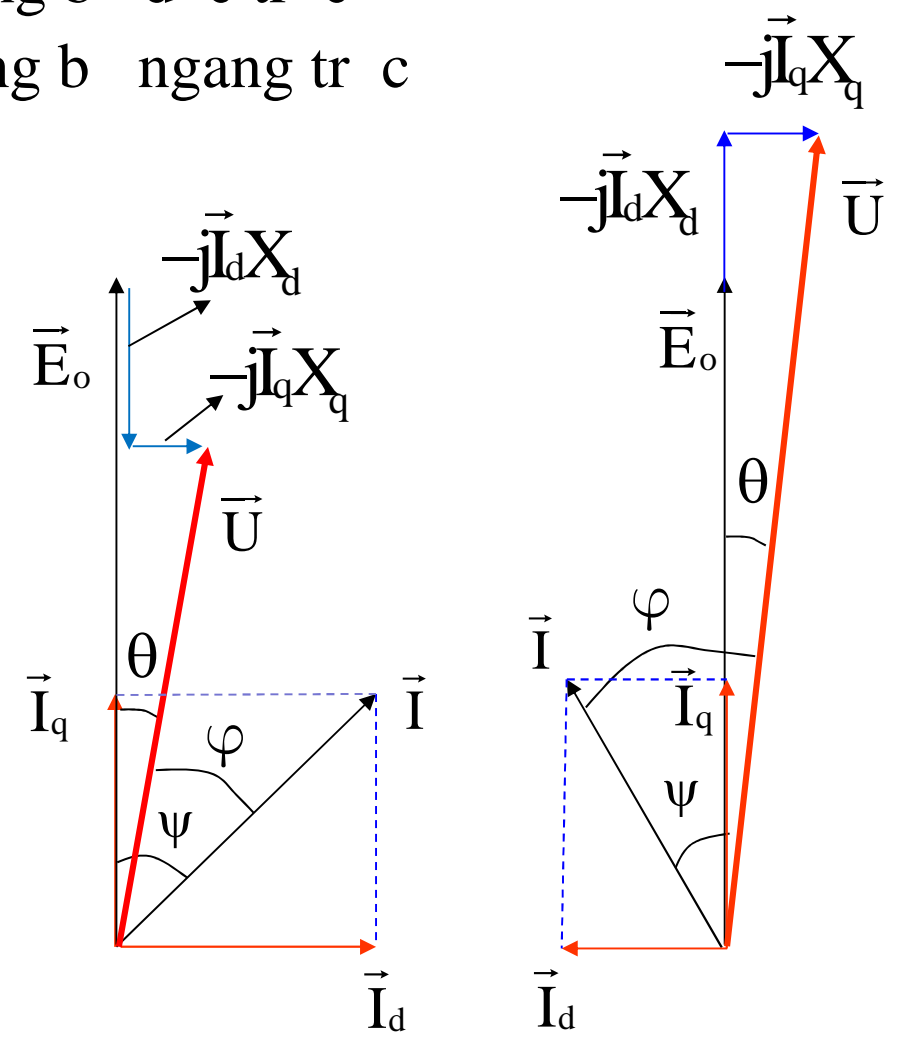
- Tải mang t/c điện cảm

- Tải mang t/c điện dung

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

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

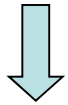
$$\theta = \psi_{eo} - \psi_u$$



b. Máy cực ẩn

Vì $\delta_d = \delta_q = \delta \implies X_d = X_q = X_{db}$:
 i n kháng
 ng b

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



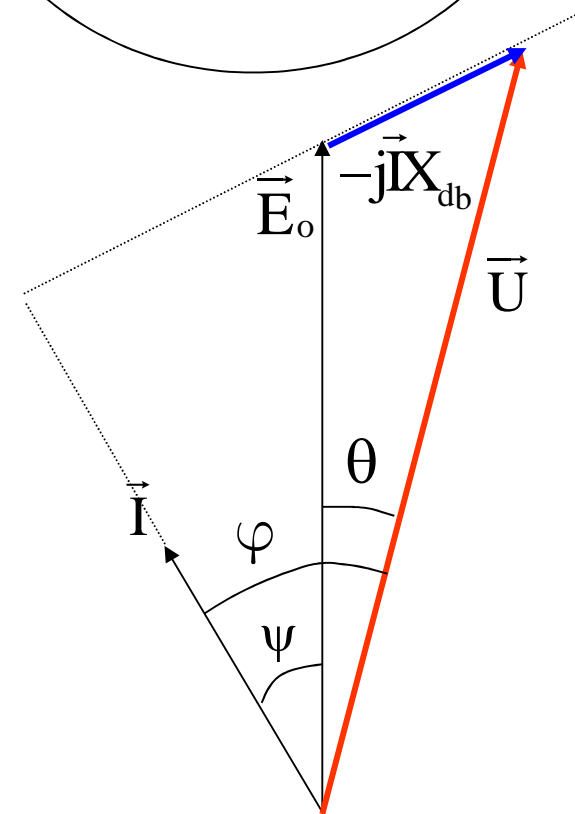
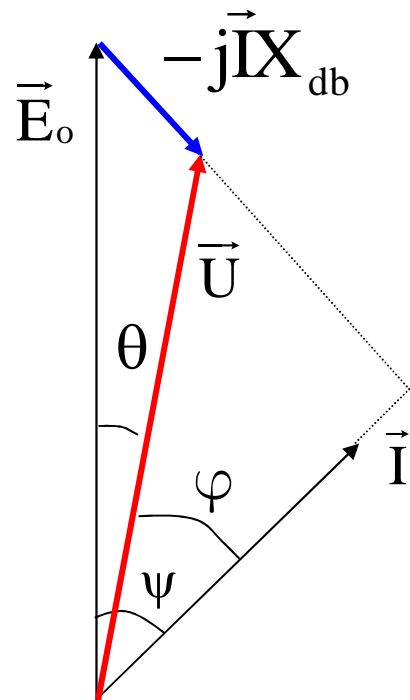
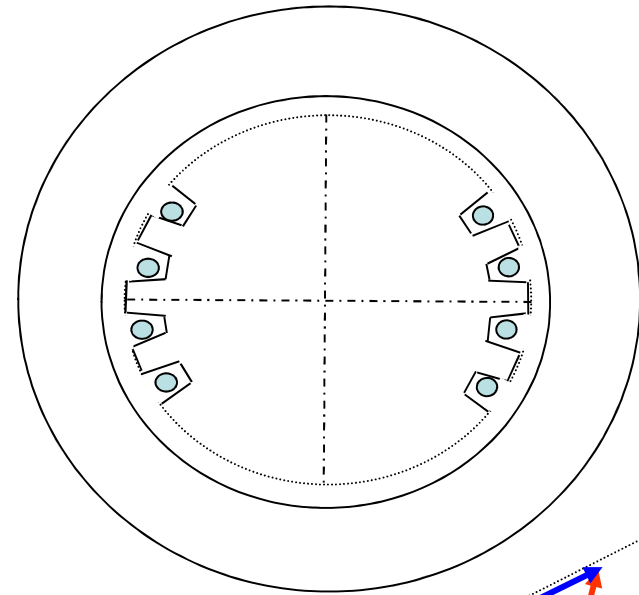
$$\dot{U} = \dot{E}_o - j\dot{I} X_{db}$$

* Đồ thị véc tơ

- Tải mang t/c điện cảm
- Tải mang t/c điện dung
- Nhận xét

+ góc E_o và U

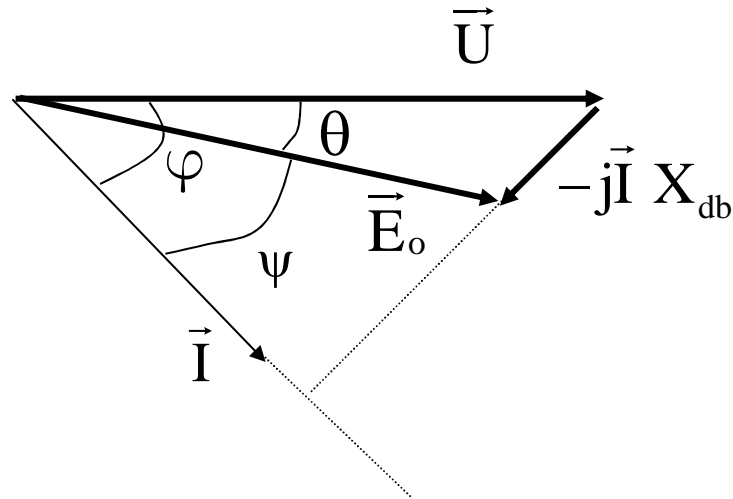
+ $\theta > 0$: E_o v t tr c U



2. Chế độ cơ

Máy cực ẩn $\vec{U} = \vec{E}_o + j\vec{I} X_{db}$

* Đồ thị véc tơ



- Nhận xét về góc θ : U v t tr c E_0

9.6 Đặc tính góc

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

$$P = mUI \cos \varphi$$

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

$$P = mU [I_q \cos \psi \cos \theta + I_d \sin \psi \sin \theta]$$

I_q

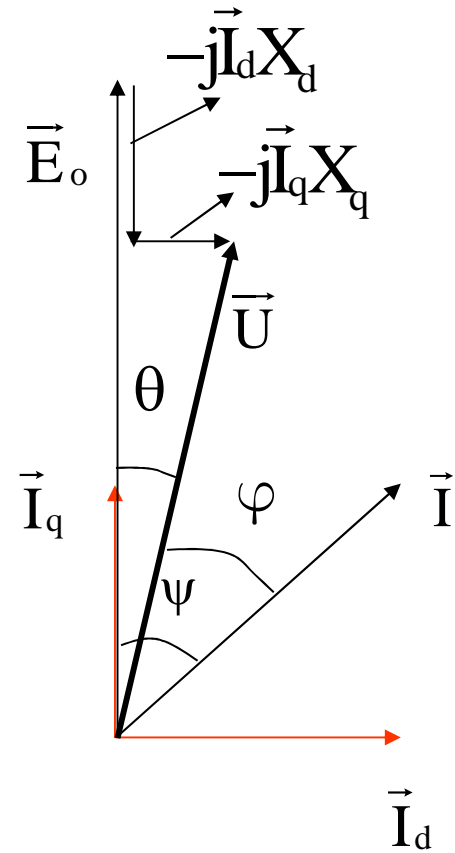
I_d

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

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

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

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

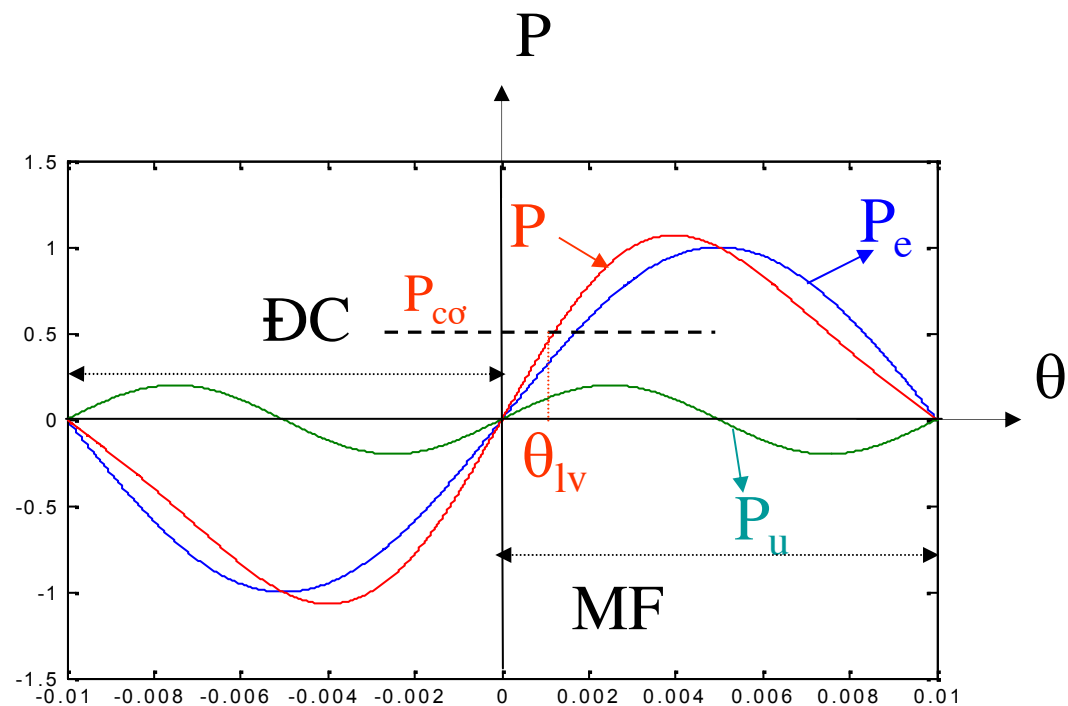


$$P = P_e + P_u$$

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

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

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



b. Máy cực ản

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

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

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: $Q = f(\theta)$

$$Q = mU I \sin \varphi \quad \varphi = \psi - \theta$$

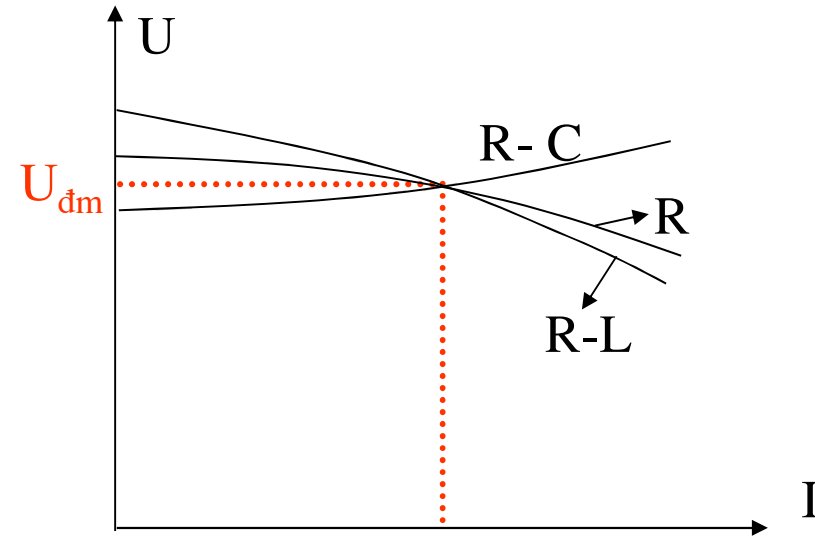
$$Q = mU [I \sin \psi \cos \theta - I \cos \psi \sin \theta]$$

* Với máy cực ản

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

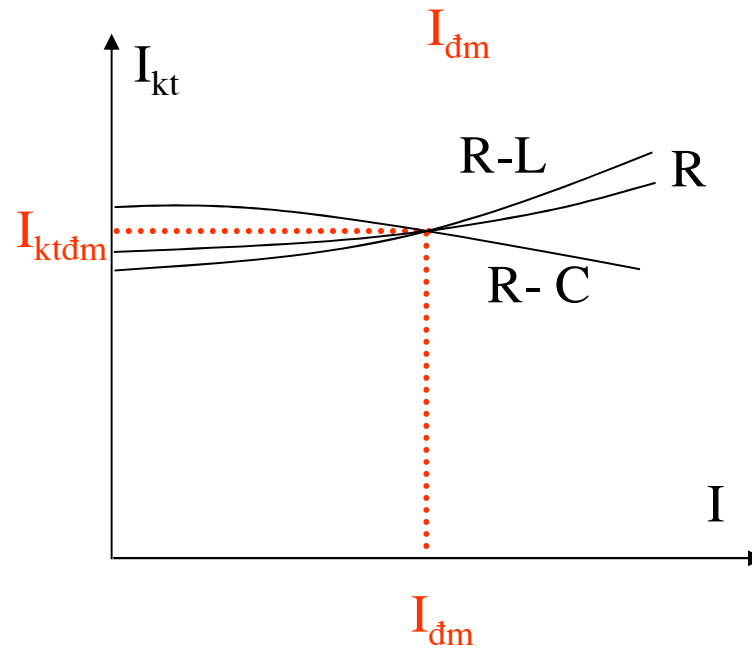
9.7 Đặc tính làm việc

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

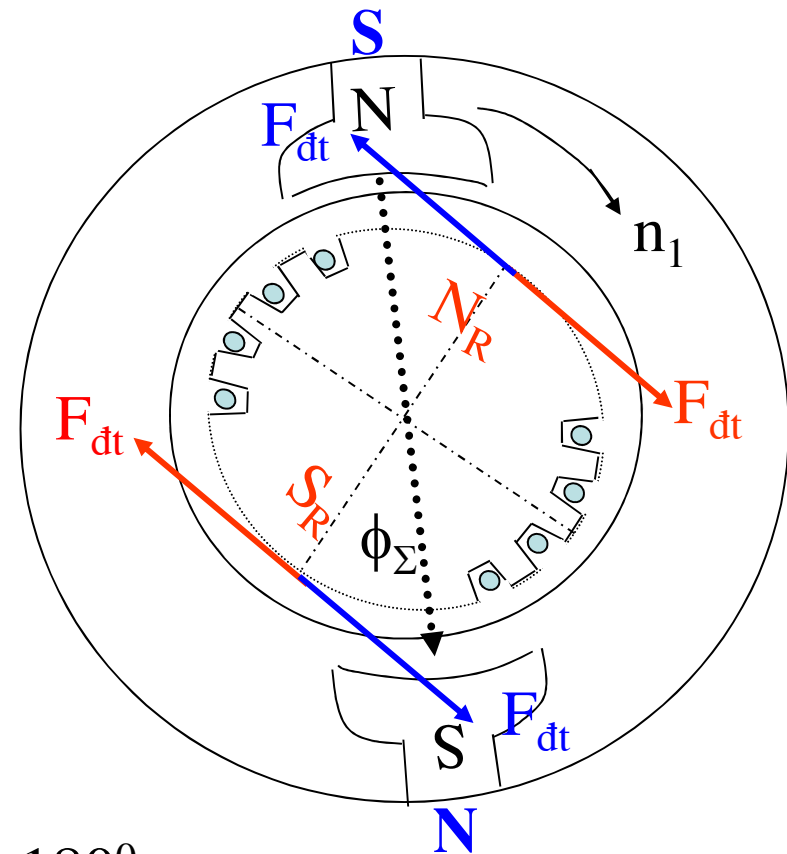
$U_{1\text{chi } u}$ \longrightarrow Dòng, l c i n t

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

Sau $0,01 \text{ s} \rightarrow$ T tr ng quay c 180°

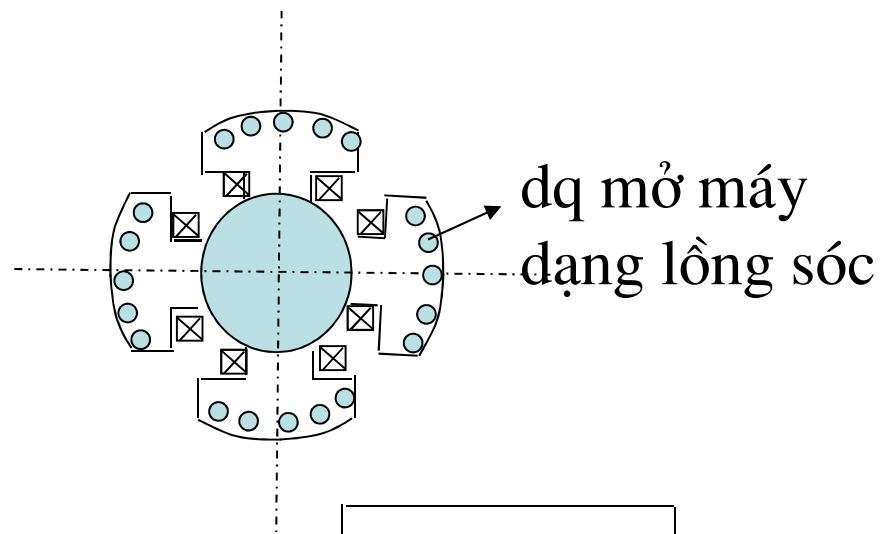
$\rightarrow F_{\text{đt}}$ đổi chiều ng c lại

\rightarrow Động cơ không mở máy đ c



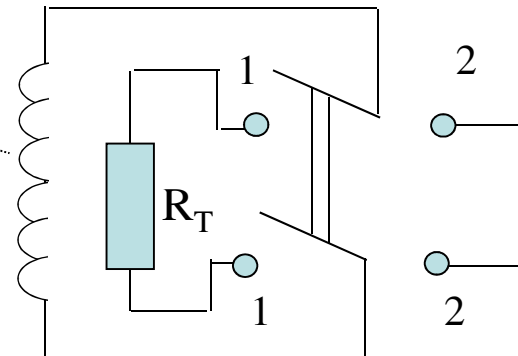
*** Phương pháp m máy**

- 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

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

$P = mU\dot{I}\cos\varphi = \text{const}$

(Note: In the original image, m , U , and \dot{I} are circled in red, and $\cos\varphi$ is circled in black. Arrows point from the text "= const" to each of these circled terms.)

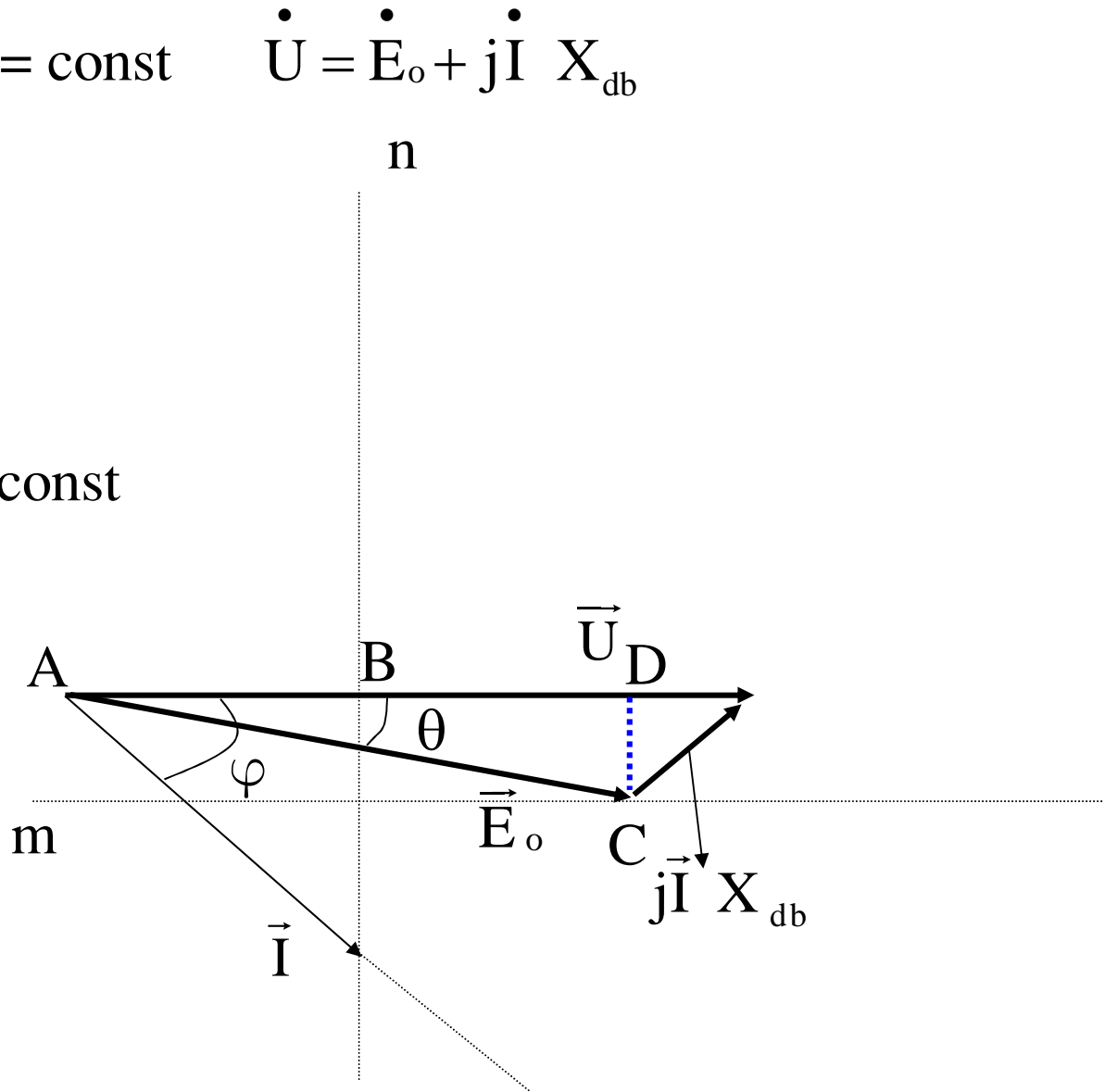
\vec{I} chạy trên n

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

(Note: In the original image, m , U , \dot{E}_o , and $\sin\theta$ are circled in red. Arrows point from the text "= const" to each of these circled terms.)

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

\vec{I}_2 trùng pha \vec{U}

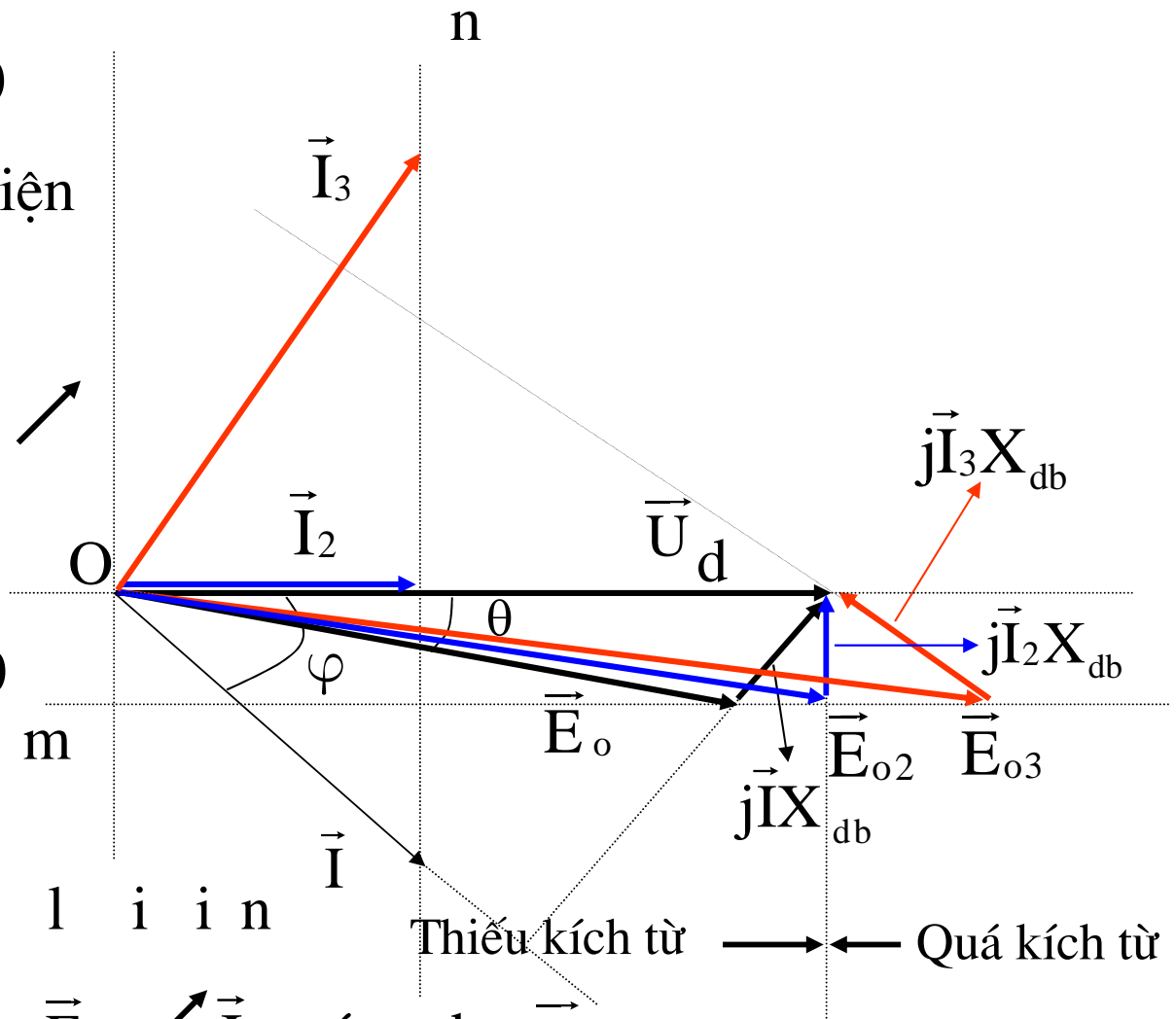
$\Rightarrow \varphi = 0, Q = P \tan \varphi = 0$

\rightarrow tính chất điện trở

ng c không nh n Q t l i i n

3. Quá kích từ: $\vec{I}_{kt} \rightarrow \vec{E}_{o3}$ \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



* *u nh c i m c a n g c n g b*

- Công suất lớn
- Tốc độ không đổi, không phụ thuộc tải
- Hiệu suất $\cos \phi$, 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: **T bù ba pha**