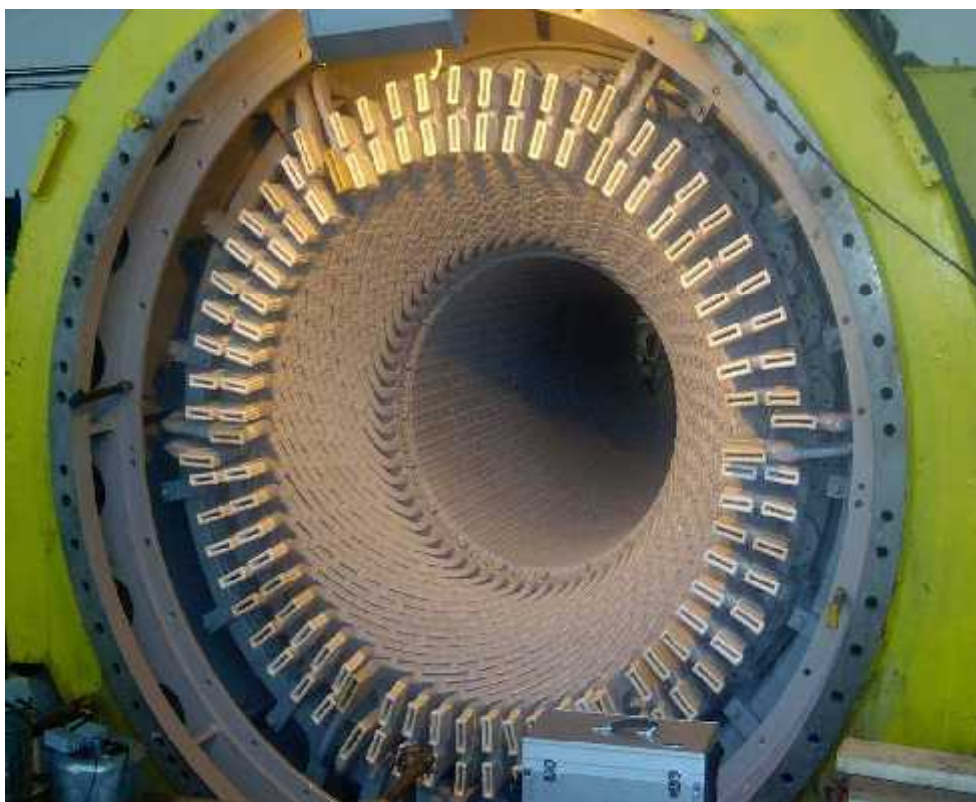




ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

5. ОСНОВИ СИНХРОНИХ МАШИНА

КОНСТРУКЦИЈА





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

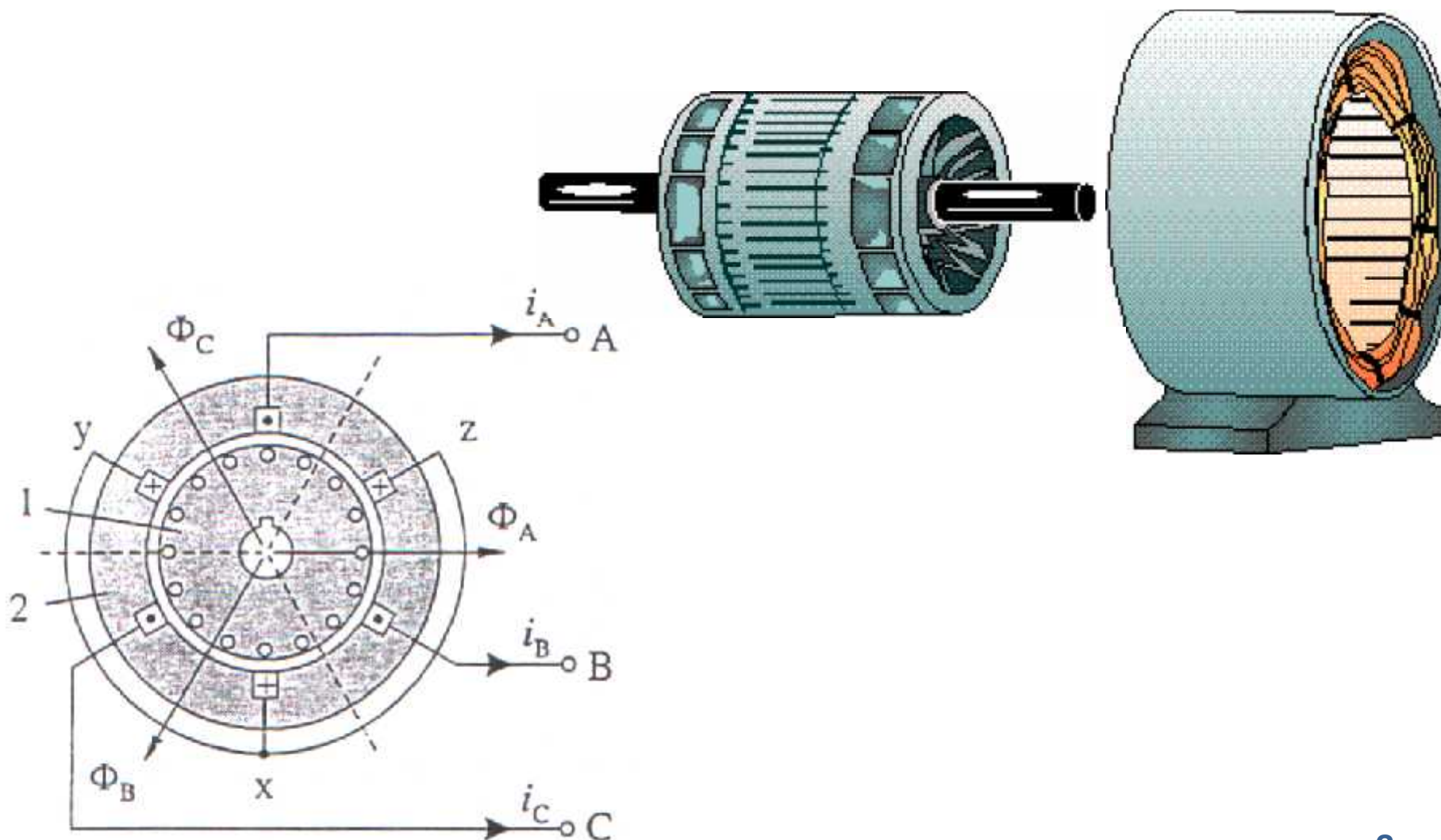
КОНСТРУКЦИЈА





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

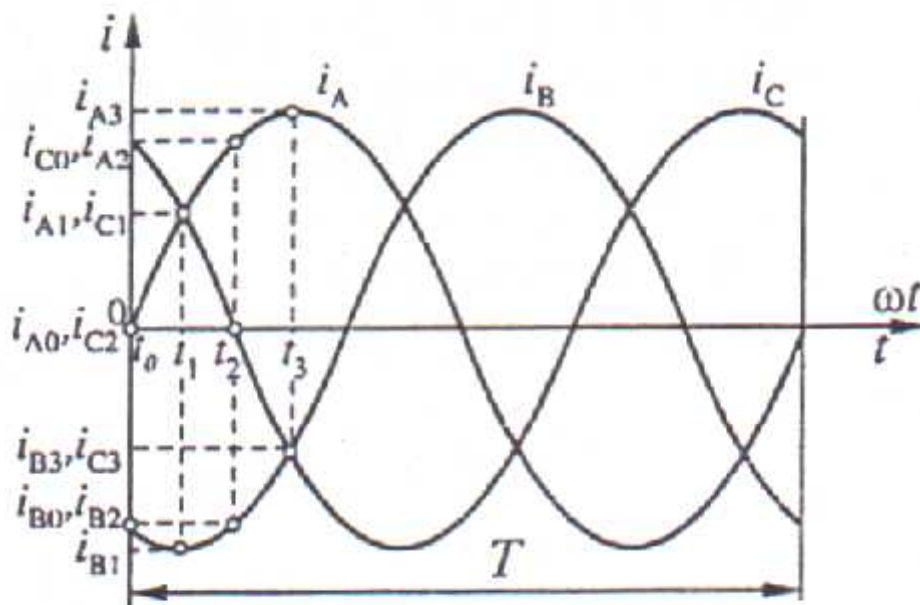
КОНСТРУКЦИЈА И ПРИНЦИП РАДА





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Обртно магнетно коло



U trenutku $t_0 = 0$ struje i_{A0} , i_{B0} i i_{C0} imaju sledeće vrednosti:

$$I_A = I_m \sin \omega t$$

$$I_B = I_m \sin \omega t \left(\omega t - \frac{2p}{3} \right)$$

$$I_C = I_m \sin \omega t \left(\omega t - \frac{4p}{3} \right)$$

$$i_{A0} = 0$$

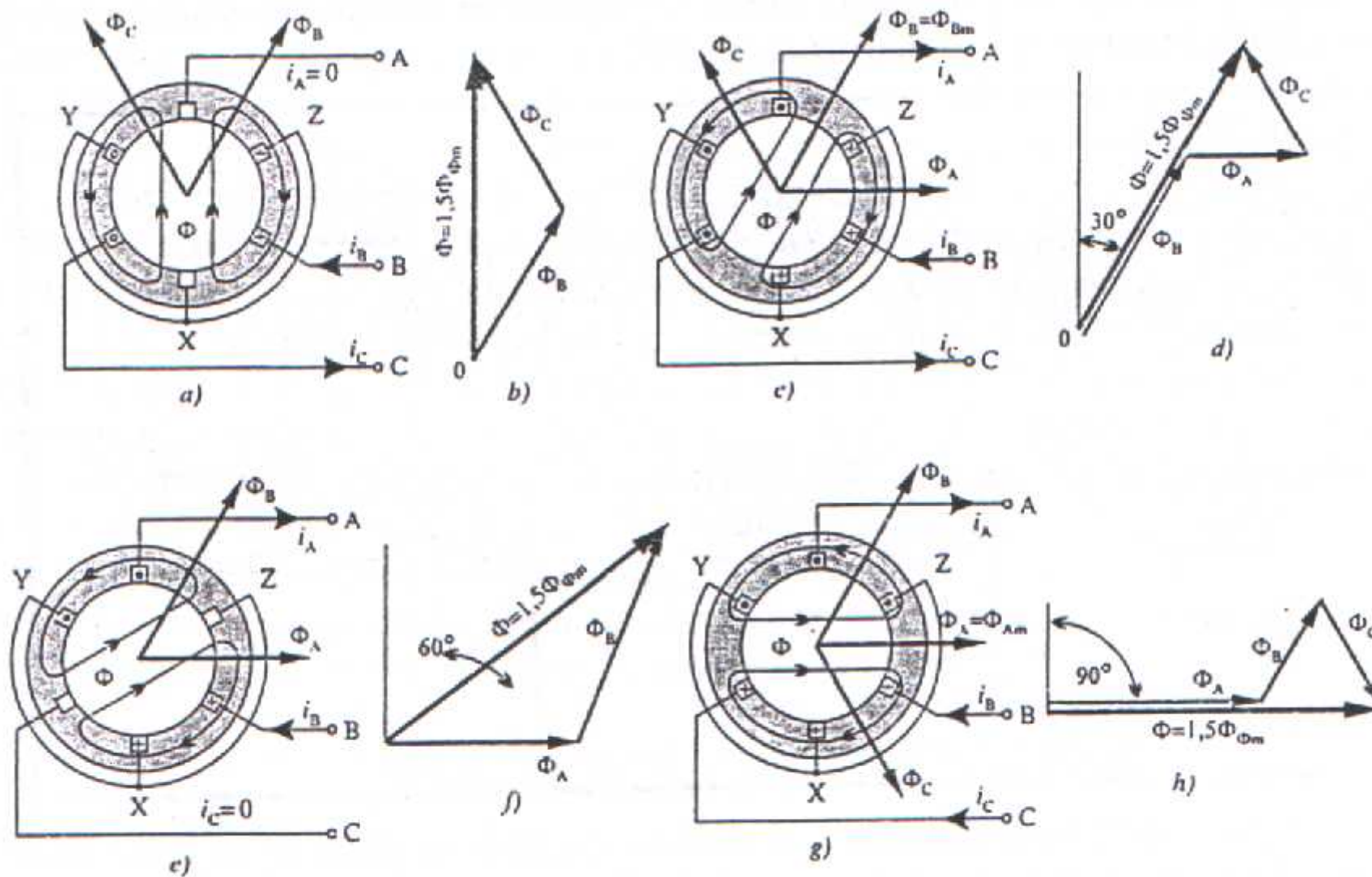
$$i_{B0} = -\frac{\sqrt{3}}{2} I_m$$

$$i_{C0} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_m$$



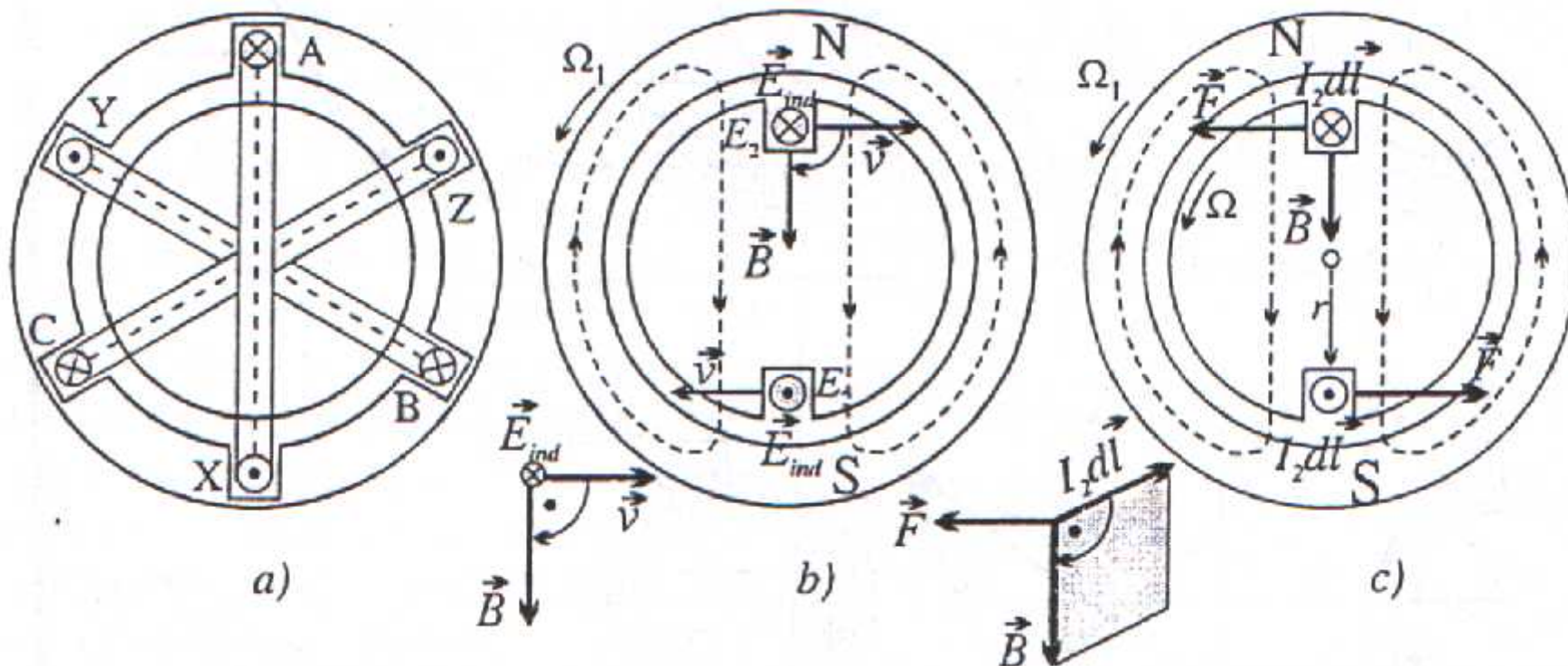
ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Обртно магнетно поље





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНИ НА ВОЗИЛИМА



$$E_2 = \int \vec{E}_{ind} \cdot d\vec{l} = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{F} = \int I_2 d\vec{l} \times \vec{B}$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Brzina obrtanja rotora sinhronog motora je :

$$n = \frac{60 f_s}{p} [\text{o/min}]$$

n - je brzina obrtanja rotora,

f_s - je frekvencija statorskih struja,

p - je broja pari polova.

p	1	2	3	4	5	6
n [o/min]	3000	1500	1000	750	600	500

Brzina obrtanja sinhrona mašina za $f_s=50$ Hz



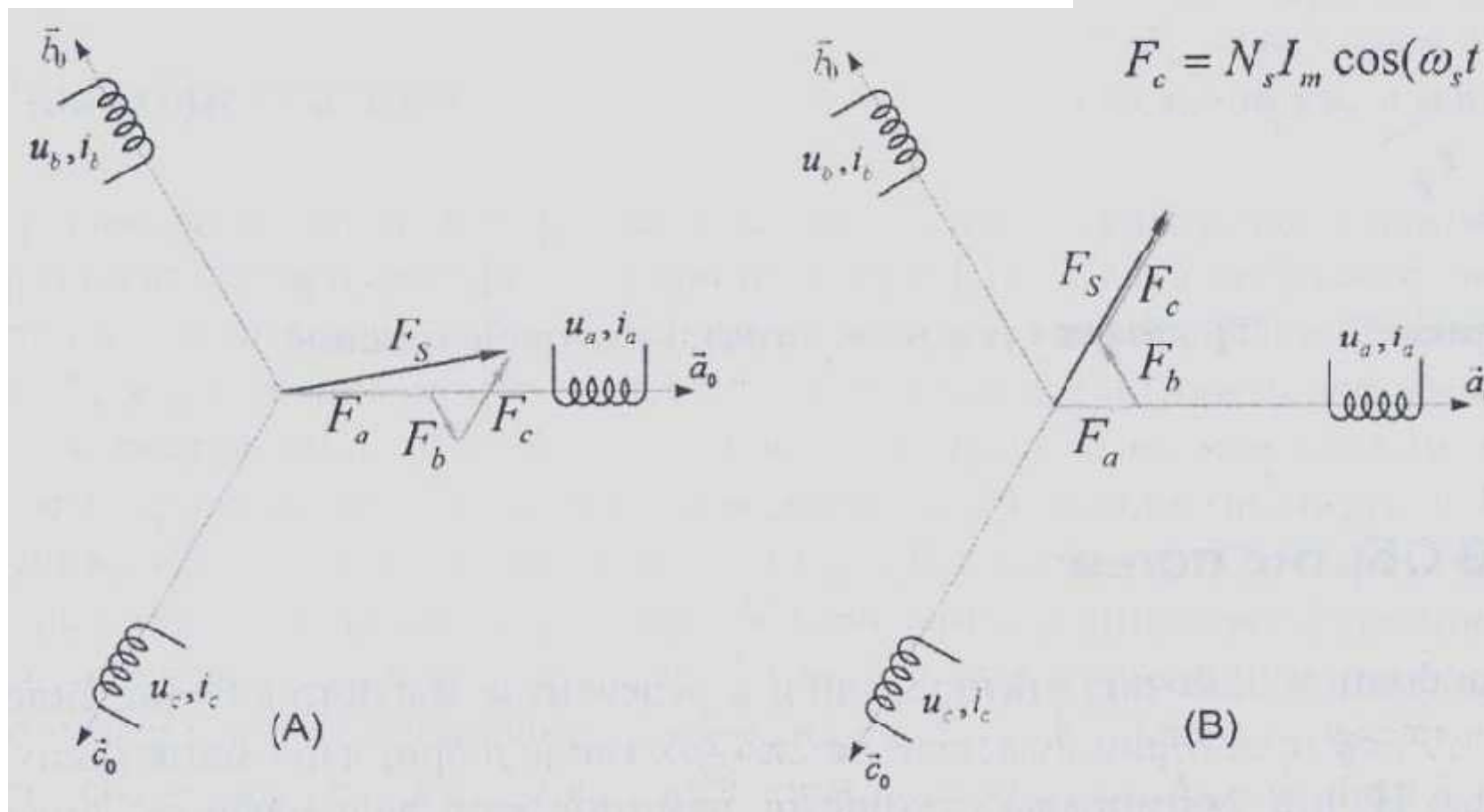
ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Обртно магнетно коло

$$F_a = N_s I_m \cos \omega_s t ,$$

$$F_b = N_s I_m \cos(\omega_s t - \frac{2\pi}{3}) ,$$

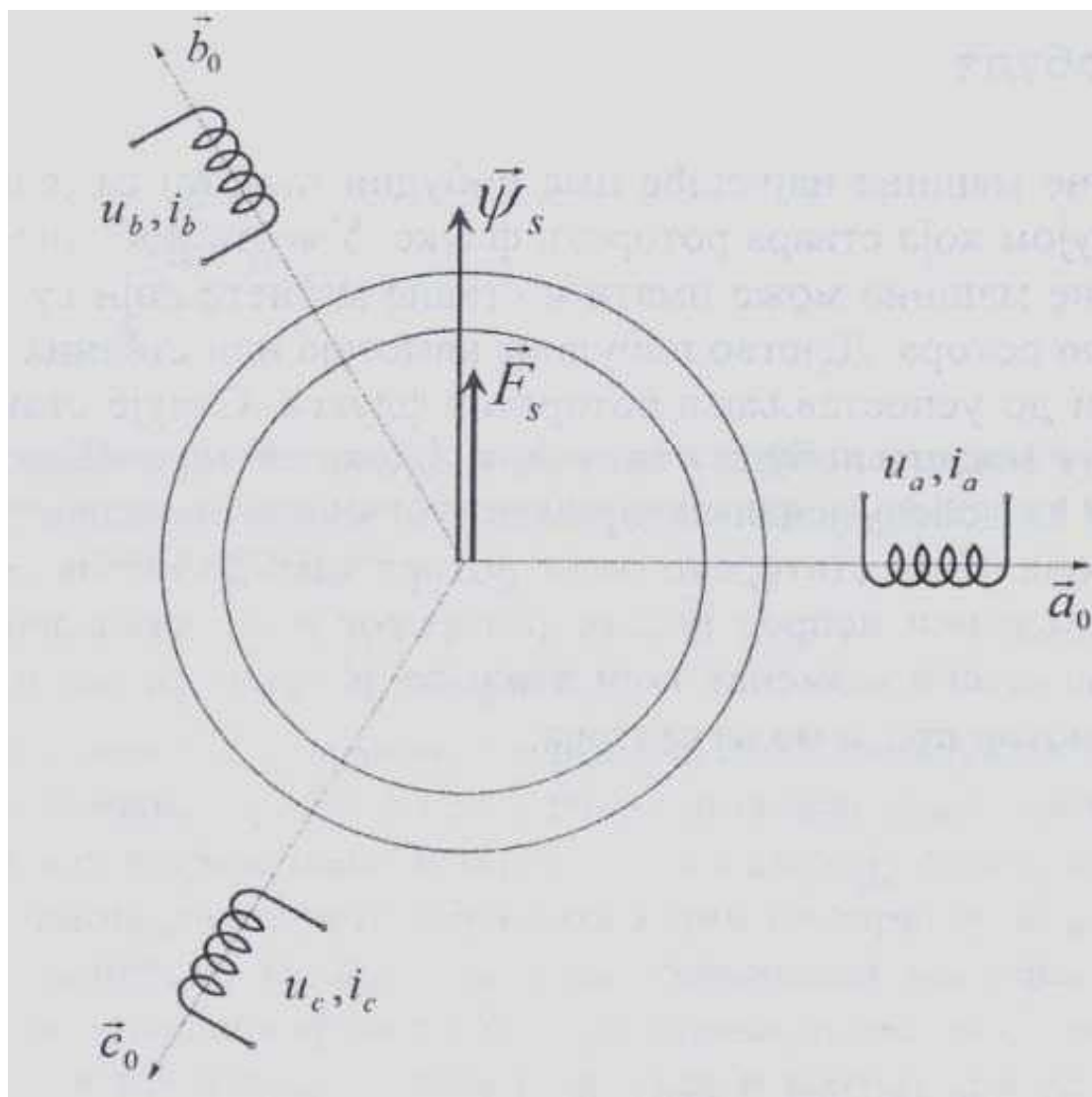
$$F_c = N_s I_m \cos(\omega_s t - \frac{4\pi}{3}) ,$$





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

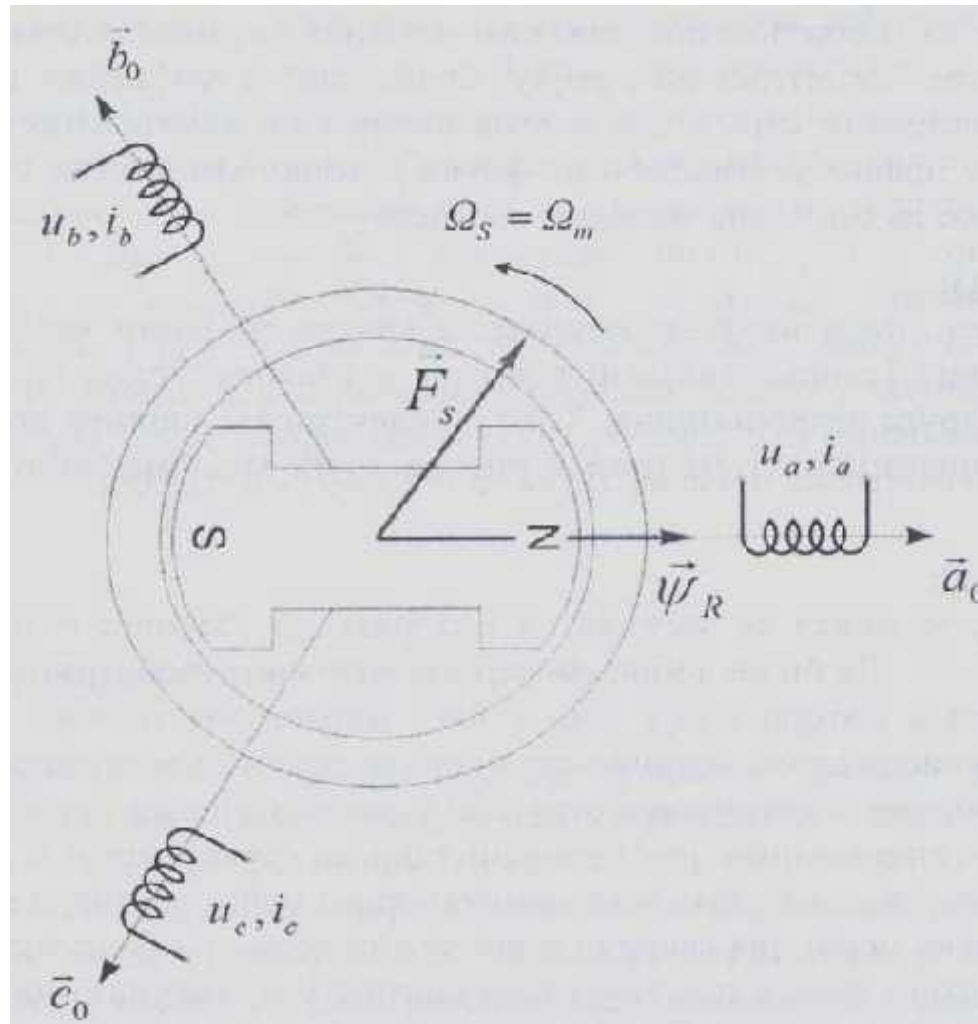
Обртно магнетно коло





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

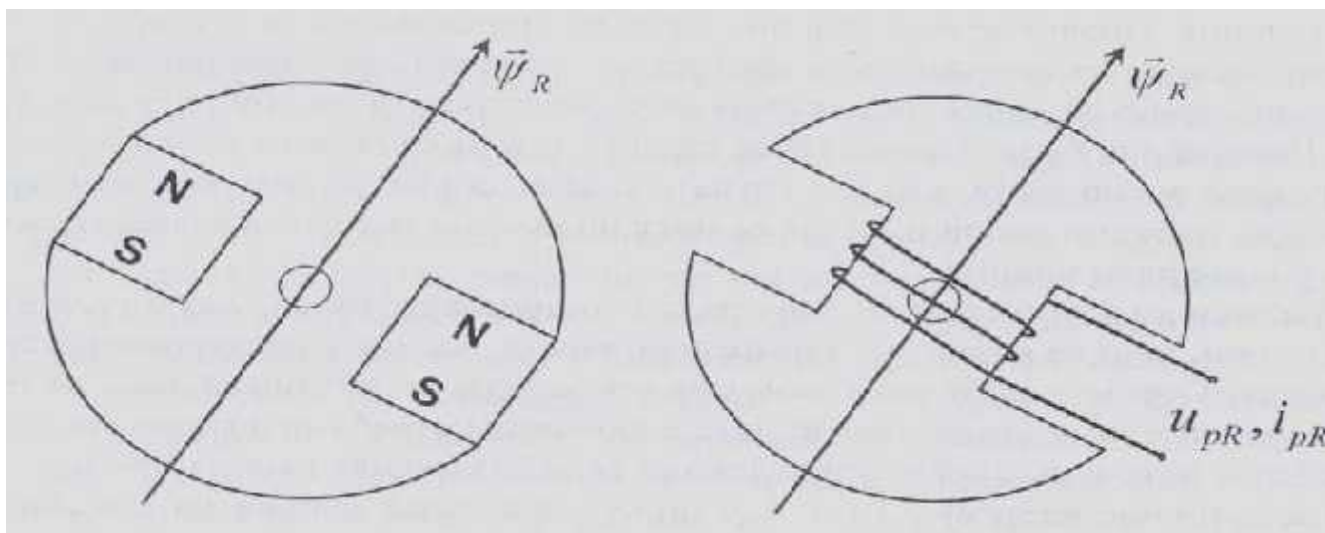
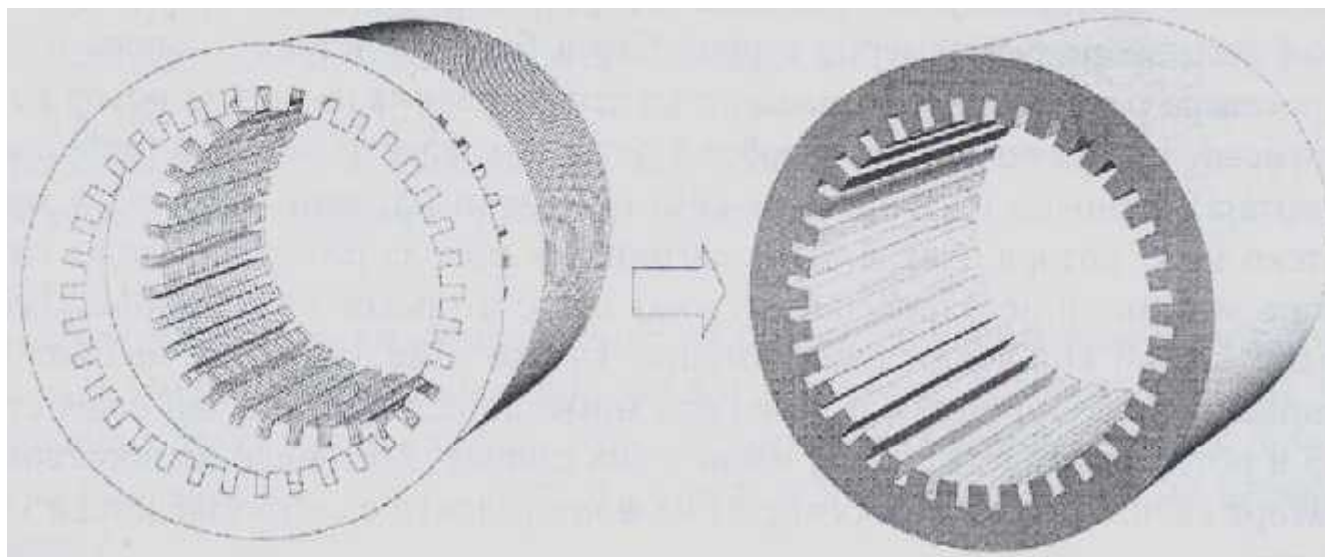
Флукс побуде





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

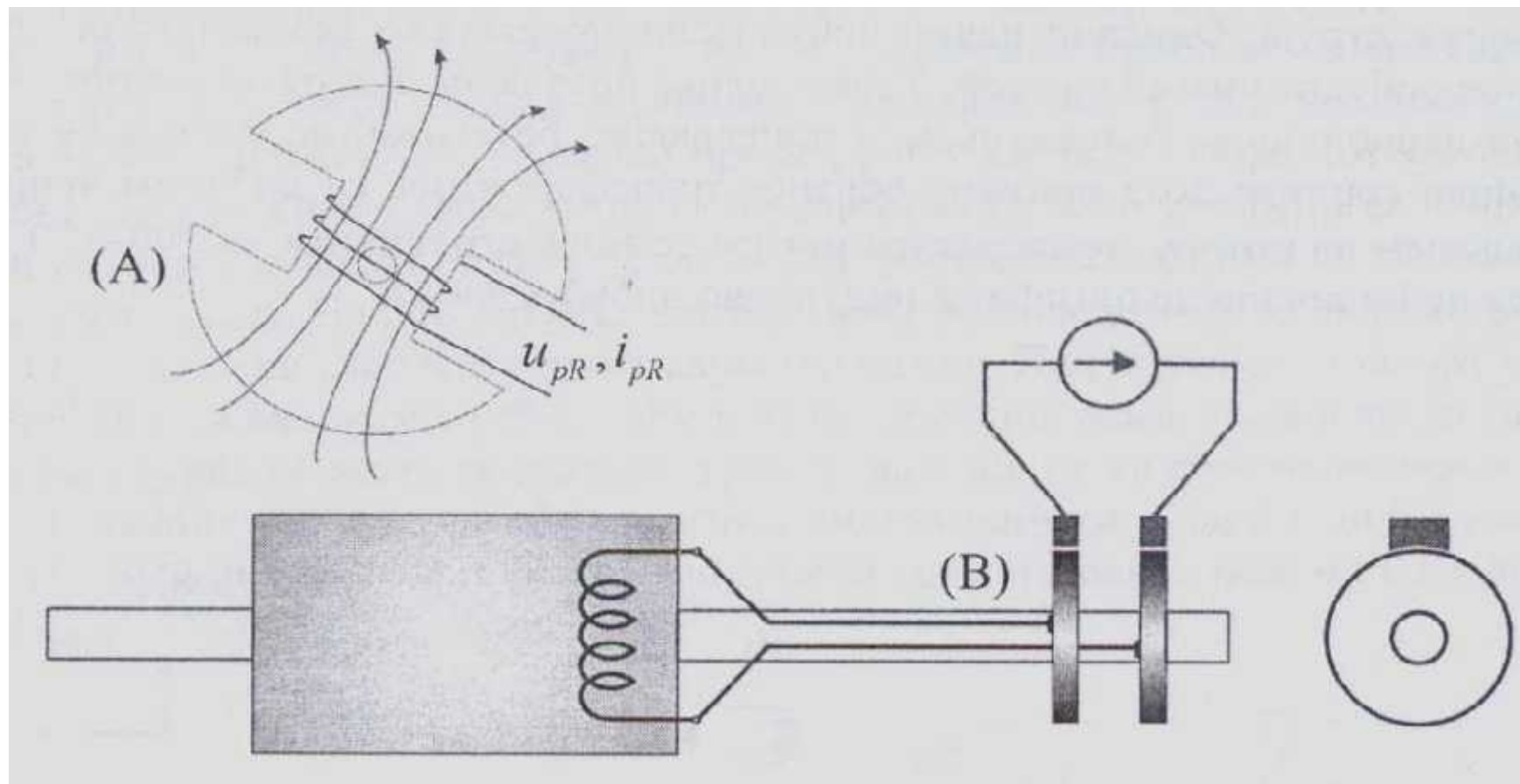
Конструкција синхроне машине





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

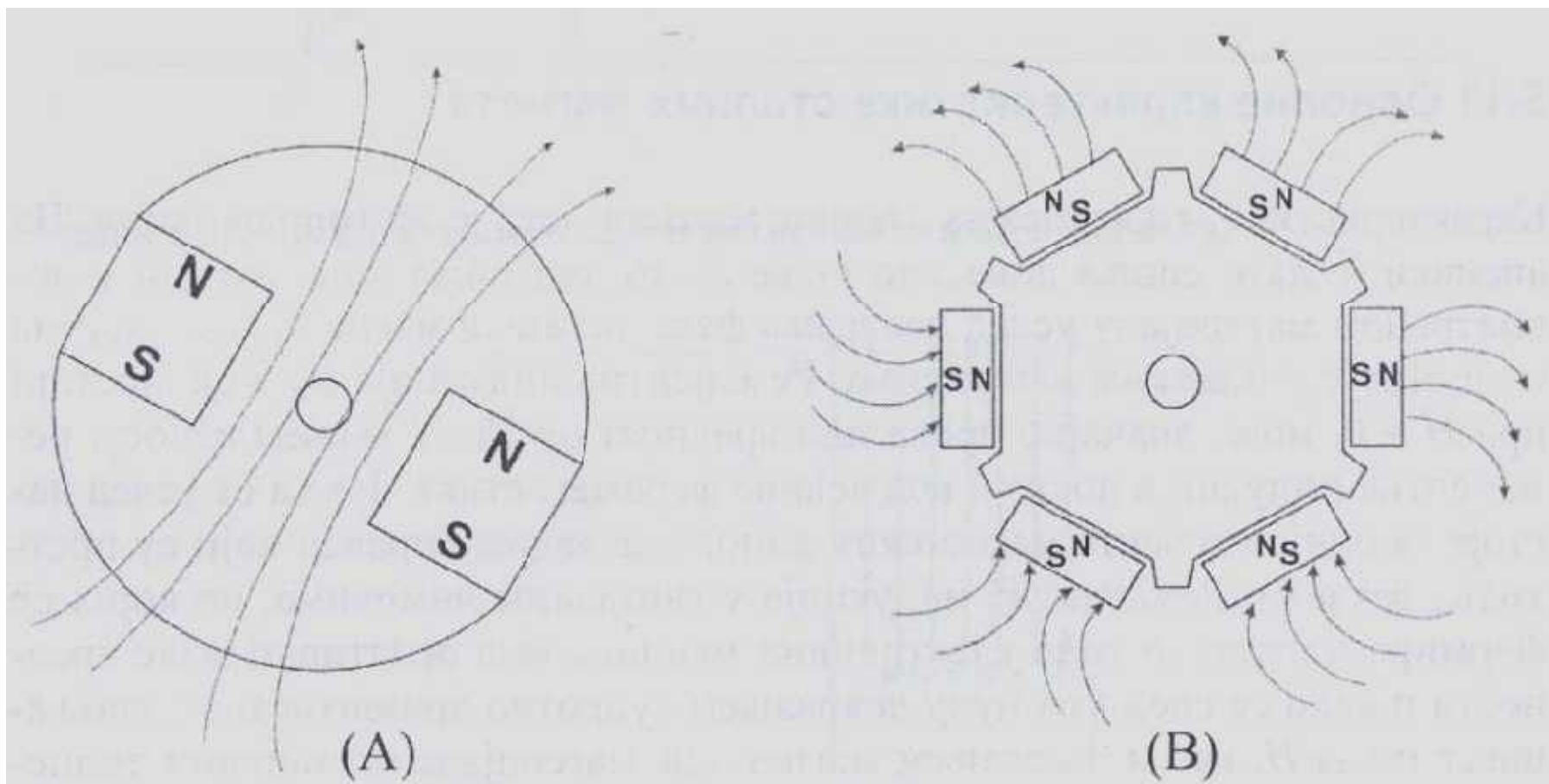
Напајање побудног намотај





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

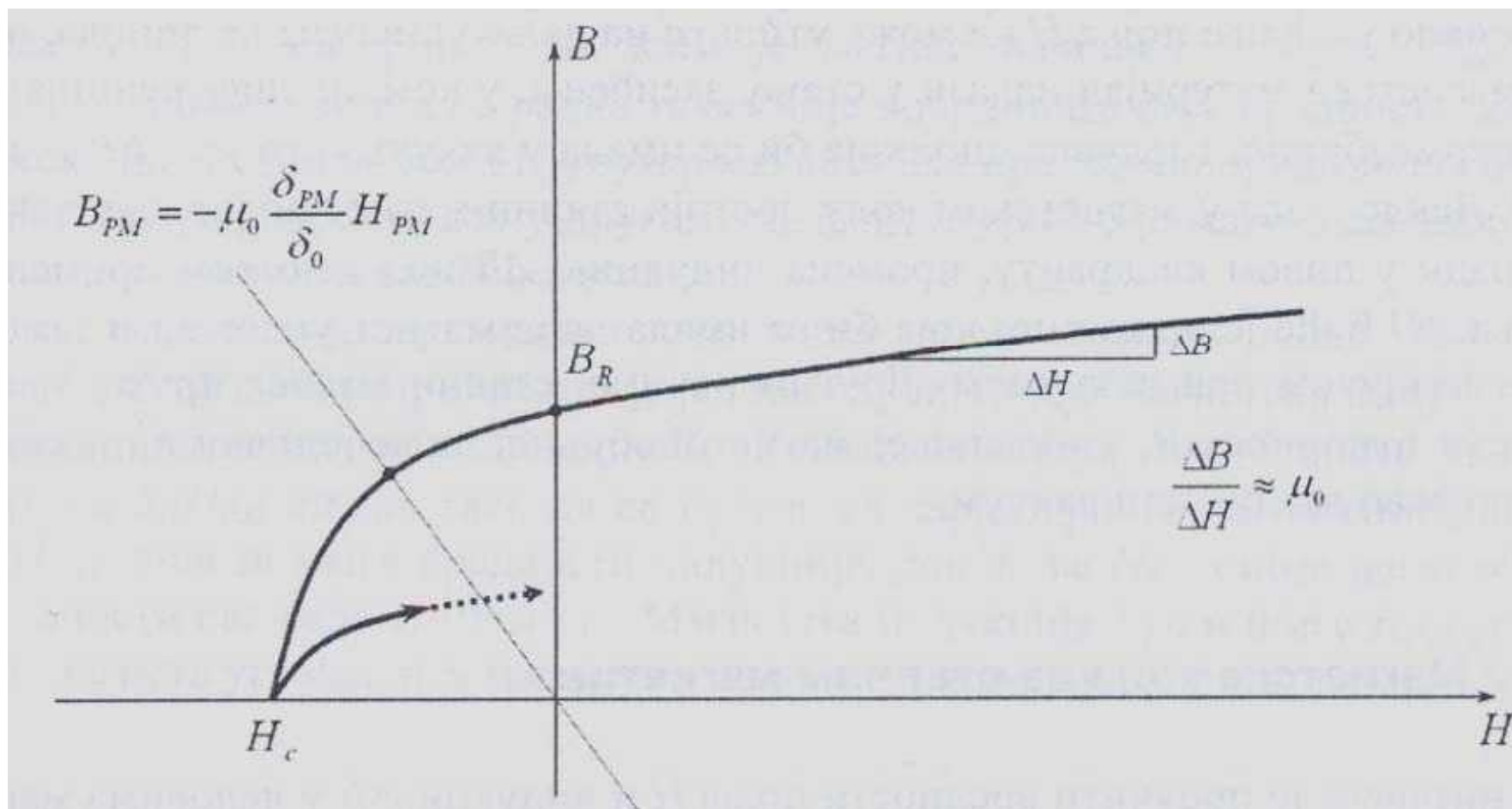
Ротор са сталним магнетима





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

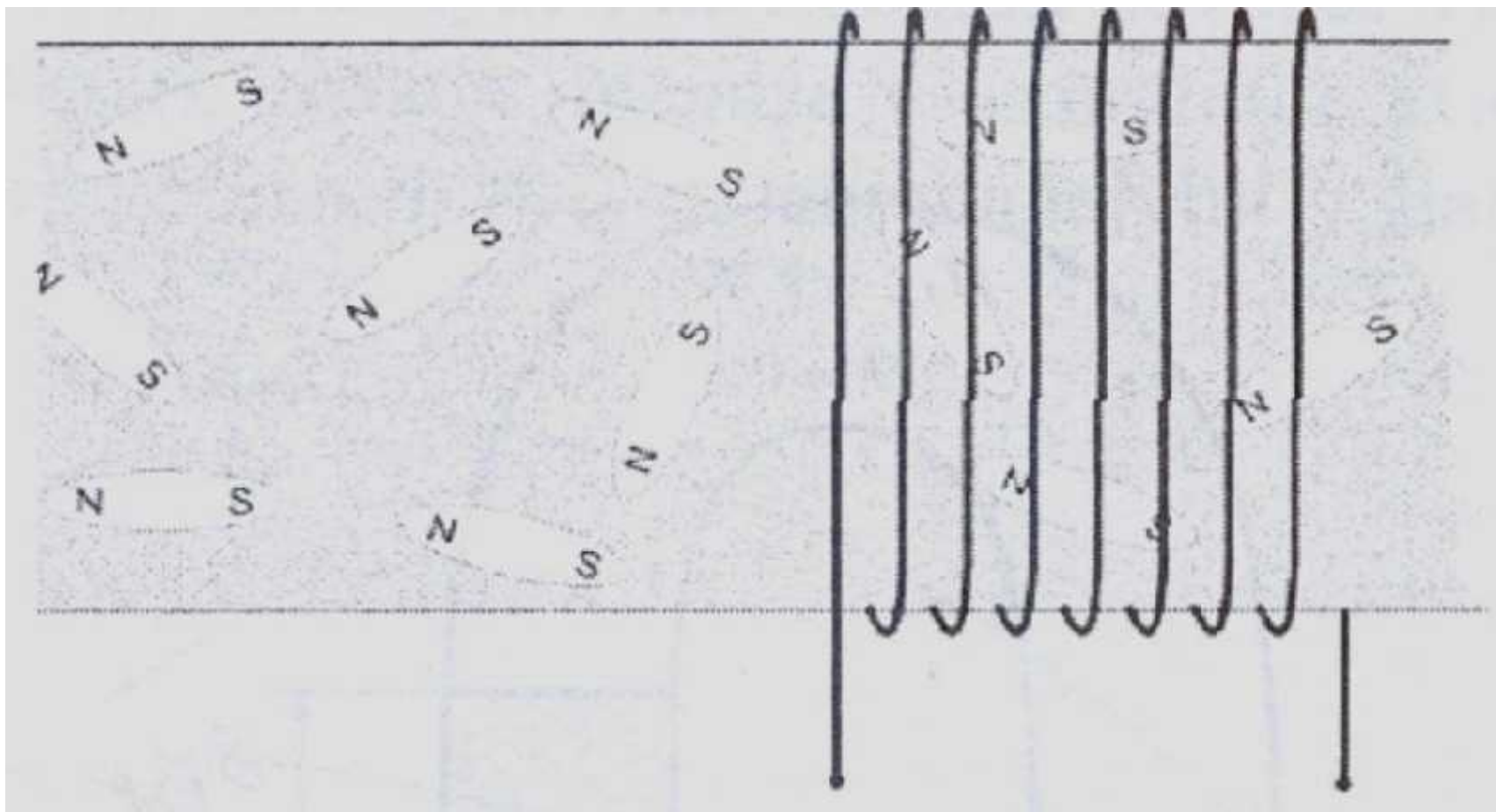
Карактеристике сталних магнета





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

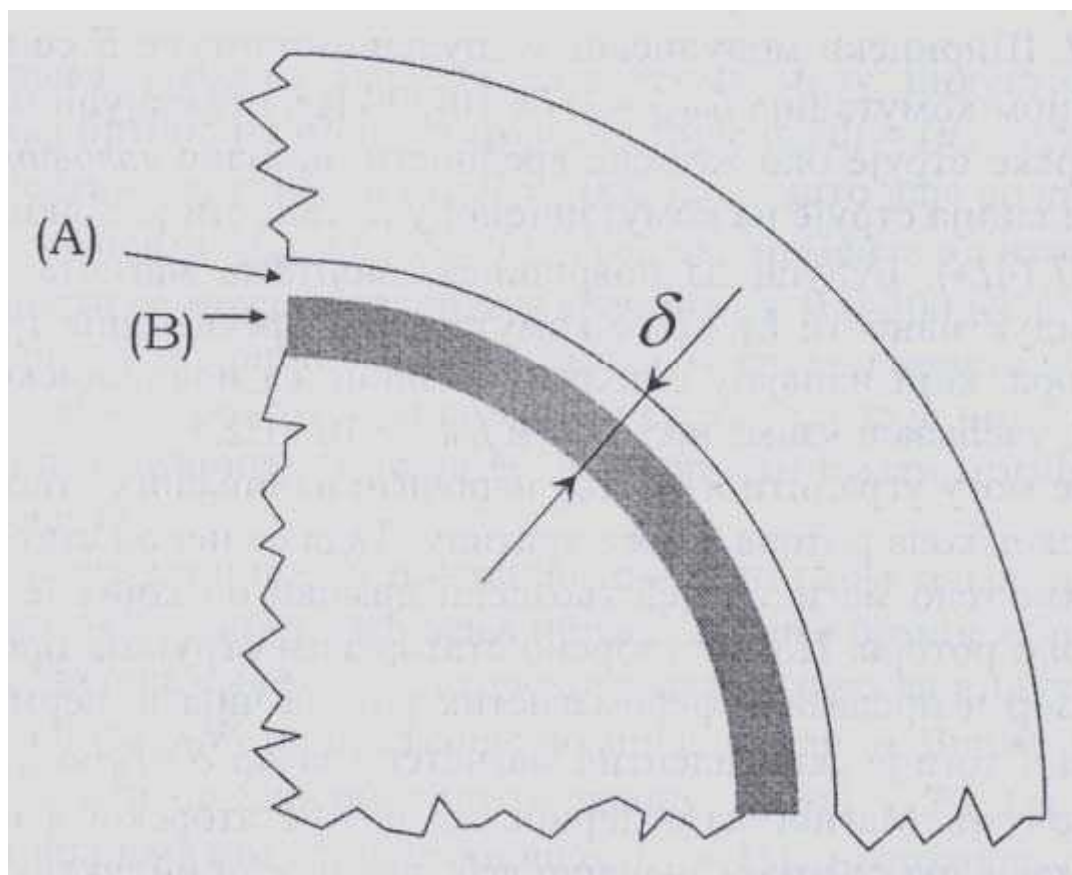
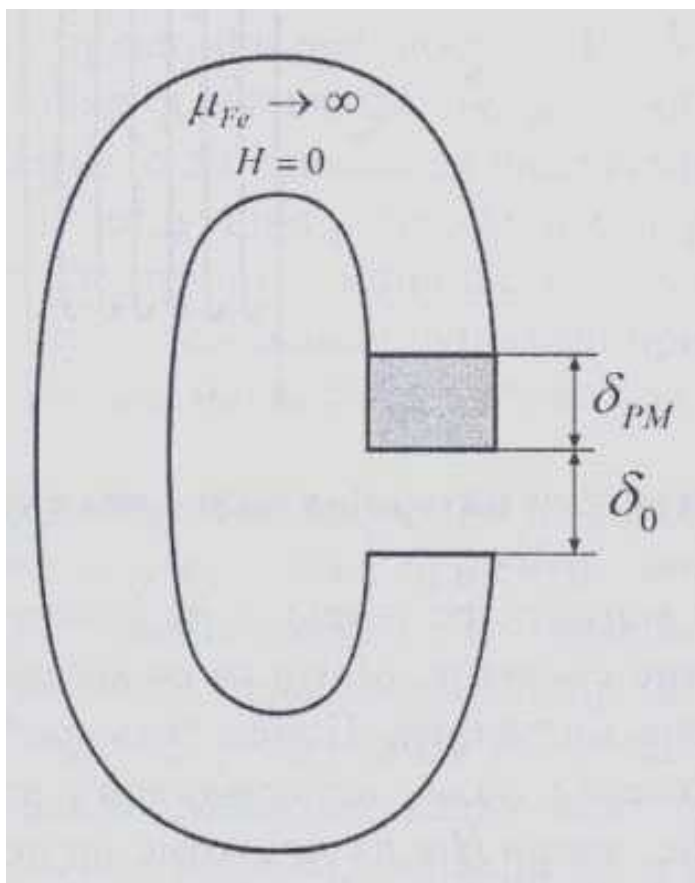
Карактеристике сталних магнета





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

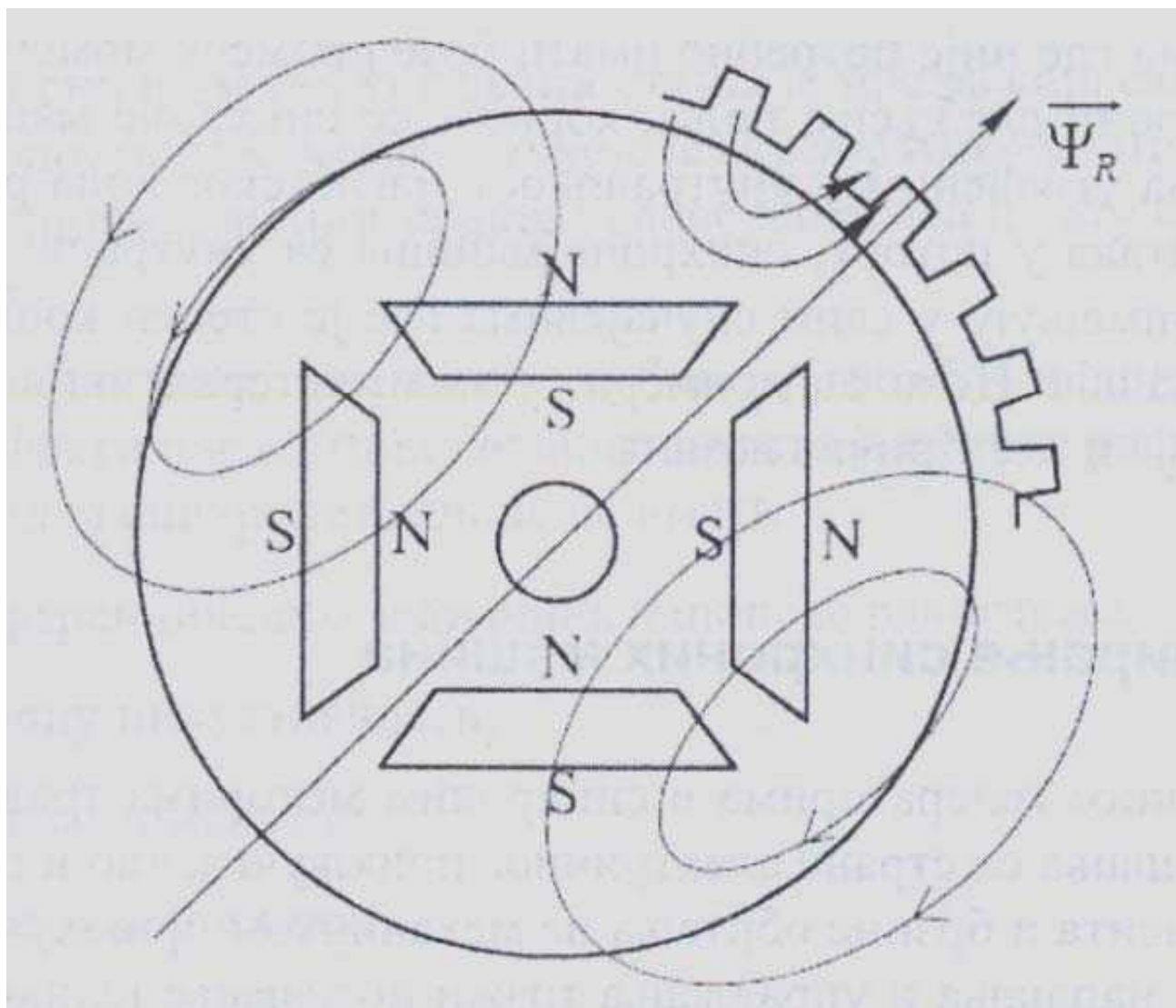
Магнетска кола са сталним магнетима





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

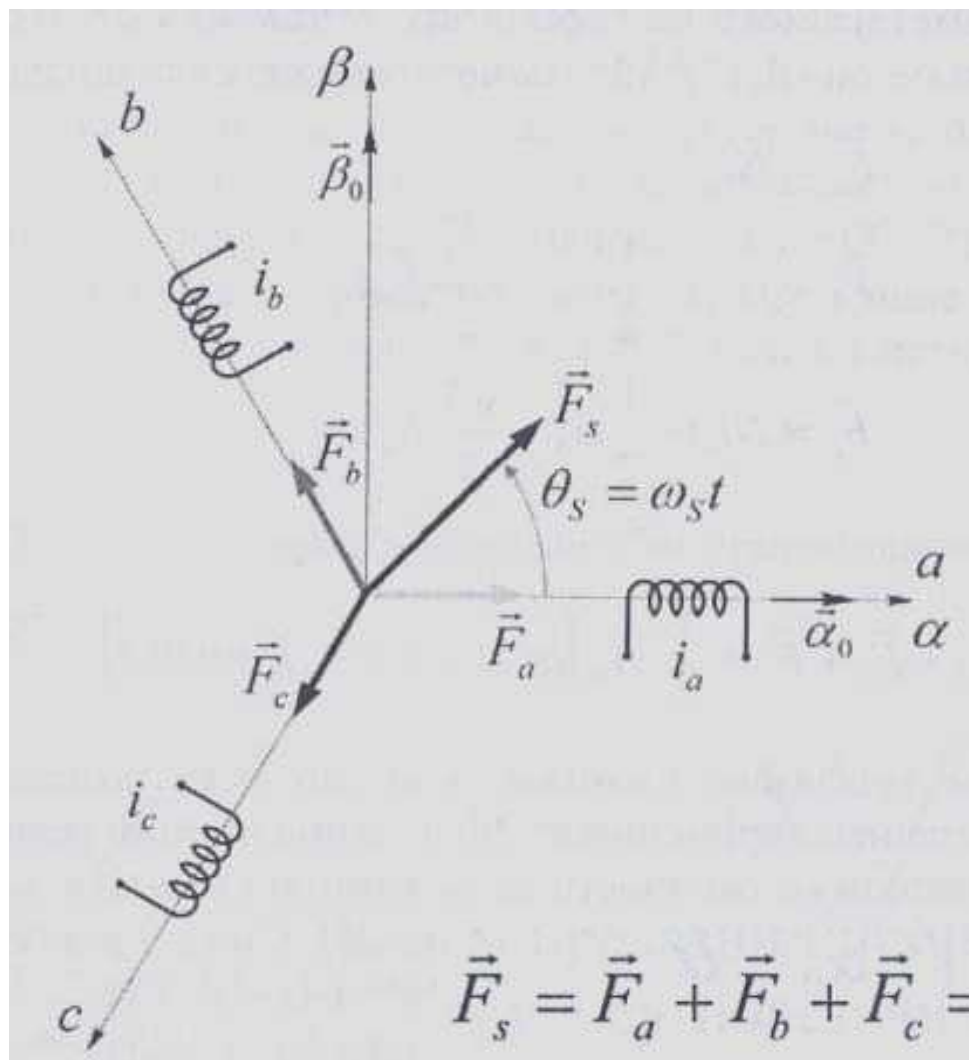
Магнетска отпорност машине са сталним магнетима





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Моделирање синхроне машине



$$\begin{aligned} i_a &= I_m \cos \omega_s t, \\ i_b &= I_m \cos(\omega_s t - 2\pi/3), \\ i_c &= I_m \cos(\omega_s t - 4\pi/3). \end{aligned}$$

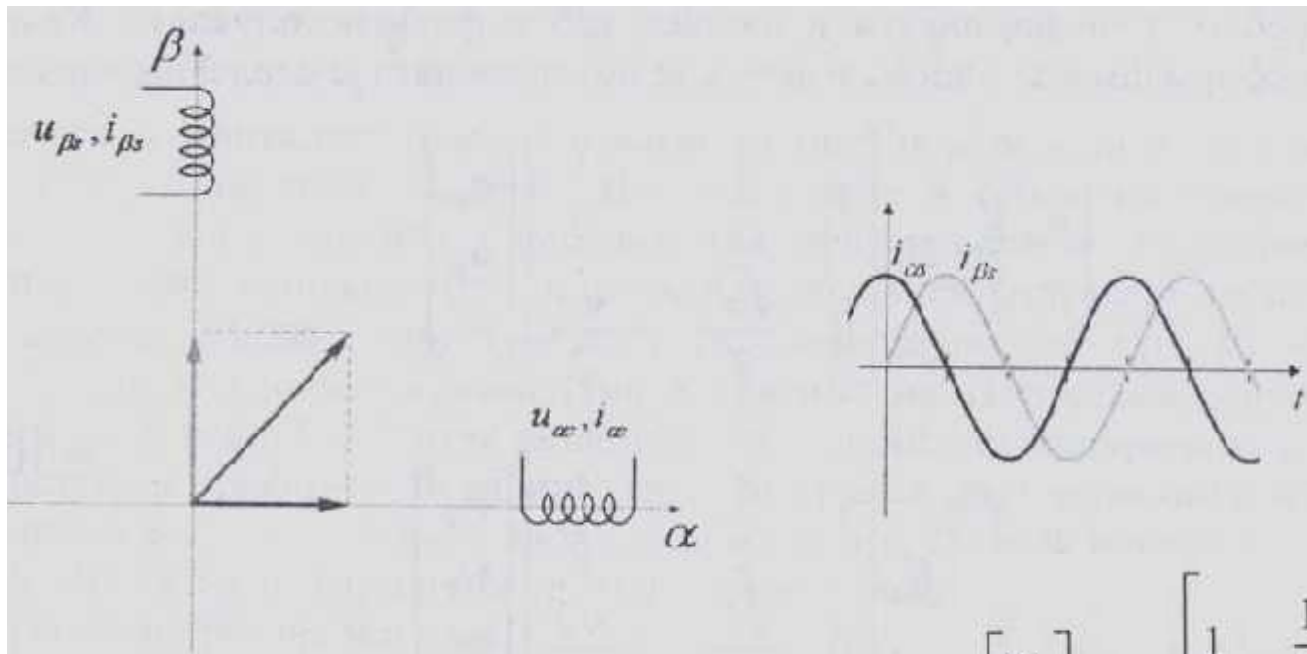
$$\begin{aligned} \vec{F}_a &= N i_a \vec{\alpha}_0, \\ \vec{F}_b &= N i_b \left(-\frac{1}{2} \vec{\alpha}_0 + \frac{\sqrt{3}}{2} \vec{\beta}_0 \right), \\ \vec{F}_c &= N i_c \left(-\frac{1}{2} \vec{\alpha}_0 - \frac{\sqrt{3}}{2} \vec{\beta}_0 \right). \end{aligned}$$

$$\vec{F}_s = \vec{F}_a + \vec{F}_b + \vec{F}_c = \frac{3}{2} N I_m \left[\vec{\alpha}_0 \cos \omega_s t + \vec{\beta}_0 \sin \omega_s t \right]$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНИ НА ВОЗИЛИМА

Двофазни еквивалент



$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = K_I \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

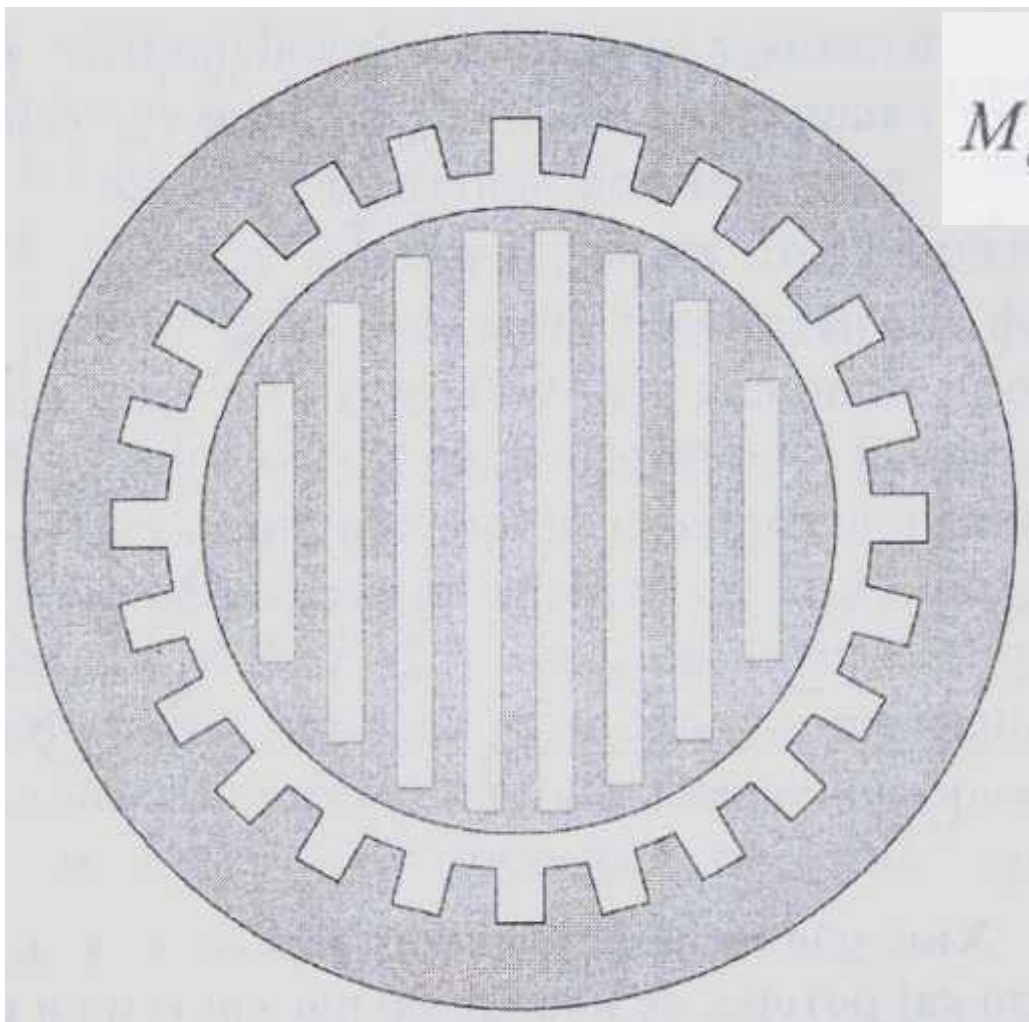
$$\begin{bmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \end{bmatrix} = K_U \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \psi_\alpha \\ \psi_\beta \end{bmatrix} = K_\psi \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_a \\ \psi_b \\ \psi_c \end{bmatrix}$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Релуктантни мотор

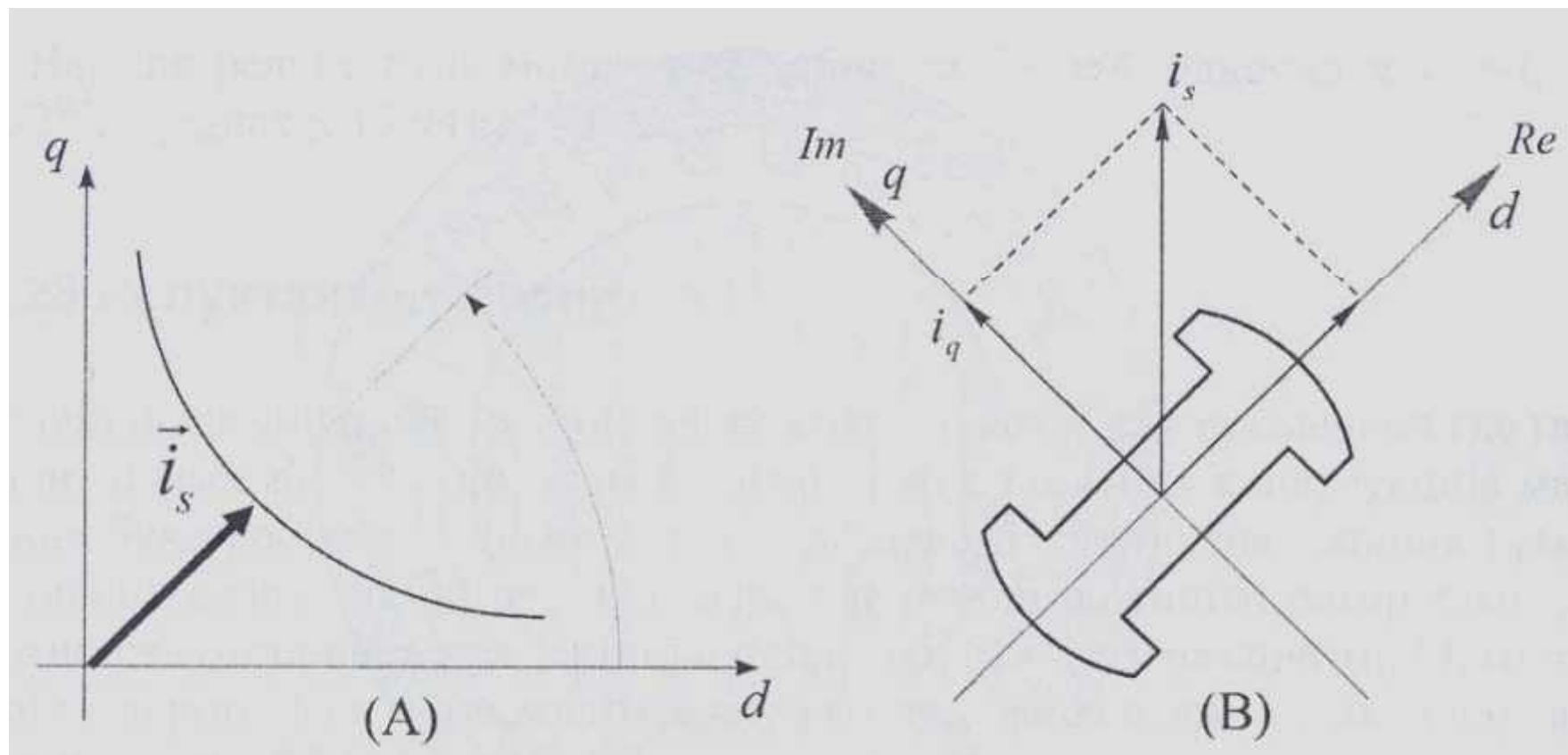


$$M_{em} = \frac{3p}{2} (L_d - L_q) i_d i_q$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Релуктантни мотор





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

ЗАМЕНСКА ШЕМА

$$i_p = \text{const.} = I_p$$

$$L_m I_p = \psi_{Rm}.$$

$$u_d = R_s i_d + L_s \frac{di_d}{dt} - \omega_s L_s i_q = R_s i_d - \omega_s L_s i_q$$

$$u_q = R_s i_q + L_s \frac{di_q}{dt} + \omega_s L_s i_d + \omega_s \psi_{Rm} = R_s i_q + \omega_s L_s i_d + \omega_s \psi_{Rm}.$$

$$u_d = R_s i_d - \omega_s L_s i_q$$

$$ju_q = jR_s i_q + j\omega_s L_s i_d + j\omega_s \psi_{Rm},$$

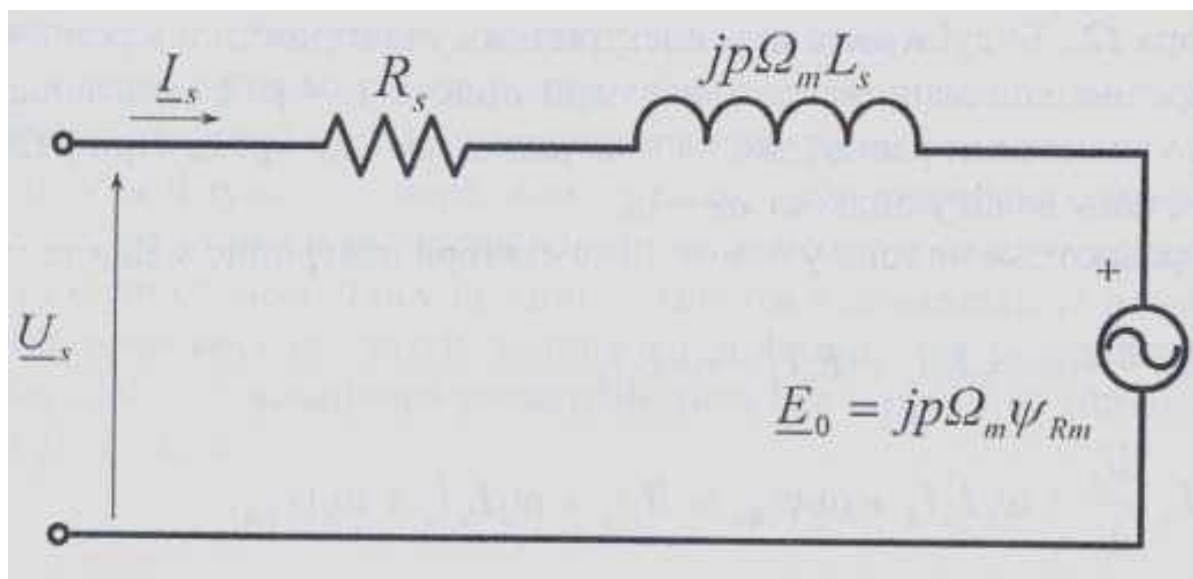
$$\underline{u}_s = R_s \underline{i}_s + j\omega_s \underline{\psi}_s = R_s \underline{i}_s + j\omega_s L_s \underline{i}_s + j\omega_s \psi_{Rm},$$

$$\underline{u}_s = u_d + j u_q, \quad \underline{i}_s = i_d + j i_q.$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

$$\underline{U}_s = R_s \underline{I}_s + j\omega_s \underline{\psi}_s = R_s \underline{I}_s + j\omega_s L_s \underline{I}_s + j\omega_s \psi_{Rm}$$



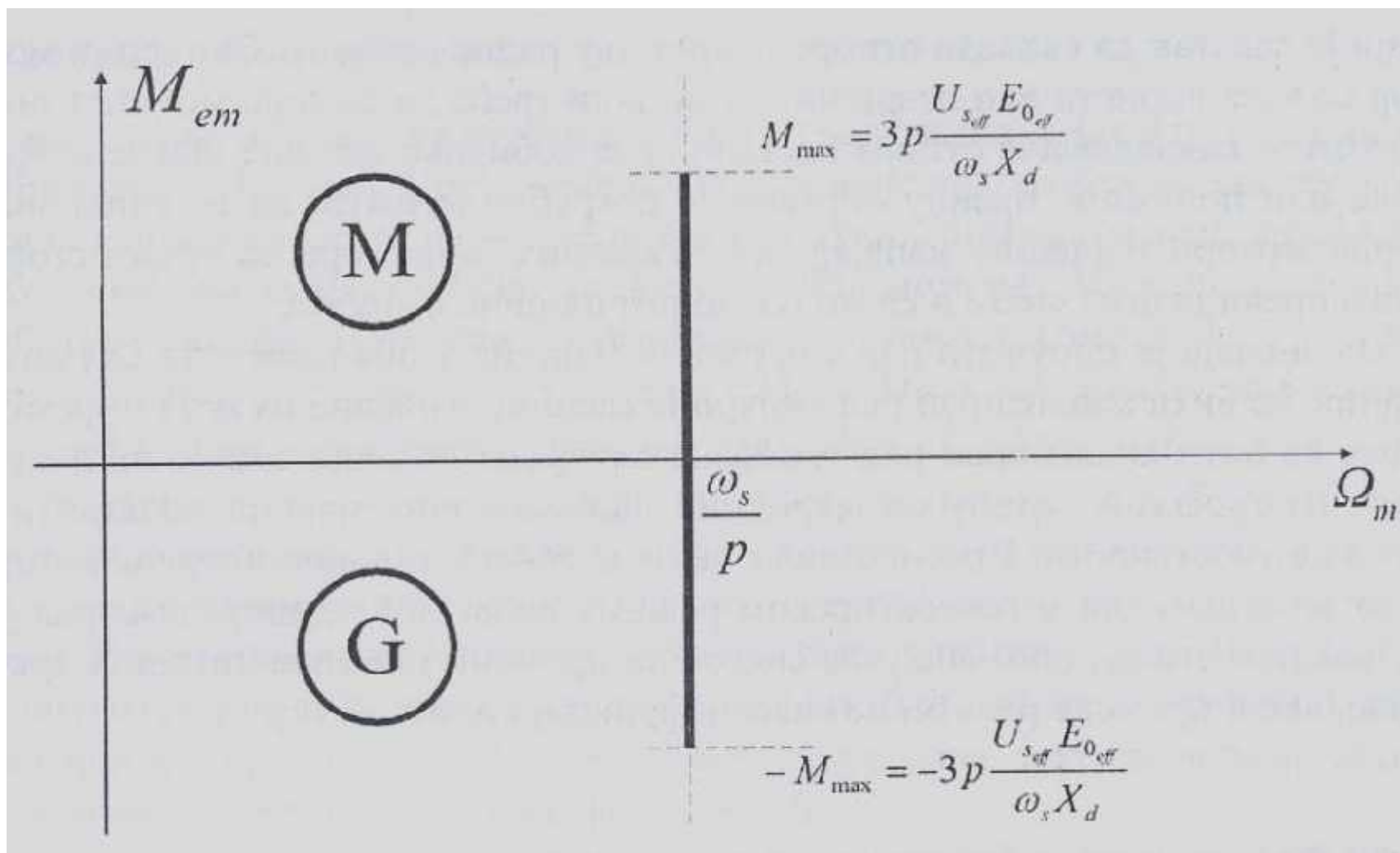
$$M_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_s} = \frac{3p}{2\omega_s} \omega_m \psi_{Rm} I_q = \frac{3p}{2} \psi_{Rm} I_q$$

$$M_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_s} = \frac{3p}{\omega_s} \omega_m \psi_{Rm} I_q = 3p \psi_{Rm} I_q$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Механичка карактеристика синхроне машине





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Рад синхроног генератора

