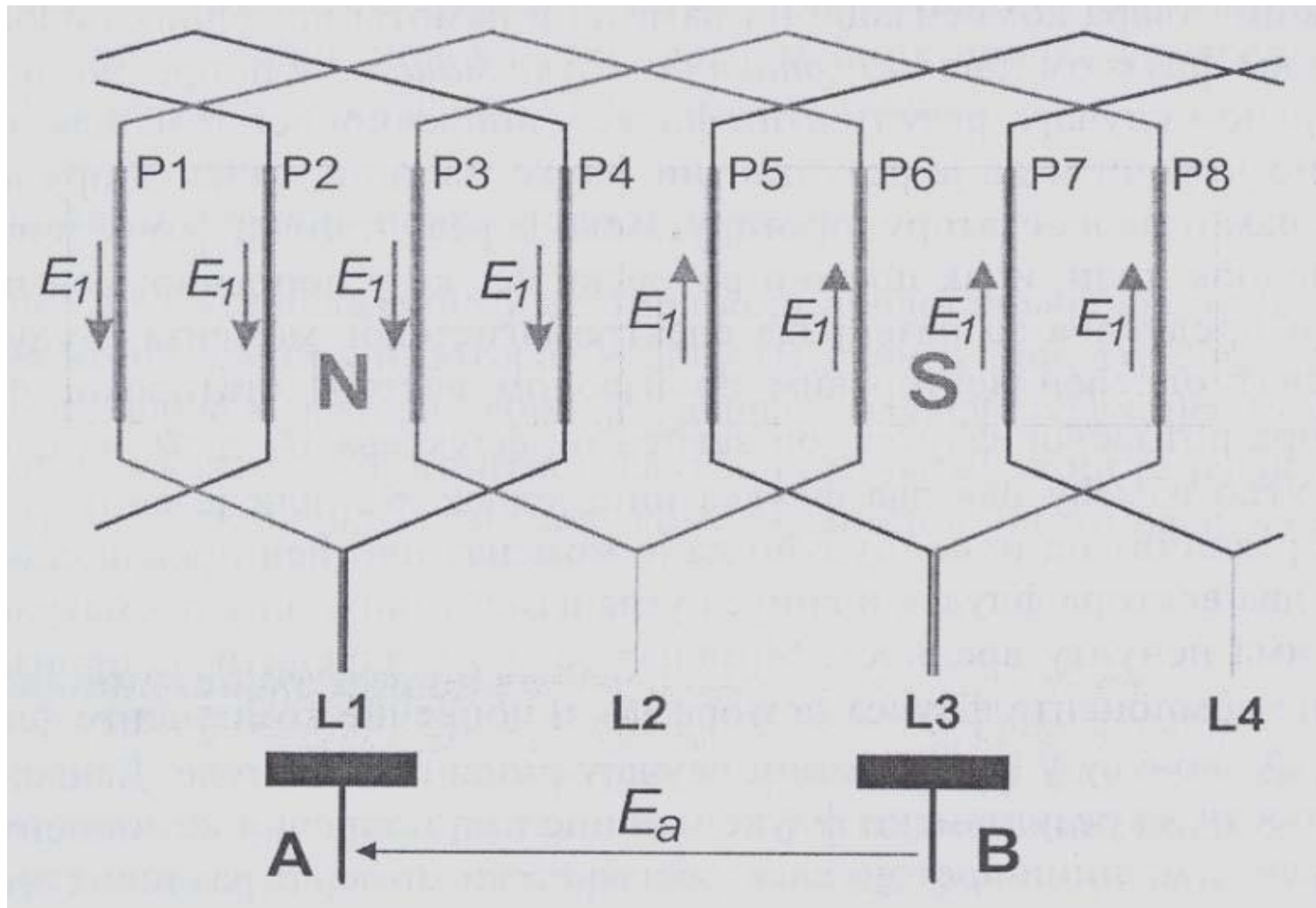




ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

ЕЛЕКТРОМОТОРНА СИЛА И МОМЕНТ

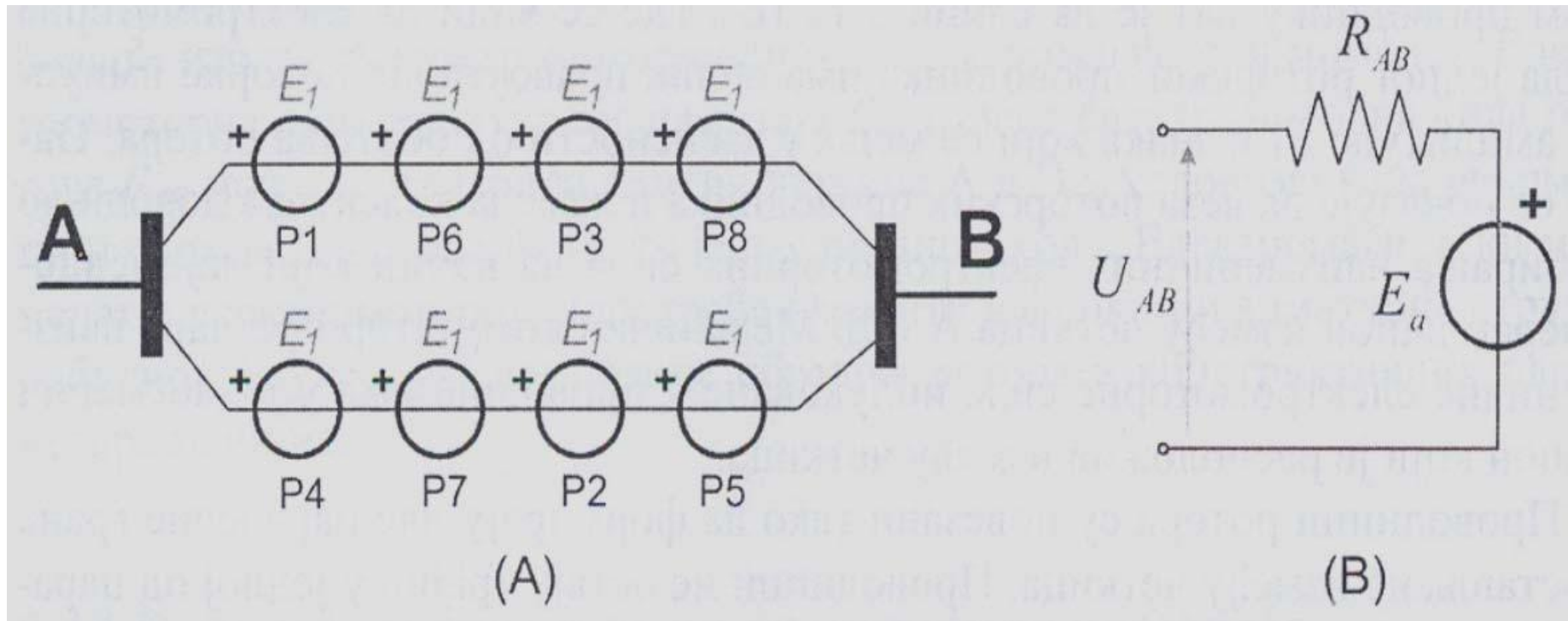
Одређивање електромоторне силе E_a





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

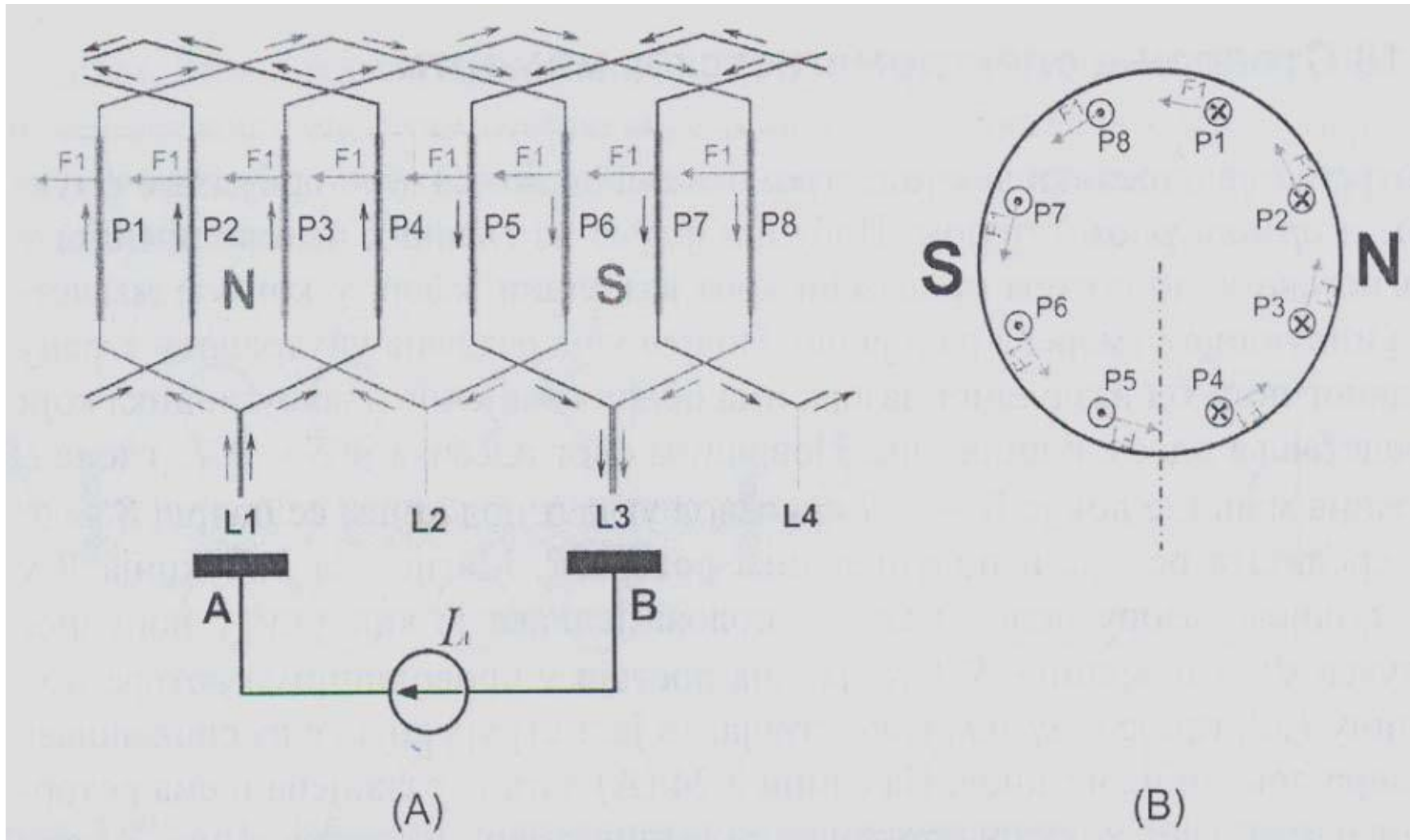
Електромоторна сила арматурног намотаја





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Силе које делују на проводнике





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Изрази за електромоторну силу

$$F_P = N_P I_P = 2 \cdot \delta \cdot H_P,$$

$$B_P = \mu_0 H_P = \mu_0 \frac{N_P I_P}{2 \cdot \delta}.$$

$$\Phi_P = S B_P = L W \mu_0 H_P = \mu_0 \frac{L W N_P I_P}{2 \cdot \delta},$$

$$R_\mu = \frac{F_P}{\Phi_P} = \frac{2 \cdot \delta}{\mu_0 \cdot L \cdot W}.$$

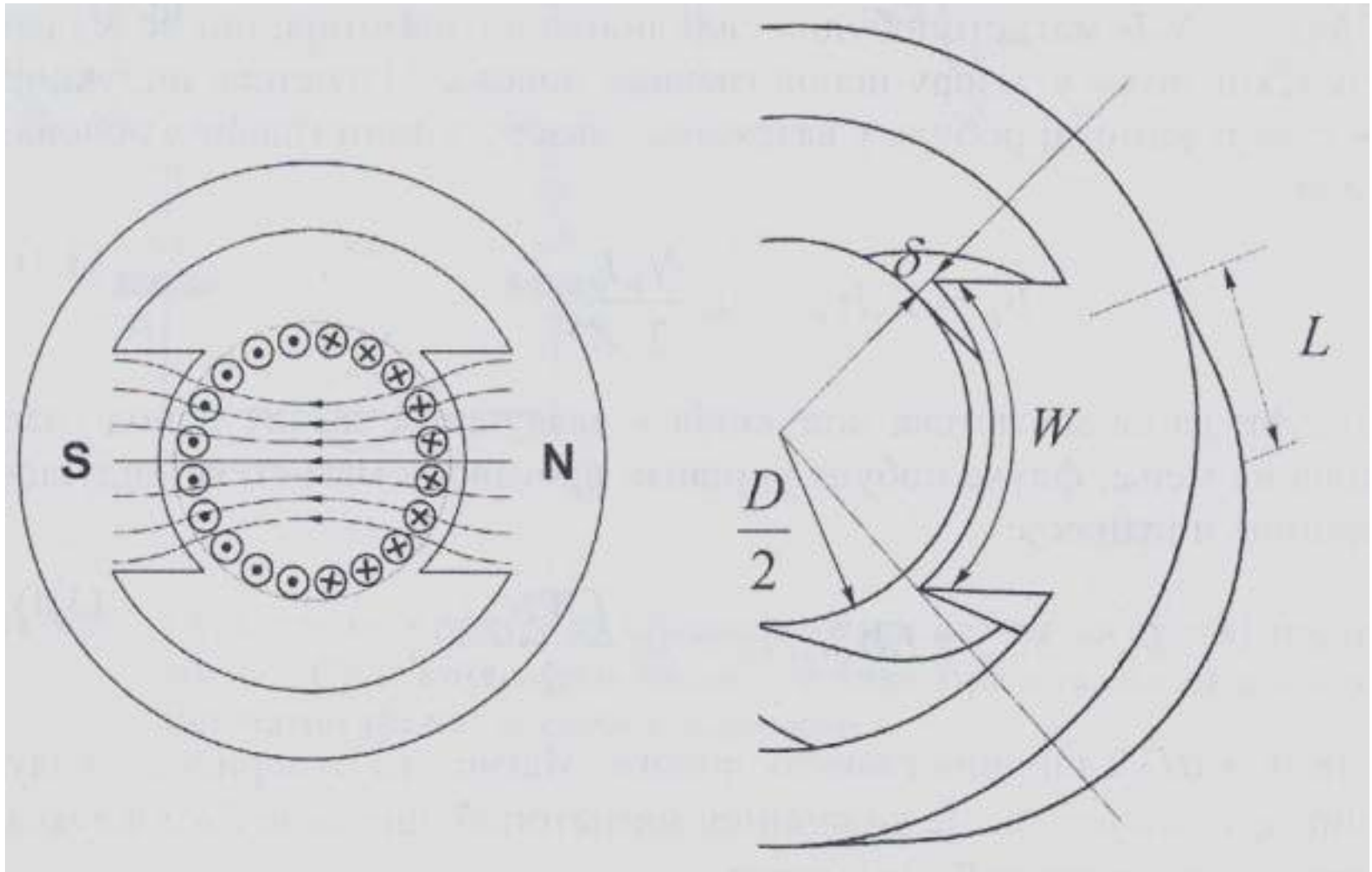
$$L_P = \frac{\psi_P}{I_P} = \mu_0 \frac{L W N_P^2}{2 \cdot \delta} = \frac{N_P^2}{R_\mu}.$$

$$L'_P = \frac{\Phi_P}{I_P} = \frac{\psi_P}{N_P I_P} = \mu_0 \frac{L W N_P}{2 \cdot \delta} = \frac{L_P}{N_P}.$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Димензије главних полова





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Одређивање електромоторне силе и момента

$$E_1 = B_p \cdot L \cdot v = B_p \cdot L \cdot R \cdot \Omega_m ,$$

$$E_a = \frac{1}{2} \left(\frac{2N_R W}{\pi D} \right) E_1 = \frac{N_R W}{2\pi R} B_p L R \Omega_m = \frac{N_R}{2\pi} (L W B_p) \Omega_m .$$

$$E_a = \frac{N_R}{2\pi} \Phi_p \Omega_m = k_e \Phi_p \Omega_m ,$$

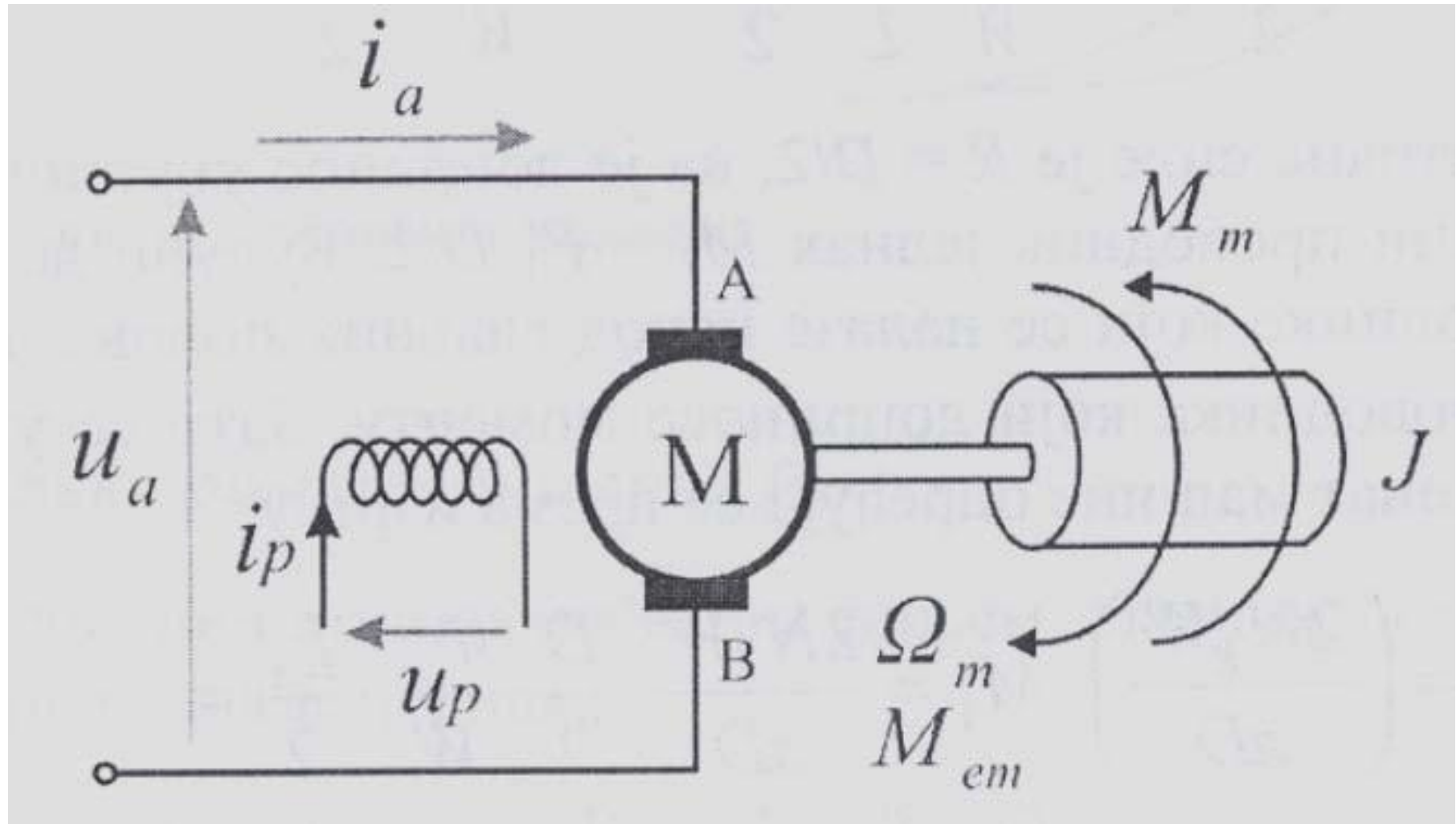
$$F_1 = L \frac{I_A}{2} B_p = \frac{\Phi_p}{W \cdot L} \cdot \frac{I_A}{2} \cdot L = \frac{\Phi_p}{W} \cdot \frac{I_A}{2} .$$

$$\begin{aligned} M_{em} &= \left(\frac{2N_R W}{\pi D} \right) \cdot M_1 = \frac{2N_R W}{\pi D} \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{\Phi_p}{W} \cdot \frac{I_A}{2} = \\ &= \frac{N_R}{2\pi} \cdot \Phi_p \cdot I_A = k_m \cdot \Phi_p \cdot I_A , \end{aligned}$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ МЈС





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Коло побуде

$$u_p = R_p i_p + \frac{d\psi_p}{dt} = R_p i_p + L_p \frac{di_p}{dt}.$$

$$\Phi_p = L'_p i_p = \left(\frac{L_p}{N_p} \right) i_p.$$

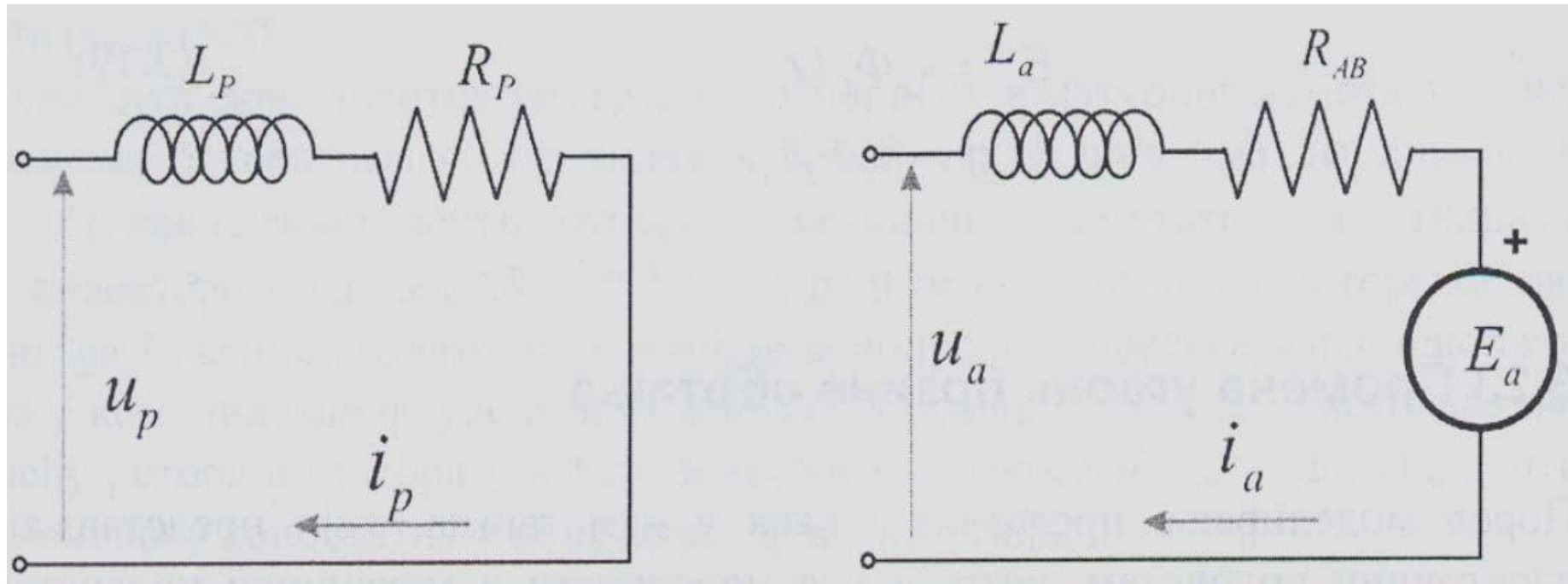
$$i_p = i_p(0)e^{-\frac{t}{\tau}} + i_p(\infty)\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{U_p}{R_p}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right),$$

$$\Phi_p = L'_p I_p = L'_p \frac{U_p}{R_p}.$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Заменска шема побудног и арматурног кола



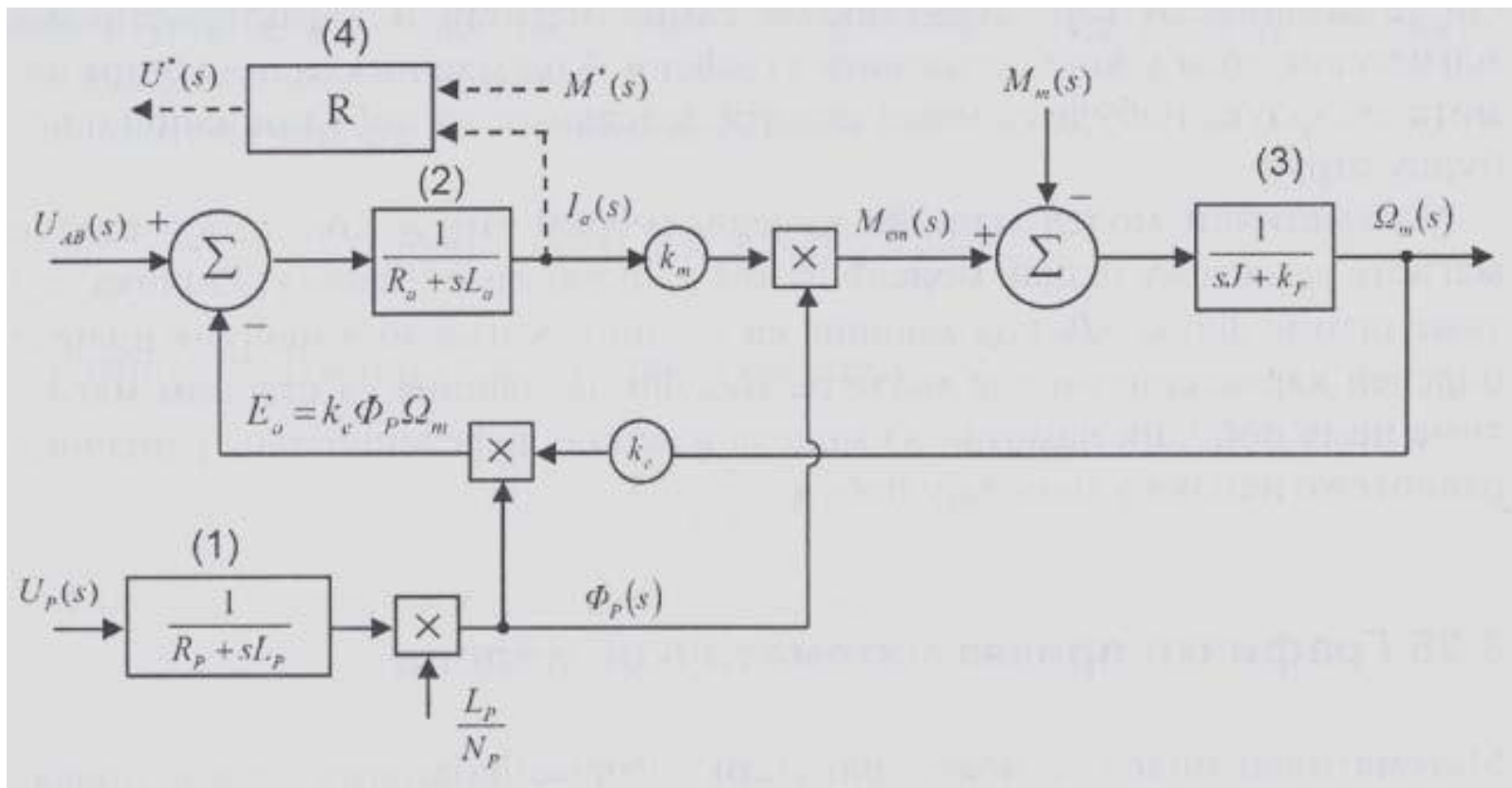


ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

$$u_p = R_p i_p + L_p \frac{di_p}{dt}.$$

$$U_p(s) = R_p I_p(s) + sL_p I_p(s) - i_p(0),$$

$$U_p(s) = (R_p + sL_p) I_p(s).$$

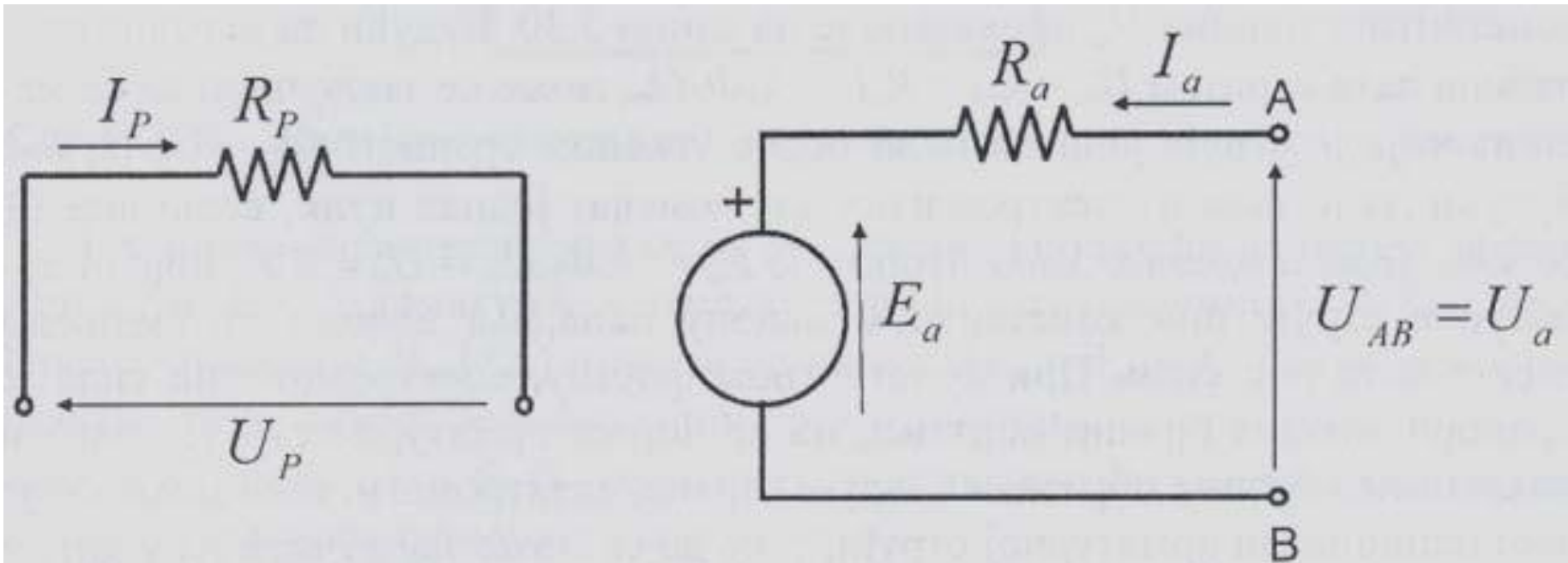




ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

СТАТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

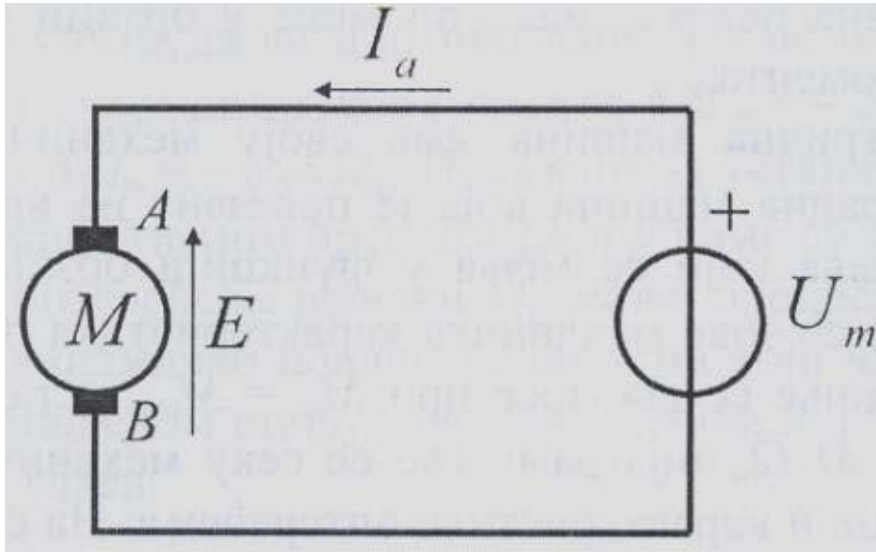
Заменска шема у стационарном стању





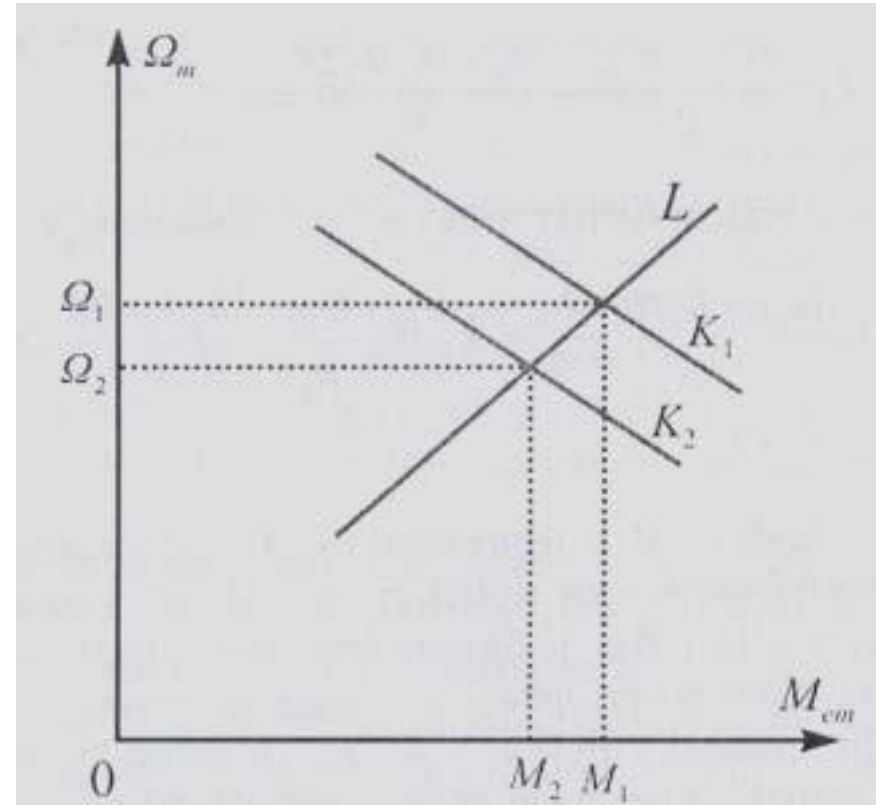
ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Механичка карактеристика



$$I_a = \frac{U_m - E_{AB}}{R_a} = \frac{U_m - k_e \Phi_p \Omega_m}{R_a},$$

$$\begin{aligned} M_{em} &= k_m \Phi_p \frac{U_m - k_e \Phi_p \Omega_m}{R_a} = k_m \Phi_p \frac{U_m}{R_a} - \frac{k_m k_e \Phi_p^2}{R_a} \Omega_m \\ &= M_0 - S \cdot \Omega_m. \end{aligned}$$



$$J \frac{d\Omega_m}{dt} = M_{em} - M_m = M_1 - M_1 = 0.$$

$$\begin{aligned} J \frac{d(\Omega_1 + \Delta\Omega_m)}{dt} &= J \frac{d\Delta\Omega_m}{dt} = M_{em} - M_m = \\ &= M_1 - S_{em} \Delta\Omega_m - M_1 + S_m \Delta\Omega_m = \\ &= (S_m - S_{em}) \Delta\Omega_m. \end{aligned}$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Стрмина (крутост) механичке карактеристике

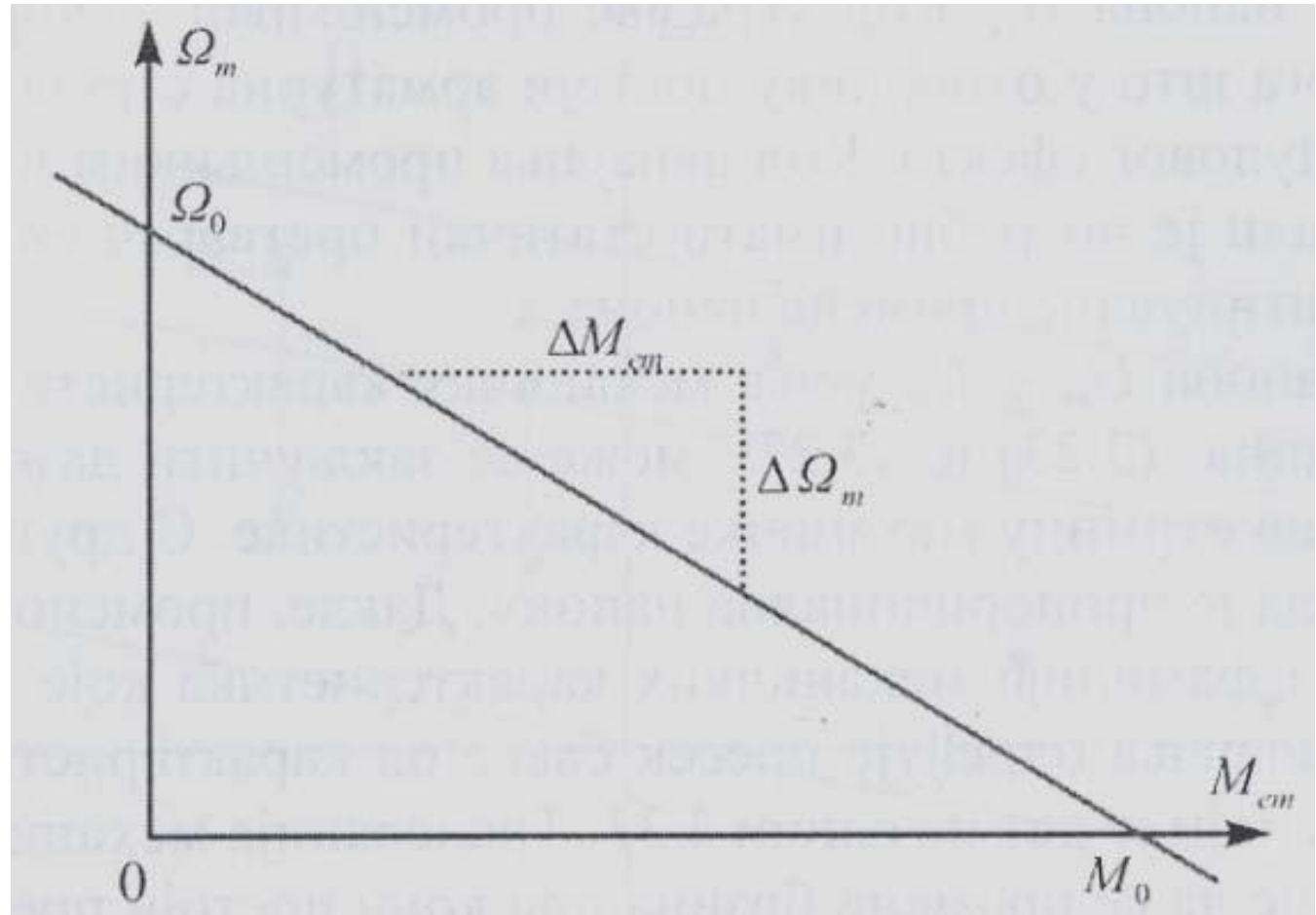
$$\Omega_0 = \frac{M_0}{S} = \frac{U_m}{k_e \Phi_P}.$$

$$M_0 = k_m \Phi_P \frac{U_m}{R_a}.$$

$$S = -\frac{\Delta M_{em}}{\Delta \Omega_m}.$$

$$S = \frac{k_m k_e \Phi_P^2}{R_a}.$$

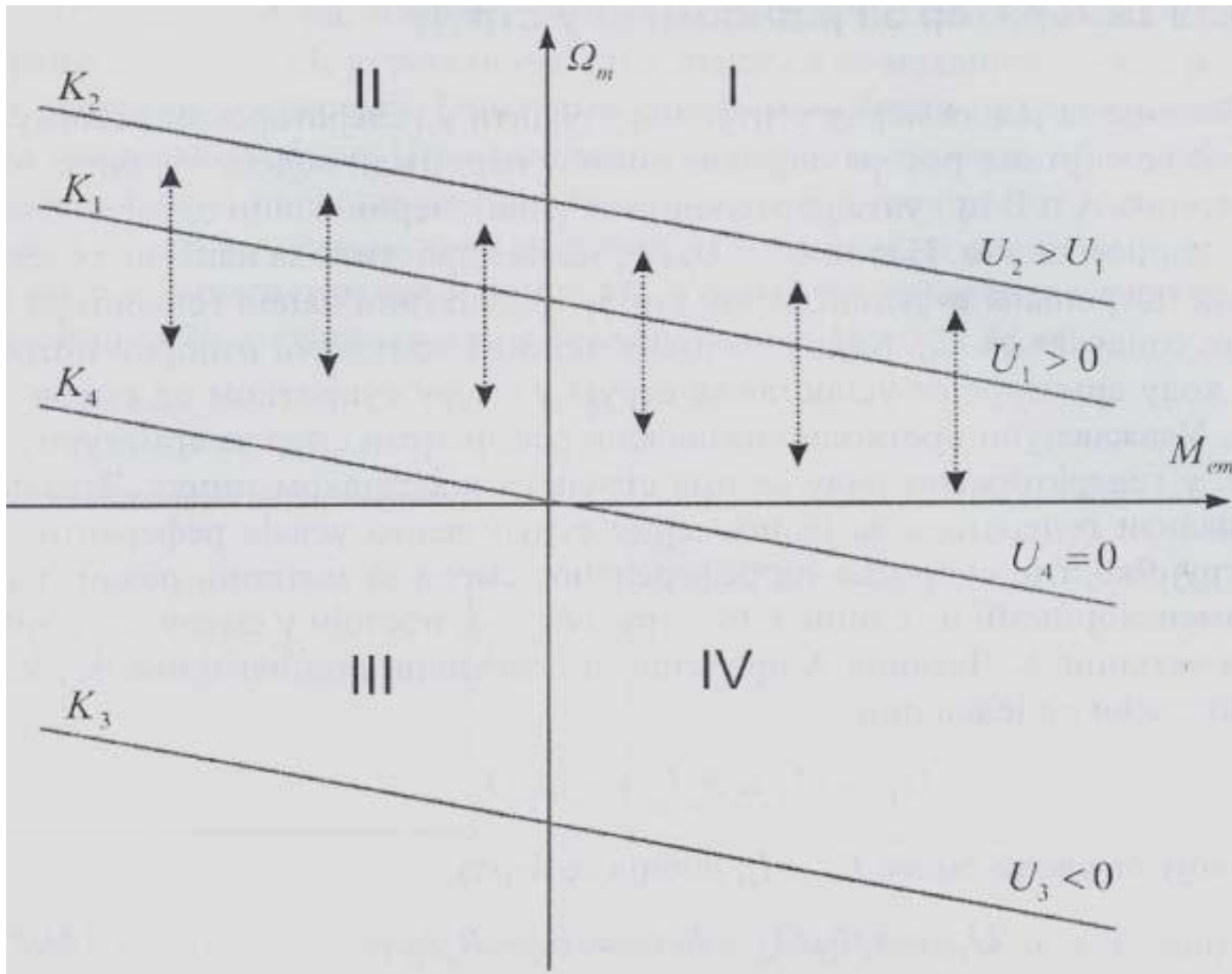
$$\Omega_m = \Omega_0 - \frac{1}{S} M_{em}.$$





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Промена брзине обртања

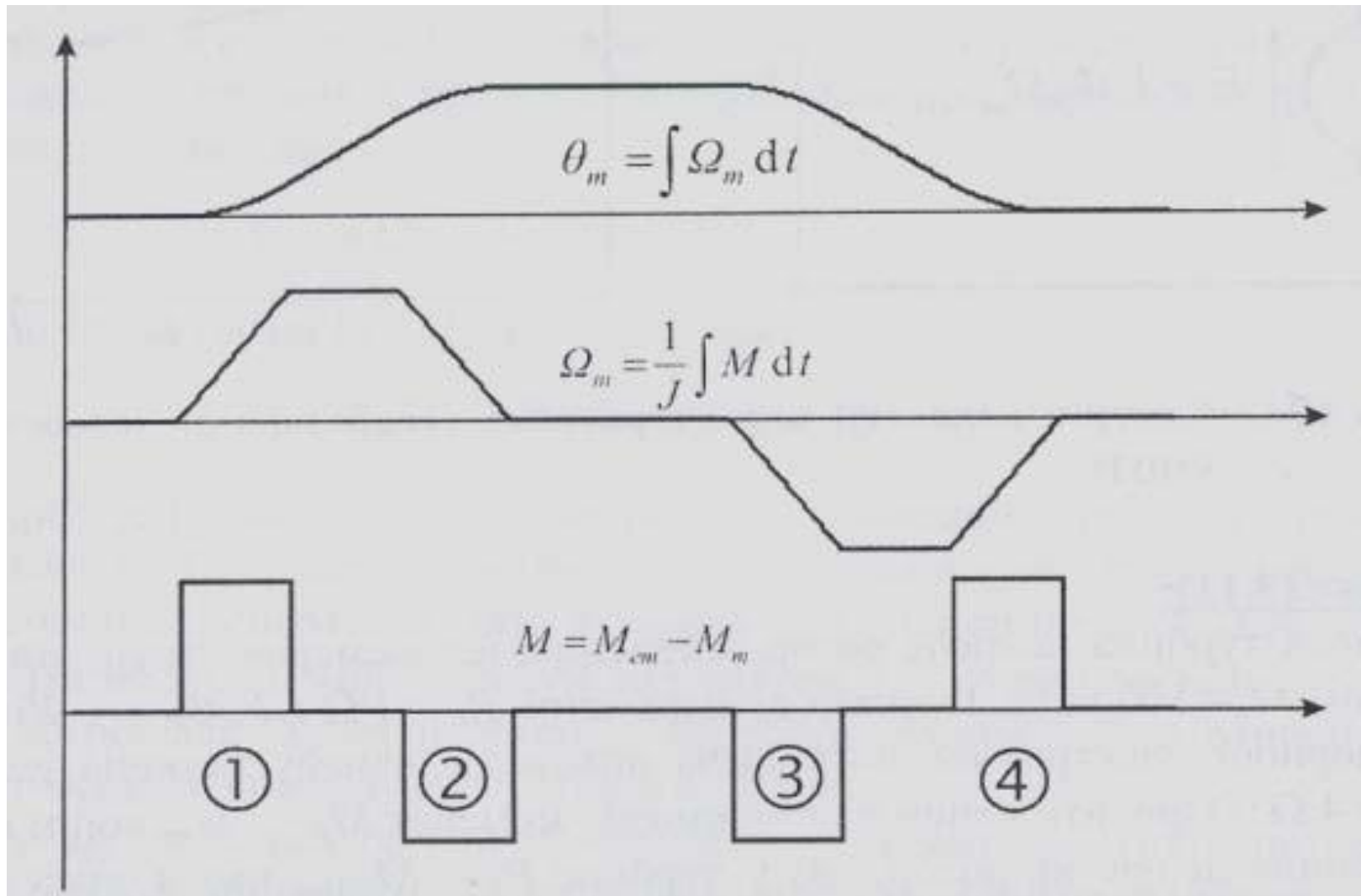




ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

НАПАЈАЊЕ МОТОРА ЗА ЈС

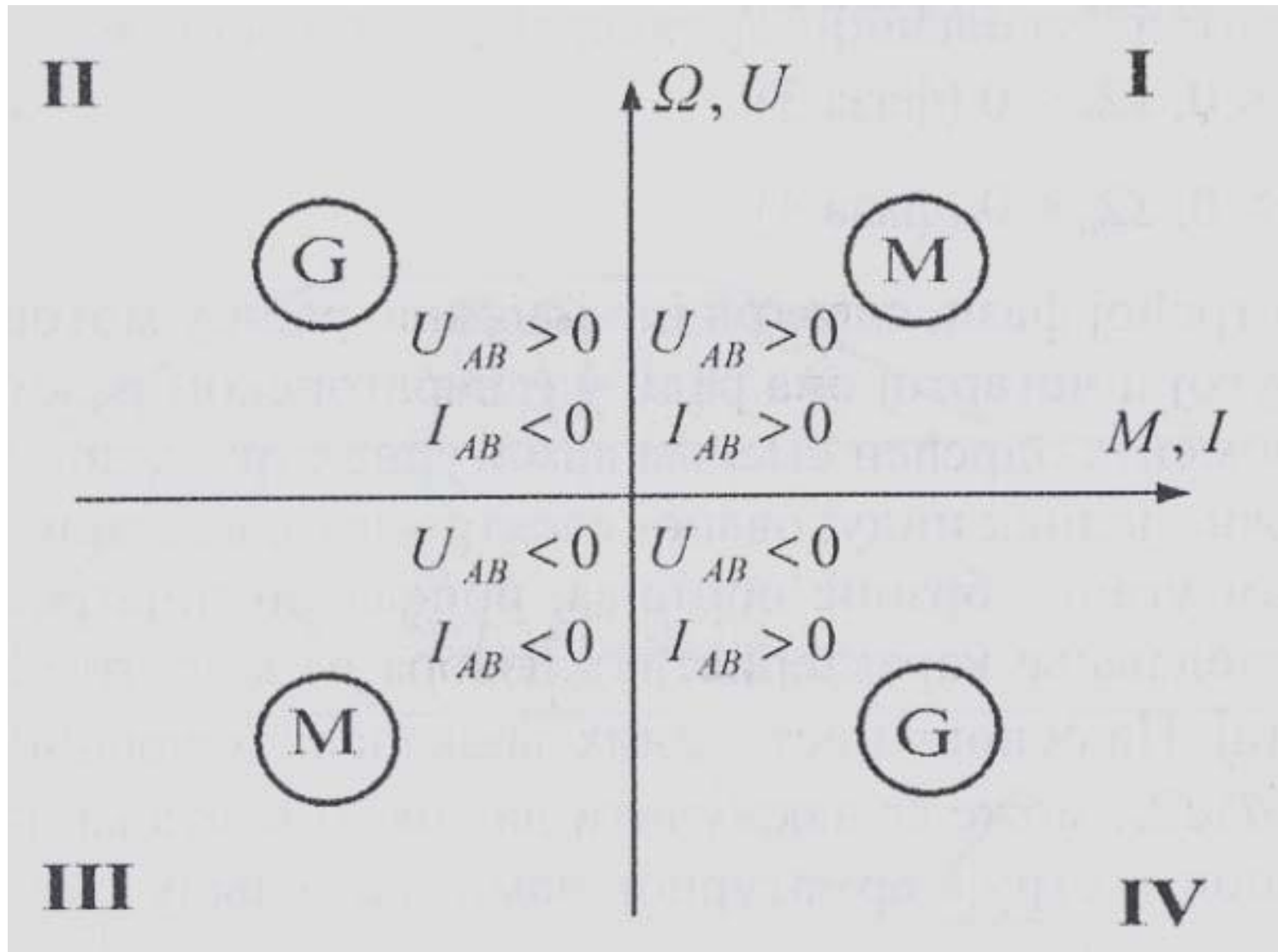
Карактеристике извора за напајање арматуре





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

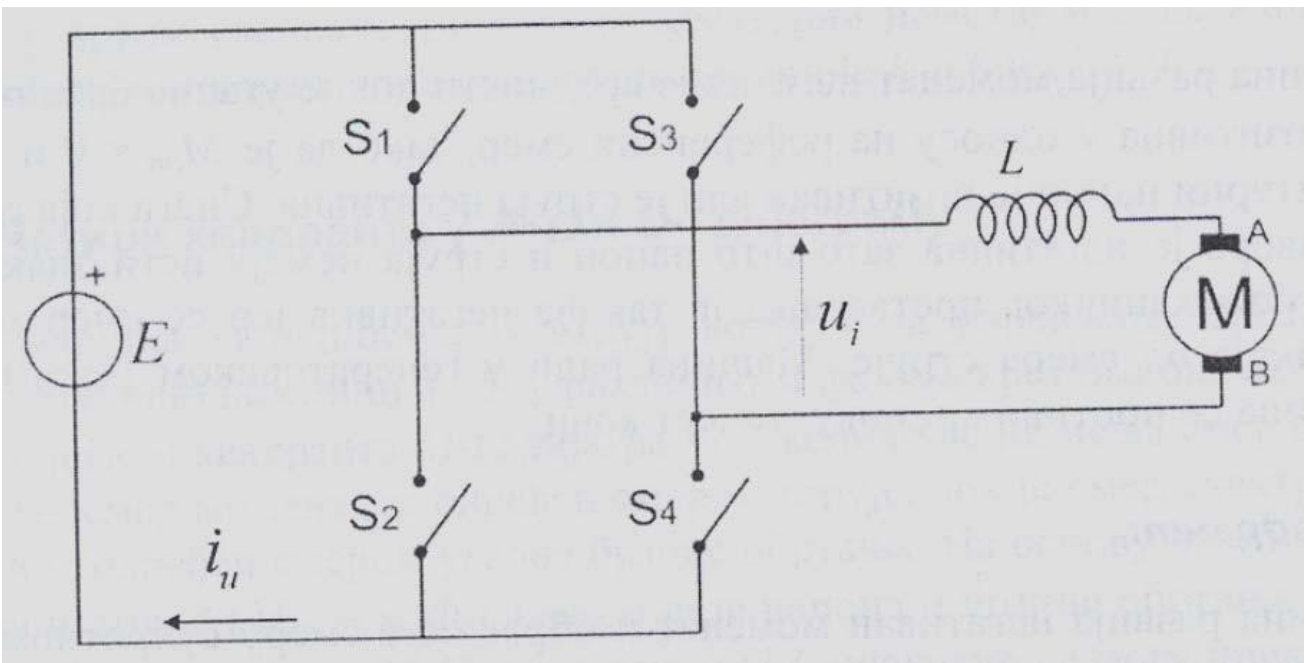
U - I дијаграм и Ω - M дијаграм





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Четвороквадрантни енергетски претварач

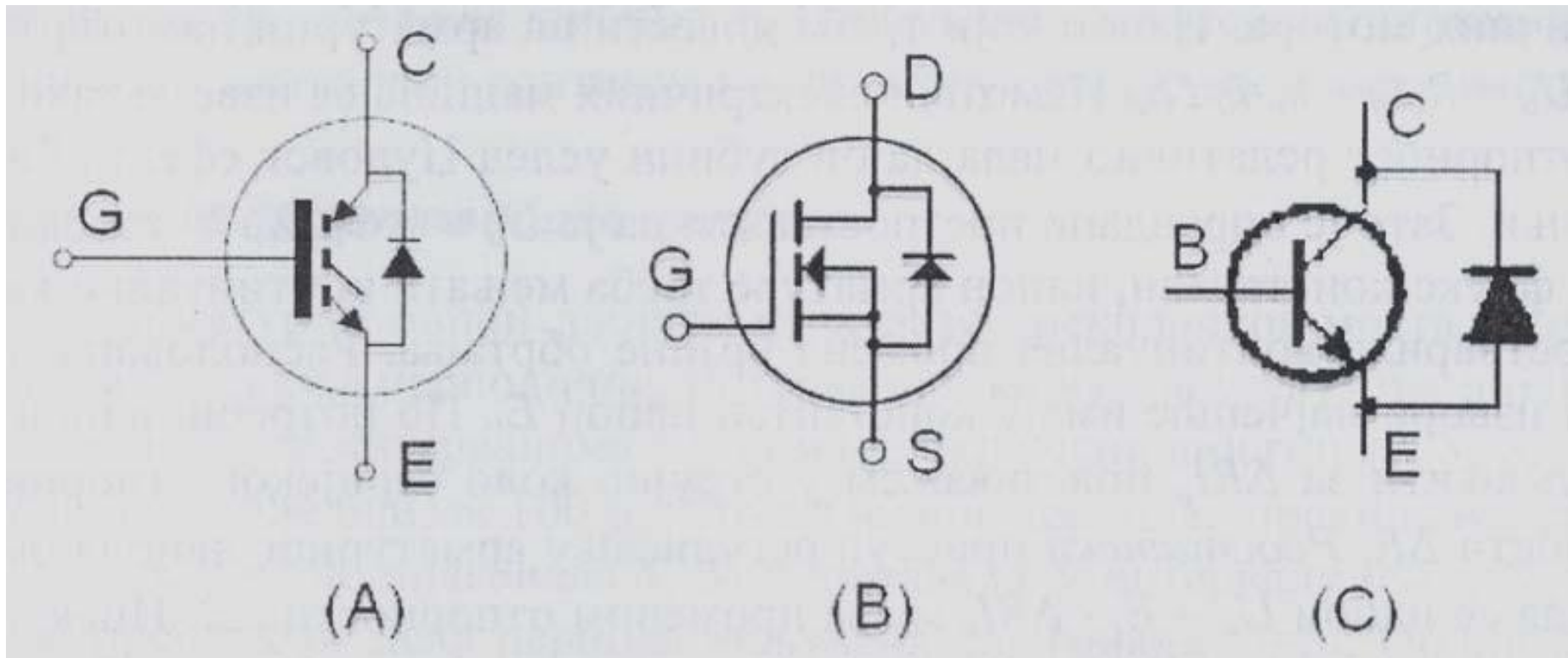


S1	S2	S3	S4	u_i
0	1	0	1	0
0	1	1	0	-E
1	0	0	1	+E
1	0	1	0	0



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

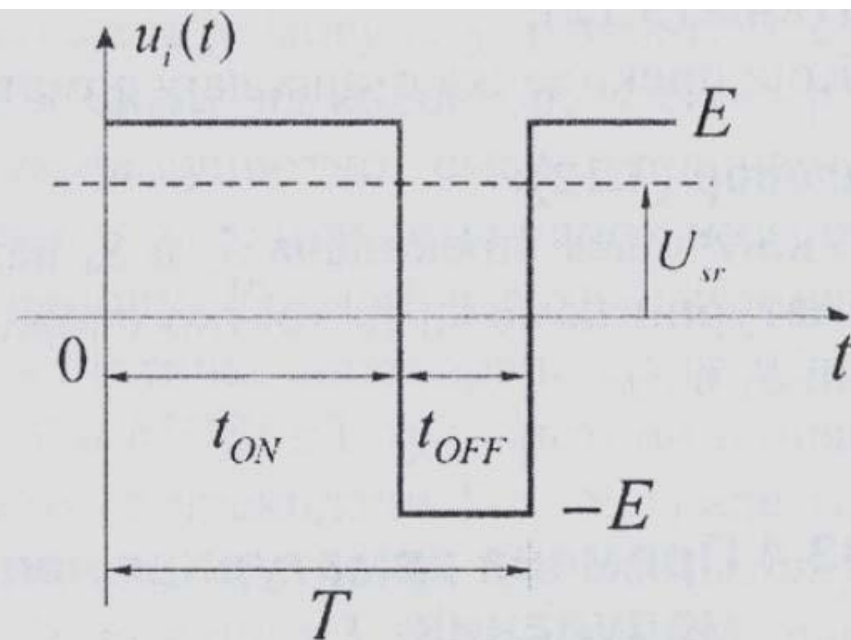
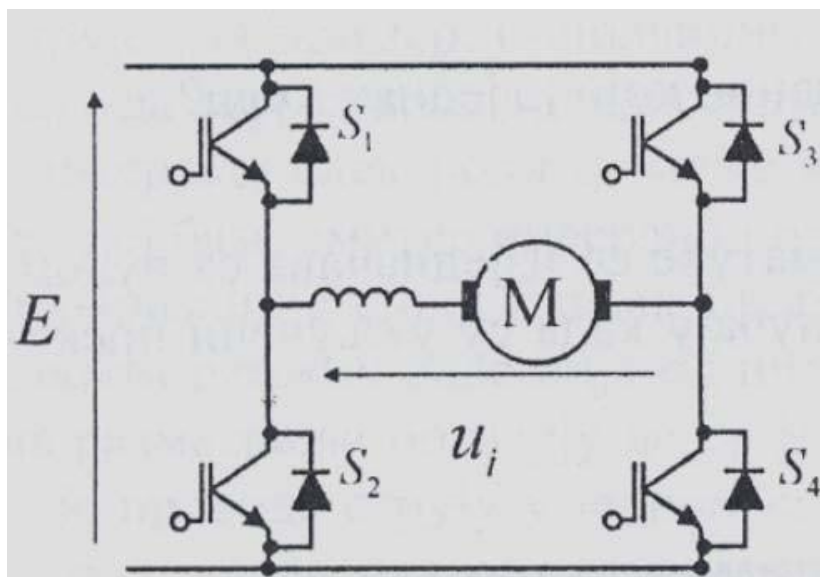
Ознаке полупроводничких прекидача снаге





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Ширинско пулсна промена напона



$$U_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T u_i(t) \cdot dt = \frac{2t_{ON} - T}{T} E$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

$$\frac{I(j\omega)}{U(j\omega)} = W(j\omega) = \frac{1}{R_a + j\omega L_a} \approx \frac{1}{j\omega L_a}.$$

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_a}(u_a - R_a i_a - E_a) \approx \frac{1}{L_a}(u_a - E_a).$$

$$|E_a| < |E_i|.$$

$$i_a(t_2) = i_a(t_1) + t_{ON} \frac{E_i - E_a}{L_a}.$$

$$\begin{aligned} i_a(t_3) &= i_a(t_2) + (T - t_{ON}) \frac{-E_i - E_a}{L_a} = \\ &= i_a(t_1) + t_{ON} \frac{E_i - E_a}{L_a} + (T - t_{ON}) \frac{-E_i - E_a}{L_a} = \\ &= i_a(t_1) + E_i \frac{2t_{ON} - T}{L_a} - E_a \frac{T}{L_a}. \end{aligned}$$

$$E_i \frac{2t_{ON} - T}{L_a} - E_a \frac{T}{L_a} = 0,$$

$$E_a = E_i \frac{2t_{ON} - T}{T}.$$

$$U_{sr} = E_a = E_i(2m - 1).$$

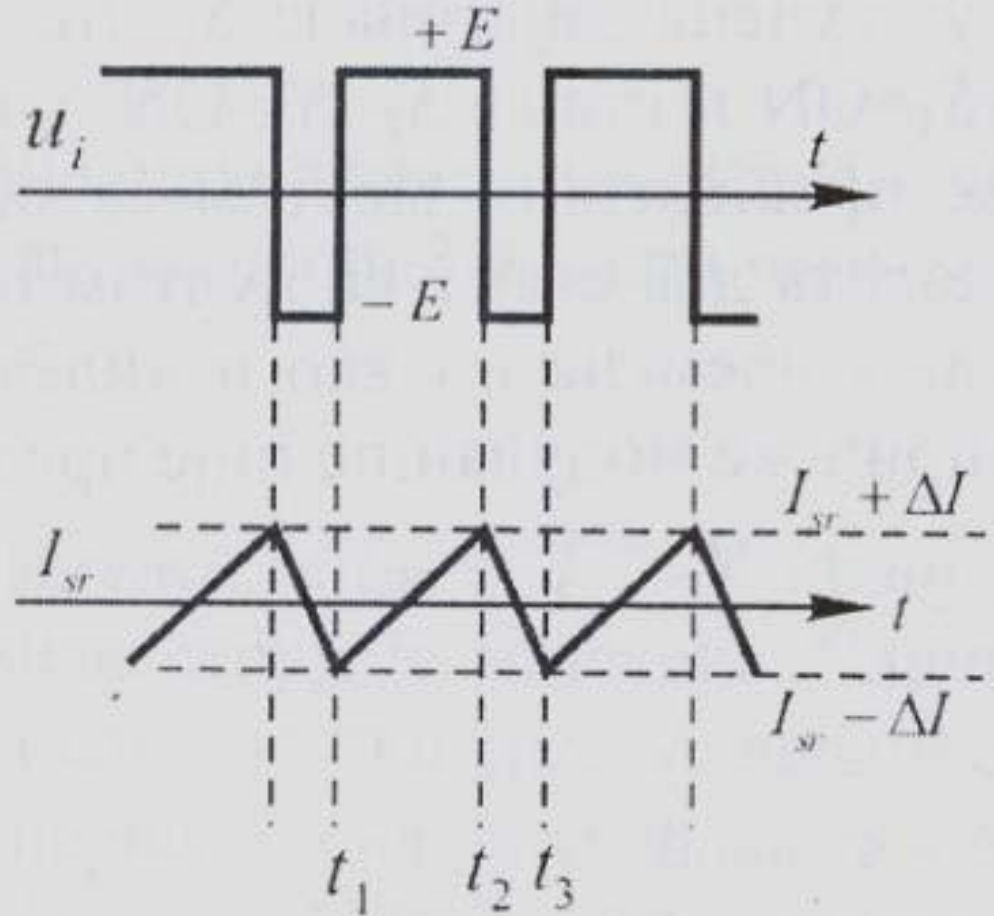
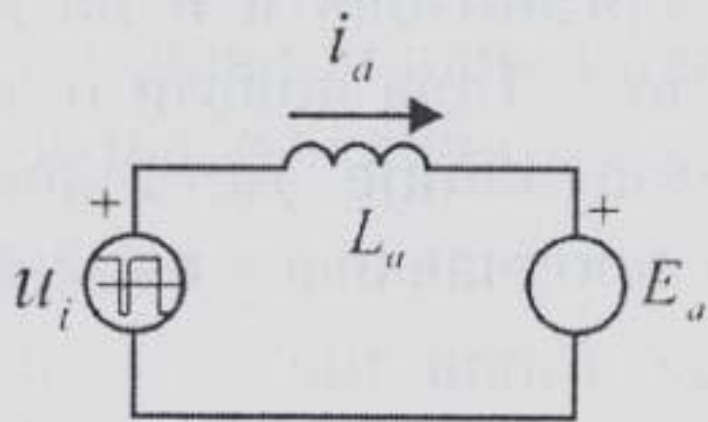
$$2 \cdot \Delta I = i_a(t_2) - i_a(t_1) = t_{ON} \frac{E_i - E_a}{L_a} = \frac{TE_i}{L_a} m(2 - 2m),$$

$$\Delta I = \frac{TE_i}{L_a} (m - m^2).$$



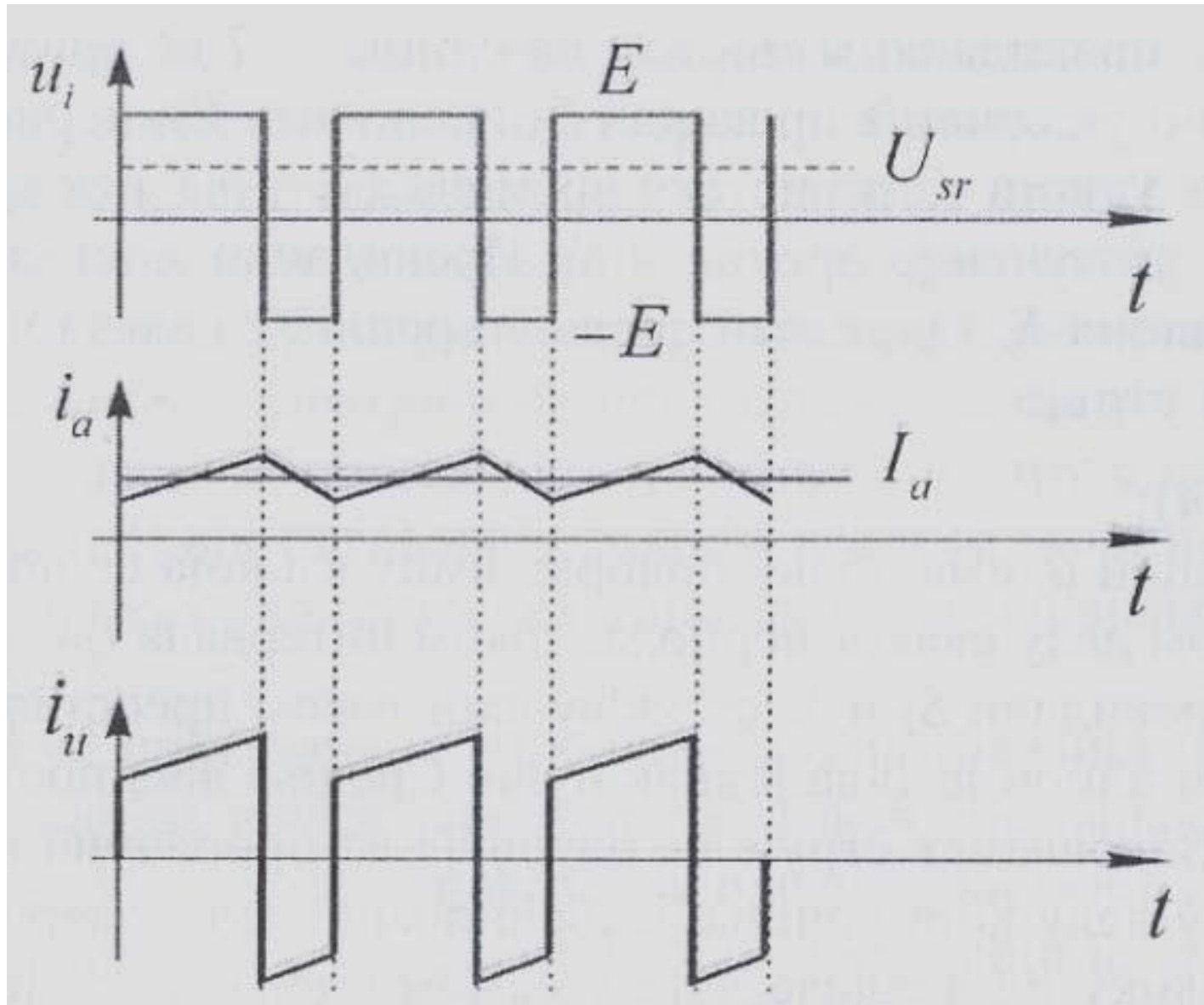
ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Промена арматурне струје





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

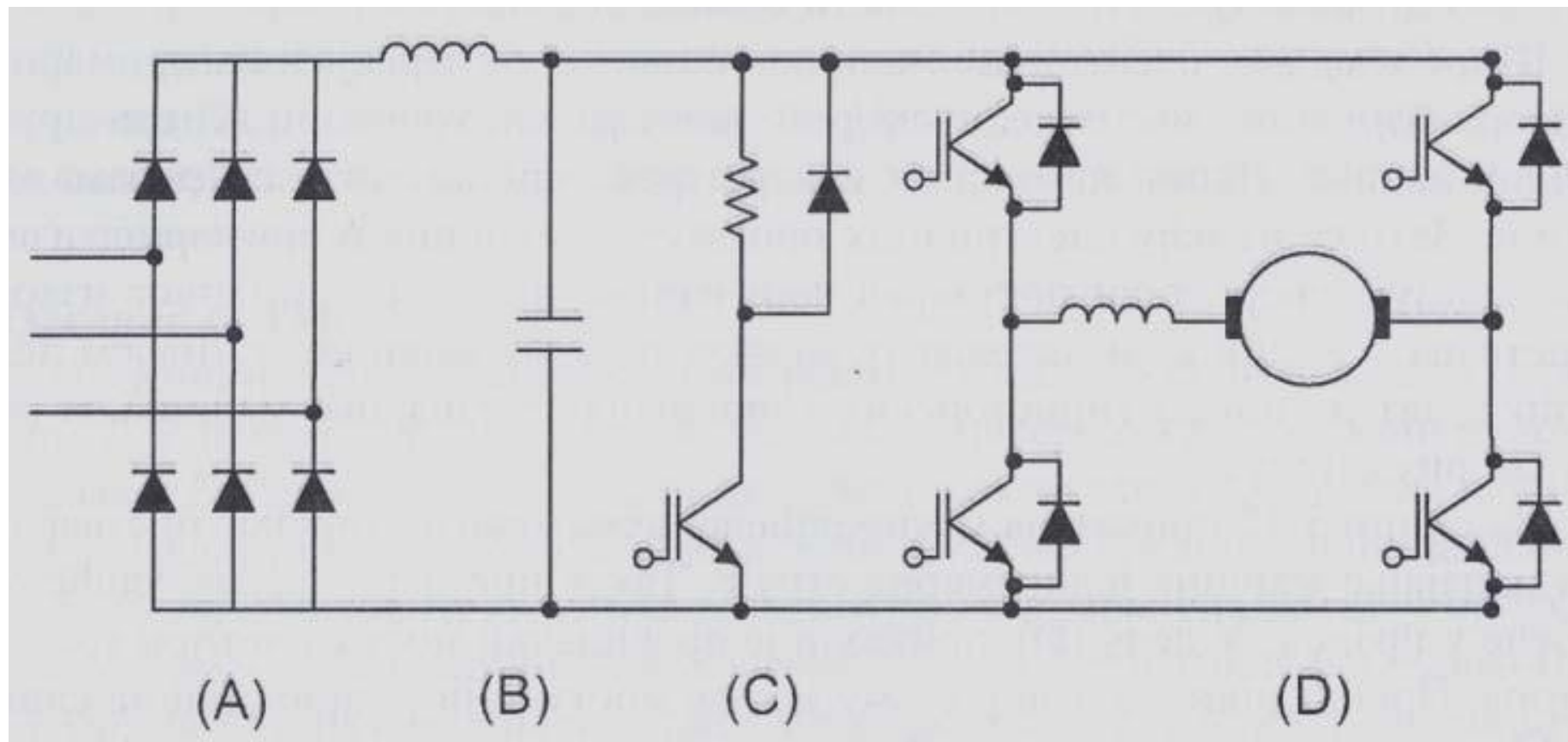


$$\Delta I = \frac{TE_i}{4L_a}$$



ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Топологија транзисторског претварача





ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ НА ВОЗИЛИМА

Губици и биланс снаге

