

Upravljanje elektromotornim pogonima 2009/2010

Prof.dr.sc. Nedjeljko Perić

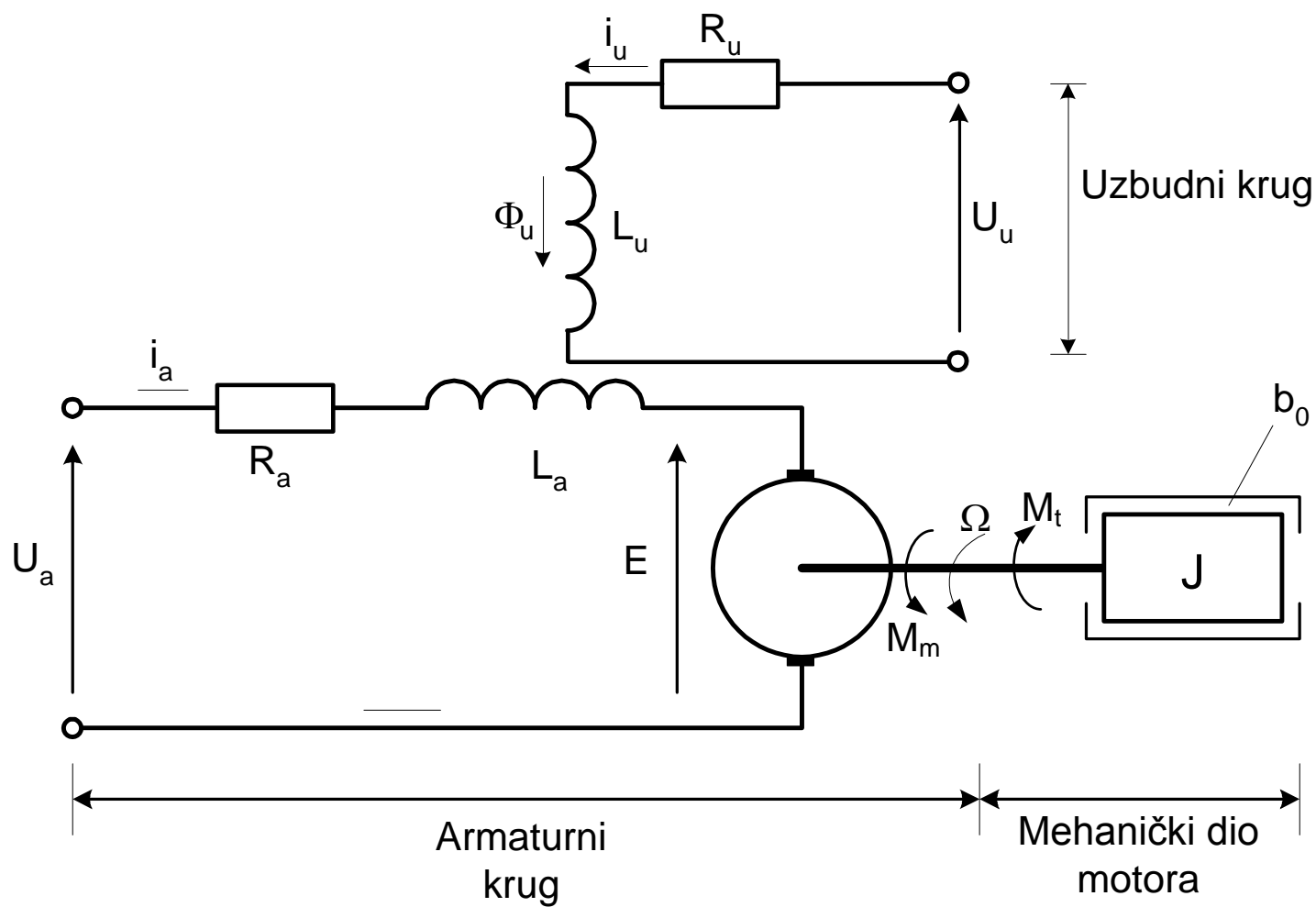
Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo
Fakultet elektrotehnike i računarstva

Primjer 2.1 – Istosmjerni motor

Primjer 2.1

Za istosmjerni motor s nezavisnom i konstantnom uzбудom (nadomjesna shema prikazana na slici P-2.1-1) potrebno je odrediti:

- a) prijelaznu funkciju brzine vrtnje s obzirom na napon armaturnog kruga U_a
- b) prijelaznu funkciju brzine vrtnje s obzirom na moment tereta M_t
- c) prijelaznu funkciju struje armature s obzirom na napon armaturnog kruga U_a
- d) prijelaznu funkciju struje armature s obzirom na moment tereta M_t



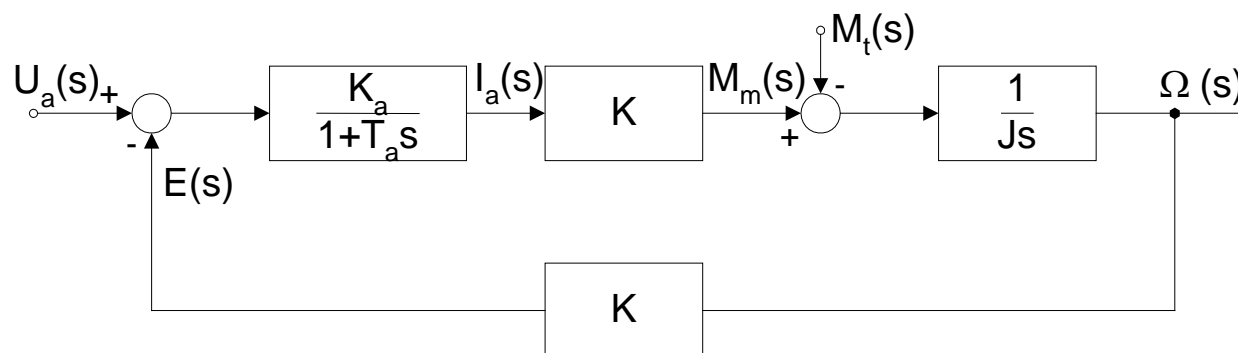
P-2.1-1 Nadomjesna shema istosmjernog motora s nezavisnom uzбудom

Parametri istosmjernog motora dani su u tablici:

$P_n = 11 \text{ kW}$	nazivna vrijednost snage
$U_{an} = 440 \text{ V}$	nazivna vrijednost napona armature
$I_{an} = 30 \text{ A}$	nazivna vrijednost struje armature
$U_{un} = 220 \text{ V}$	nazivna vrijednost napona uzbude
$I_{an} = 1.25 \text{ A}$	nazivna vrijednost struje uzbude
$n_n = 3000 \text{ o/min} \Rightarrow \Omega_n = 3000 \frac{2\pi}{60} = 314 \text{ rad/s}$	nazivna vrijednost brzine vrtnje
$R_a = 0.53 \text{ } \Omega$	otpor armature motora
$L_a = 22.4 \text{ mH}$	induktivitet armature motora
$J = 0.378 \text{ kgm}^2$	ukupni moment inercije rotirajućih masa
$K = 1.40 \text{ Vs}$	konstrukcijska konstanta motora

$T_a = \frac{L_a}{R_a} = 42 \text{ ms}$	armaturna vremenska konstanta
$T_m = \frac{JR_a}{K^2} = 102 \text{ ms}$	elektromehanička vremenska konstanta

Rješenje primjera 2.1

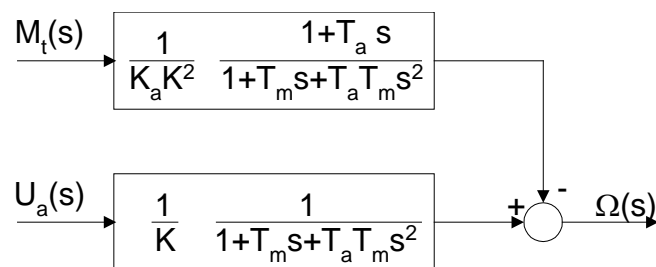


Slika P-2.1-2. Strukturni blokovski prikaz istosmjernog motora s konstantnom i nezavisnom uzбудom

Prema slici P-2.1-2 dobije se:

$$\frac{\Omega(s)}{U_a(s)} = \frac{1}{K} \frac{1}{1 + T_m s + T_a T_m s^2}, \quad (\text{uz } M_t(s) = 0) \quad (\text{P2.1-1})$$

$$\frac{\Omega(s)}{M_t(s)} = -\frac{1}{K_a K^2} \frac{1 + T_a s}{1 + T_m s + T_a T_m s^2}, \quad (\text{uz } U_a(s) = 0) \quad (\text{P2.1-2})$$

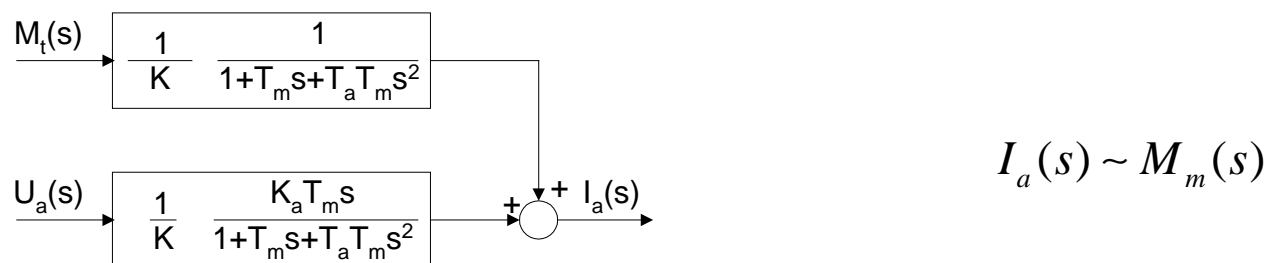


Slika P-2.1-3.

Ako se promatra struja armature kao regulirana veličina onda je:

$$I_a(s) = \frac{K_a T_m s}{1 + T_m s + T_a T_m s^2} U_a(s), \quad (\text{uz } M_t(s) = 0) \quad (\text{P2.1-3})$$

$$I_a(s) = \frac{1}{K} \frac{1}{1 + T_m s + T_a T_m s^2} M_t(s), \quad (\text{uz } U_a(s) = 0) \quad (\text{P2.1-4})$$



Slika P-2.1-4.

Karakteristična jednađžba istosmjernog motora kao sustava s konstantnom i nezavisnom uzbudom glasi:

$$1 + T_m s + T_a T_m s^2 = 0. \quad (\text{P2.1-5})$$

Usporedbom koeficijenata karakteristične jednačbe općeg oblika prijenosne funkcije s koeficijentima karakteristične jednačbe istosmjernog motora dobije se:

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{T_a T_m}} \quad (\text{P2.1-6})$$

$$\zeta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T_m}{T_a}} \quad (\text{P2.1-7})$$

Rješenjem karakteristične jednačbe istosmjernog motora (P2.1-5) dobiju se polovi:

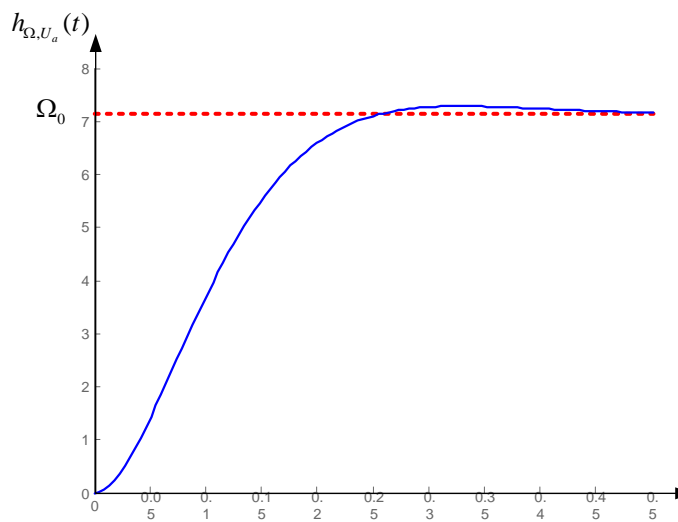
$$s_{p1,p2} = -\frac{1}{2T_a} \pm \frac{\sqrt{1 - 4\frac{T_a}{T_m}}}{2T_a} \quad (\text{P2.1-8})$$

Oдавде се види да ће polovi biti realni ako je ispunjen uvjet: $T_m \geq 4T_a$.

a) Prijelazna funkcija brzine vrtnje s obzirom na napon armaturnog kruga U_a

$$\frac{\Omega(s)}{U_a(s)} = \frac{1}{K} \frac{1}{1 + T_m s + T_a T_m s^2}$$

Za $U_a(t) = 10 S(t)$ V dobije se prijelazna funkcija:



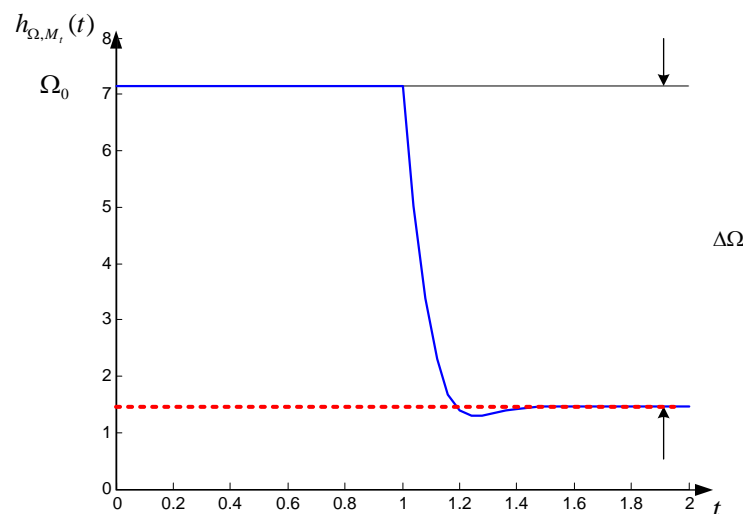
$\Omega_0 = \dots\dots\dots$ [rad/s]

Slika P-2.1-5.

b) Prijelazna funkcija brzine vrtnje s obzirom na moment tereta M_t

$$\frac{\Omega(s)}{M_t(s)} = -\frac{1}{K_a K^2} \frac{1 + T_a s}{1 + T_m s + T_a T_m s^2}$$

Skokovita promjena momenta dogodi se u $t_1 = 1$ s i to $M_t(t) = 21S(t - t_1)$ Nm (odgovara 50% nazivnog momenta motora $M_{mn} = KI_{an} = 42$ Nm)



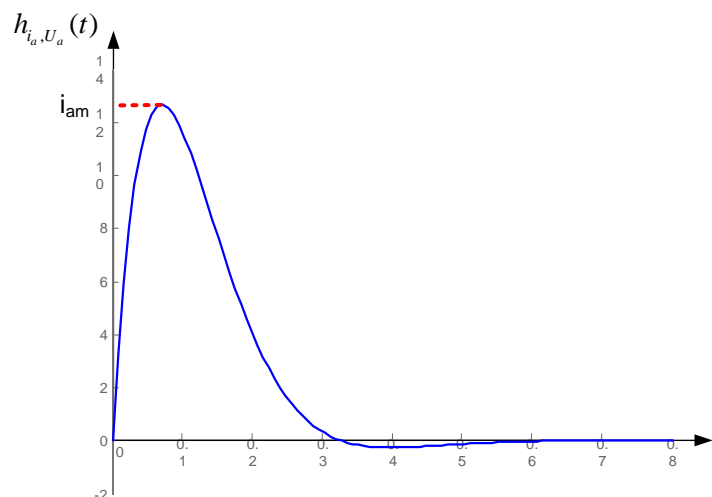
$\Delta\Omega = \dots\dots \text{[rad/s]}$

Slika P-2.1-6.

c) Prijelazna funkcija struje armature s obzirom na napon armaturnog kruga U_a

$$I_a(s) = \frac{K_a T_m s}{1 + T_m s + T_a T_m s^2} U_a(s)$$

Za $U_a(t) = 10 S(t)$ V dobije se prijelazna funkcija:



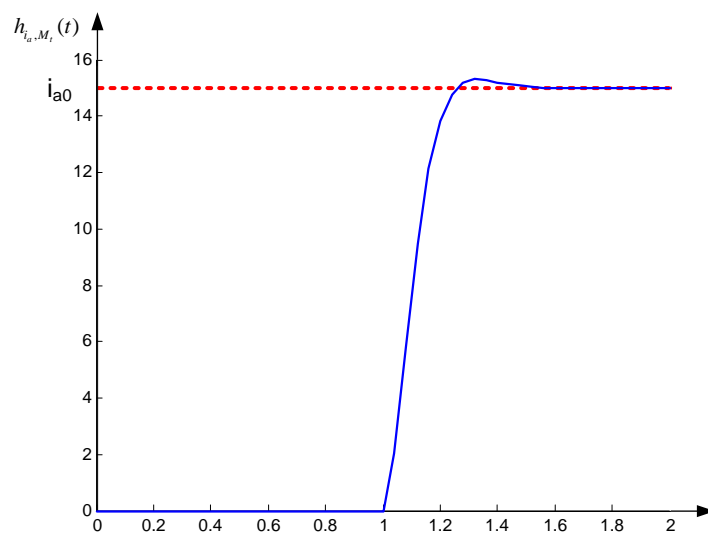
$i_{am} = \dots\dots [A]$

Slika P-2.1-7.

d) Prijelazna funkcija struje armature s obzirom na moment tereta M_t

$$\frac{I_a(s)}{M_t(s)} = \frac{1}{K} \frac{1}{1 + T_m s + T_a T_m s^2}$$

Skokovita promjena momenta dogodi se u $t_1 = 1$ s i to $M_t(t) = 21S(t - t_1)$ Nm (odgovara 50% nazivnog momenta motora $M_{mn} = KI_{an} = 42$ Nm)



$i_{a0} = \dots\dots [A]$

Slika P-2.1-8.