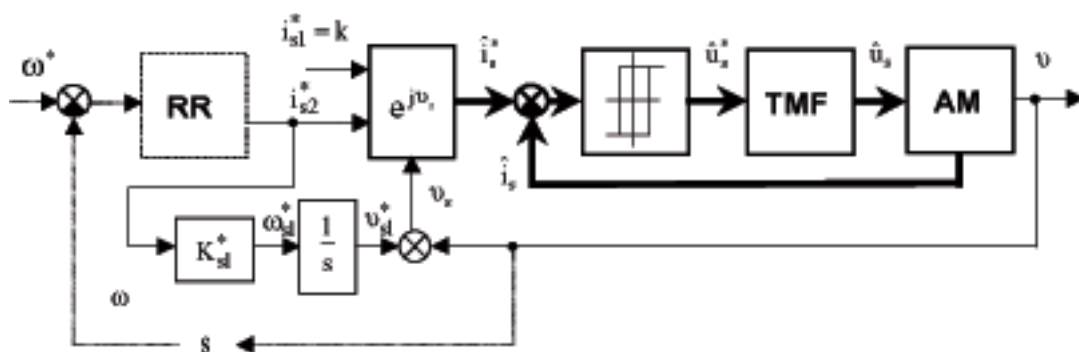
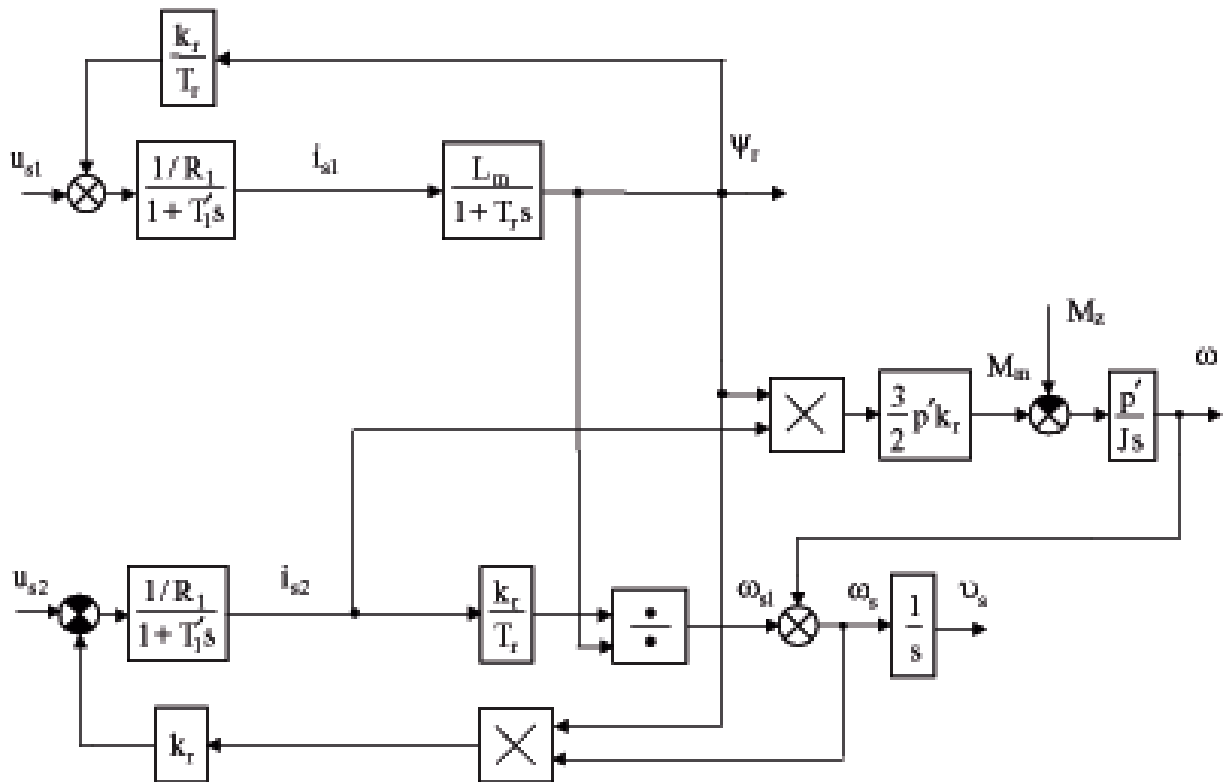


Obr. 1- Bloková schéma napäťového modelu AM orientovaného na magnetický tok rotora.

Generátor elektromagnetického toku rotora:
(nepriame vektorové riadenie)



Obr. 2 - Bloková schéma generátora momentu AM pri nepriamom vektorovom riadení pre konštantnú hodnotu magnetického toku



Obr.3 - Bloková schéma napätového modelu AM orientovaného na vektor magnetického toku rotora s uvažovaním KB

Sústava 1. rádu bez dopravného oneskorenia typu : $G(s) = \frac{K_I}{1 + T_N s}$

(1)

PI regulátor: $G_R(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s}\right)$ (2)

Výpočet parametrov regulátora K_P a T_I PI regulátora vyjadrujú nasledovné vzťahy:

$$T_I = T_N \quad (3)$$

$$K_P = \frac{T_I}{K_I T_W} \quad (4)$$

T_W je časová konštanta regulácie, ktorá zodpovedá času nábehu prechodovej charakteristiky

výstupnej veličiny na 66% hodnotu. Časová konštanta regulácie sa prakticky volí tak, aby

boli zohľadnené obmedzujúce podmienky riadiaceho zásahu a možno sti nastavenia

maximálnej hodnoty zosilnenia regulátora.

Metódu inverznej dynamiky aplikujeme na syntézu stavových regulátorov generátora

elektromagnetického momentu. Výhodou je jednoduchá algoritmicizácia nastavenia regulátorov

pre rôzne typy AM.

2. Syntéza regulátorov prúdu

Pri návrhu regulátorov generátora momentu sa vychádza z modelu AM orientovaného na vektor magnetického toku rotora. Matematický model AM s kotvou nakrátko v súradnicovom systéme (1, 2) orientovanom na vektor magnetického toku rotora vyjadruje bloková schéma na Obr. 3.

Regulátory navrhujeme metódou inverznej dynamiky.

PI regulátor je vyjadrený v tvare (2):

$$K_I = \frac{1}{R_1} \quad a \quad T_N = T_1$$

Potom zo vzťahov (3), (4) vyplýva:

$$T_{IP} = T_N = T_1$$
$$K_{PP} = \frac{T_{IP}}{K_I T_{w1}}$$

T_{w1} je rýchlosť regulácie regulačného obvodu prúdu ktorú volíme: $T_{w1} = 0.3$ ms

Pre parametre 5,5kW AM uvedené v prílohe, bol vypočítaný regulátor prúdu v tvare:

$$G_{RP}(s) = K_{PP} \left(1 + \frac{1}{T_{IP}s} \right)$$

$$K_{PP} = 25,8477 \quad a \quad T_{IP} = 0,0047s$$

kde T_{IP} je integráčnā časovā konštanta regulátora prúdu

K_{PP} - zosilnenie regulátora prúdu

T_w - rýchlosť regulácie regulačného obvodu prúdu , $T_{w1} = 0.0003$ s

$$G_{RP}(s) = 25.8477 \left(1 + \frac{1}{0.0047s} \right) = 25.8477 + \frac{5499.5}{s}$$

$$G_{RP}(z) = \frac{25.8477 z - 25.25775}{z - 1} \quad T_{VZ} = 0.1ms = 0.0001s \text{ ,prevod } s \rightarrow z \text{ so vzorkovačom}$$

I rádu.

Návrh regulátora magnetického toku

Regulačný obvod magnetického toku rotora je v riadiacom systéme generátora momentu nadradený na regulačný obvod prúdu i_{s2} .

Z matematického modelu AM vyplýva nasledovná prenosová funkcia sústavy.

$$G_{MT}(s) = \frac{\psi_r(s)}{I_{s1}(s)} = \frac{L_M}{1+T_r s} = \frac{K_I}{1+T_n s} \quad K_I = L_m \quad T_n = T$$

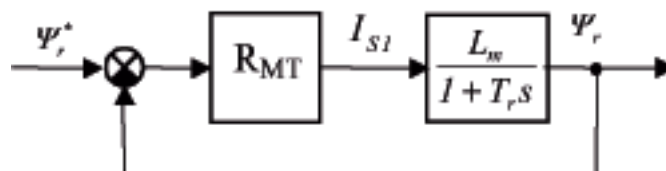
za predpokladu že dynamické vlastnosti ROP môžeme zanedbať platí $I_{s1} = I_{s1}^*$

Regulátor magnetického toku je možné navrhnúť za zjednodušenej blokovej schémy, obr.4

metódou inverznej dynamiky. Ak rýchlosť regulácie regulačného obvodu magnetického toku

volíme rádovo pomalšiu ako regulačného obvodu prúdu i_{s1} , potom jeho dynamiku

v náhradnom modeli sústavy môžeme zanedbať.



Obr. 4

$$\frac{T_{IMT}}{T_N} = 1 \Rightarrow T_{IMT} = T_N = T_r$$

$$K_{MT} = \frac{T_{IMT}}{K_I T_{w2}}$$

kde T_{IMT} je integračná časová konštanta regulátora magnetického toku.

K_{MT} - zosilnenie regulátora magnetického toku

T_w - rýchlosť regulácie regulačného obvodu toku ktorú zvolíme $T_{w2} = 0.1$ s

$$G_{RMT}(s) = K_{MT} \left(1 + \frac{1}{T_{IMT} s}\right) = 11.7538 \left(1 + \frac{1}{0.171 s}\right) = 11.7538 + \frac{68.776}{s}$$

$$G_{RMT}(z) = \frac{11.7538 z - 11.74692}{z - 1}$$

3. Návrh regulátora momentu motora

Regulačný obvod momentu je nadradený na regulačný obvod prúdu i_{s2} . Pri návrhu regulátora

momentu sa na rozdiel od predchádzajúceho prípadu dynamika regulačného obvodu prúd

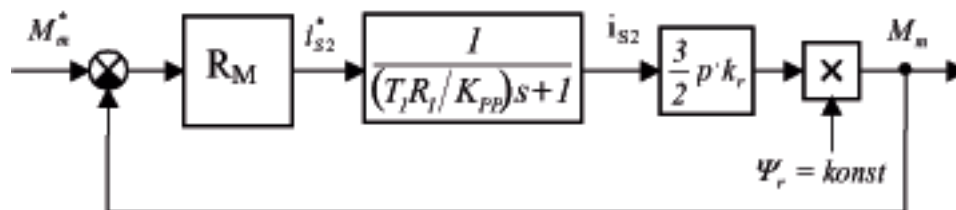
nemôže zanedbať.

$$\frac{i_{s2}^*}{i_{s2}} = \frac{\frac{K_p^* (T_I s + 1) \frac{1}{R}}{T_I s (T_I s + 1)}}{1 + \frac{K_p^* (T_I s + 1) \frac{1}{R}}{T_I s}} = \frac{\frac{K_p^*}{T_I s} \frac{1}{R}}{1 + \frac{K_p^*}{T_I s}} = \frac{1}{\frac{T_I R_I}{K_p^*} s + 1}$$

$$\frac{i_{s2}^*(s)}{i_{s2}(s)} = \frac{1}{\frac{T_I R_S}{K_{PP}} s + 1}$$

Zjednodušená náhradná schéma regulačného obvodu momentu je na obr.5.

Regulátor



momentu môžeme takisto navrhnuť metódou inverznej dynamiky.

Obr. 5

Prenos regulovanej sústavy je

$$G_M(s) = \frac{M_m(s)}{I_{s2}^*(s)} = \frac{(3/2)p k_r \psi_r}{(T_I R_I / K_{PP}) s + 1} = \frac{K_I}{T_N} s + 1$$

$$K_I = (3/2)p k_r \psi_r \quad a \quad T_N = (R_I R_I / K_{PP})$$

$$\frac{T_{IM}}{T_n} = 1 \Rightarrow T_{IM} = T_N = \frac{T_I R_I}{K_{PP}}$$

$$K_M = \frac{T_{IM}}{K_I T_{W3}}$$

Momentová slučka sa pripájala až po prechodnom deji tokovej slučky. Skok referenčného

momentu je z 0 na nominálnu hodnotu momentu M_n .

Pre hodnoty $T_{W3}=0.001$ s a $\psi_r=1$ Wb sú navrhnuté nasledovné parametre regulátora

momentu

$$G_{RM}(s) = K_M \left(1 + \frac{1}{T_{IM}s}\right) = 0.1018 \left(1 + \frac{1}{0.0003s}\right) = 0.1018 + \frac{339.294}{s}$$

$$G_{RM}(z) = \frac{0.1018z - 0.0678706}{z-1}$$

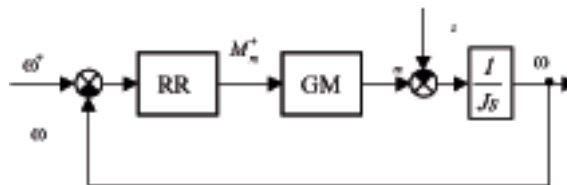
4. Rýchlostný servosystém sAM

Štruktúra rýchlostného servopohonu je na obr.6. Výstup z regulátora rýchlosti je želaný

moment M_m^* , ktorý vstupuje do generátora momentu - GM. Podobne aj regulátor momentu

vykompenzuje jeden koreň sústavy a prenos $M_m(s)/M_m^*(s)$, opísaný je sústavou prvého

rádu. Prenos $\omega_i(s)/M_m^*(s)$, obsahujú aj jeden astatizmus.



Obr. 6

$$\frac{M_m(s)}{M_m^*(s)} = \frac{1}{K_{pp}T_{W3}s + 1} \quad \frac{\omega(s)}{M_m^*(s)} = \frac{1/J}{K_{pp}T_{W3}s + 1}$$

Inverzná dynamika pre tento prípad sa zdá by nevhodná z hľadiska požiadaviek na statickú

presnosť regulácie. Syntézou regulátora touto metódou vyjde štruktúra PD regulátora. Ak

chceme zabezpečiť robustnosť systému na poruchu M_z , musíme zvoliť štruktúru PI

regulátora. Spojitý regulátor rýchlosti môže byť navrhnutý napr. pomocou Whiteley- ho

štandardných tvarov s nasledovnými parametrami :

$$G_{RR}(s) = P + \frac{I}{s} = 6.2976 + \frac{196.003}{s} \quad G_{RR}(z) = \frac{6.2976z - 6.278}{z-1}$$