

Riadenie otáčok motora

ZADANIE: Navrhните algoritmus riadenia (PI, PD, PID) dvoma metódami syntézy pre Vami zvolený fyzikálny model dynamického systému (viď zadanie č. 4), pričom rád dynamického systému je $n \leq 3$.

Navrhnutý algoritmus riadenia overte v spätnoväzobnej štruktúre uzavretého regulačného obvodu (URO) pomocou blokov knižnic Simulink, kde model vyskladajte z blokov namiesto použitia bloku Transfer Function pri skokovej zmene vstupov URO: $w(t) = 1(t)$ pre $t = 0(s)$ a $z(t) = 0.39(t)$ pre $t = 0.5(s)$.

OBSAH ZADANIA:

1. Analytický výpočet parametrov PID algoritmu zvolenými metódami syntézy pre simulačný model dynamického systému.
2. Overenie PID algoritmu v spätnoväzobnej štruktúre URO v Simulinku.
3. Grafické priebehy regulovanej veličiny:

$$y(t) \text{ pre } w = 1, z = 0$$

$$y(t) \text{ pre } w = 0, z = 1(t)$$

$$y(t) \text{ pre } w(t) = 1(t), z = 0.3(t) \text{ pre } t = 0.5s$$

4. Graf odozvy systému na jednotkový skok.

Majme zadanú prenosovú funkciu otáčok motora :

$$F(s) = \frac{C_u}{s^2(JL) + s(BL + JR) + (C_u^2 + BR)}$$

Ak dosadíme hodnoty $J = 0,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, $B = 0,1 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$, $R = 1 \Omega$, $L = 0,5 \text{ H}$, $C_u = 0,01 \text{ N} \cdot \text{m} / \text{Amp}$

Získame obrazový prenos sústavy:

$$F_s(s) = \frac{1}{0,5s^2 + 6s + 10,01}$$

Pre riadenie zadanej sústavy si zvolíme PI regulátor, ktorého obrazový prenos vyzerá nasledovne:

$$F_R(s) = K * \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$$

Zvolíme si riešenie metódou Graham-Lathrop

1. Potrebujeme získať charakteristickú rovnicu, ktorá má tvar $1 + F_R(s)F_s(s)$:

$$1 + \frac{T_i K s + K}{T_i s} * \frac{1}{0,5s^2 + 6s + 10,01} = 0$$

Po roznásobení a úprave získame charakteristickú rovnicu v tvare:

$$\frac{0,5T_i s^3 + 6T_i s^2 + 10,01T_i s + KT_i s + K}{0,5T_i s^3 + 6T_i s^2 + 10,01T_i s} = 0$$

Menovateľ je rovný nule. Zavedieme substitúciu:

Zadanie č. 6

$$\frac{K}{T_i} = I$$

A následne ešte čitateľa charakteristickej rovnice upravíme do tvaru:

$$s^3 + 12s^2 + 2 * (10,01 + K)s + 2I = 0$$

Z tabuľky štandardných tvarov charakteristických rovníc podľa Graham-Lathropa vyčítame odpovedajúcu charakteristickú rovnicu, ktorá musí obsahovať tak ako naša charakteristická rovnica 3 mocninu pri najvyššom laplaceovom operátorovi :

$$s^3 + 1,75s^2\omega_0 + 2,15s\omega_0^2 + \omega_0^3$$

Z týchto dvoch rovníc potrebujeme získať neznáme hodnoty ω_0, K, I

$$s^3 : 1 = 1$$

$$s^2 : 12 = 1,75\omega_0$$

$$\omega_0 = 5,857$$

$$s : 20,02 + 2K = 2,15\omega_0^2$$

$$K = 40,535$$

$$s^0 : 2I = \omega_0^3$$

$$I = 100,46$$

Ďalšou možnosťou pre získanie hodnou K a I systému je použiť Naslinovú metódu

Opäť začíname získaním charakteristickej rovnice, ktorá bude teda vyzeráť $1+F_R(s)F_S(s)$. Výsledná charakteristická rovnica teda bude vyzeráť:

$$0,5s^3 + 6s^2 + (10,01 + K)s + \frac{K}{T_i} = 0$$

Zavedieme substitúciu:

$$\frac{K}{T_i} = I$$

Podľa vzťahu $a_j^2 \geq \alpha a_{j-1} a_{j+1}$ pričom α získame z tabuľky:

α	1.75	1.8	1.9	2.0	2.2	2.4
$\sigma(\%)$	16	12	8	5	3	1

Pre náš výpočet si určíme maximálne preregulovanie 5%.

A teda získame dve nerovnice, ktorý úpravou získame hodnoty K a I

$$j = 1: (10,01 + K)^2 \geq 2 * I * 6$$

$$j = 2: 6^2 \geq 2 * 0,5 * (10,01 + K)$$

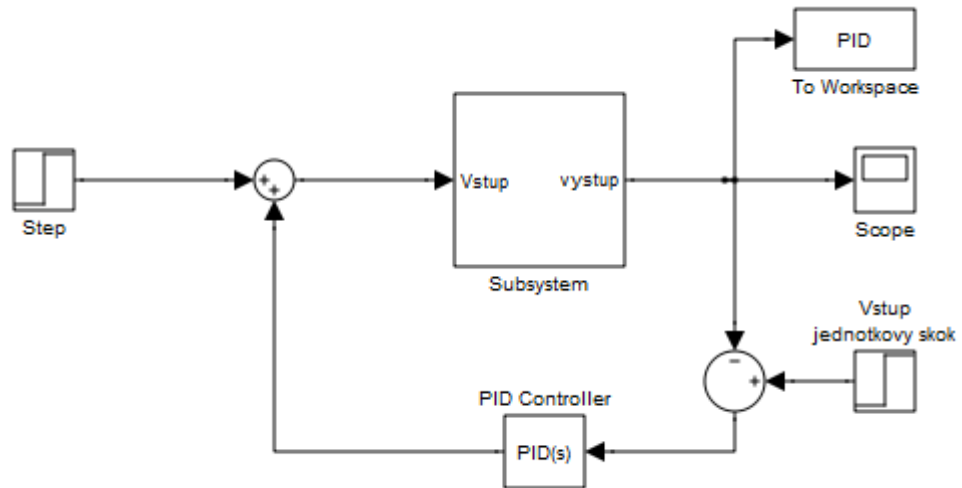
Zadanie č. 6

$$K \leq 25,99$$

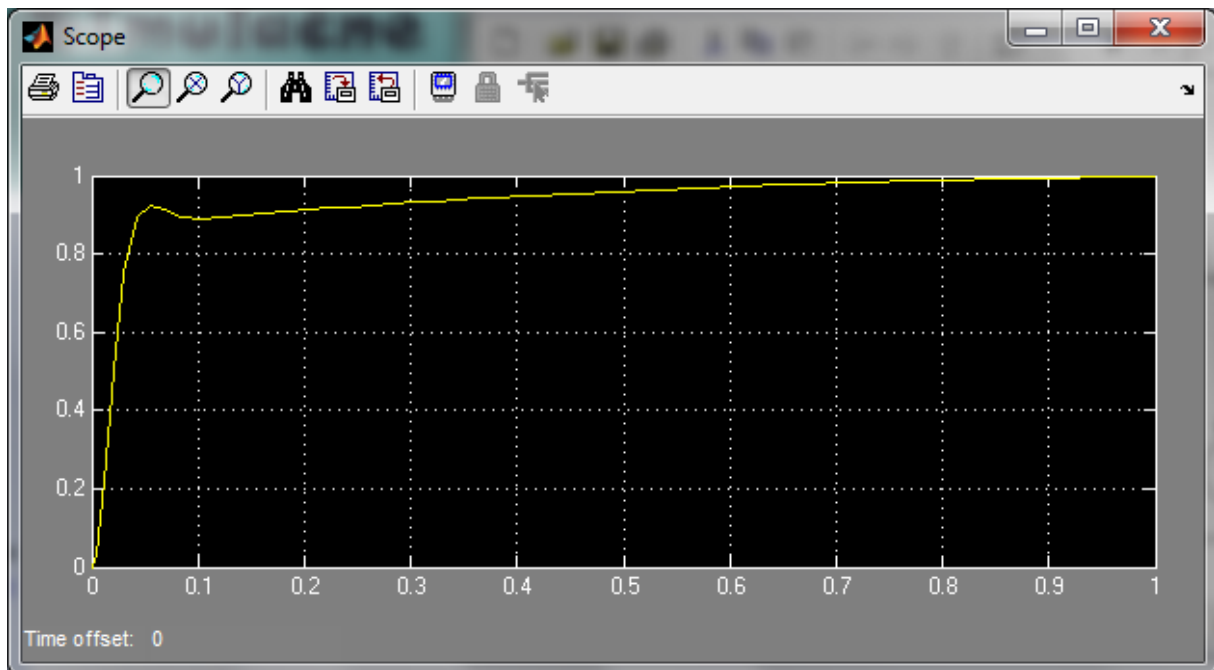
$$I \leq 108$$

RIEŠENIE:

1.



2.



3.

