

Zadanie 2

Návrh spojitých PID regulátorov z charakteristík riadeného systému

Cieľ cvičenia:

Návrh PID regulátora pre zadaný systém vybranými metódami na báze prechodovej a frekvenčnej charakteristiky riadeného procesu. Simulačné porovnanie jednotlivých návrhov z hľadiska dosiahnutej kvality riadenia uzavretého regulačného obvodu (maximálne preregulovanie, čas regulácie, integrálna plocha), overenie stability, výpočet ustálených hodnôt veličín.

Úlohy

1. Vykreslite prechodovú charakteristiku svojho systému.
2. Na základe získaných hodnôt parametrov prechodovej a frekvenčnej charakteristiky navrhnete konštanty PID regulátora (resp. vhodne vybranej štruktúry) týmito metódami:
 - a. Ziegler-Nichols (open loop)
 - b. Metóda inverzie dynamiky
 - c. Metóda Zieglera-Nicholsa (frekvenčná metóda)
 - d. V prípade, že z metód a,b,c je pre Váš systém vhodná len jedna metóda, nastavte konštanty regulátora ladením v bloku PID v Simulinku.
3. Simulujte prechodové charakteristiky URO s jednotlivými regulátormi. Simulačnú schému rozšírte o výpočet kvadratickej plochy I_{TAE} .
4. Do jedného obrázka vykreslite priebehy riadenej veličiny $y(t)$ a vyberte "najlepší" priebeh z hľadiska dosiahnutej kvality regulačného pochodu (dosiahnutú kvalitu aj kvantifikujte konkrétnymi hodnotami η_{\max} , t_{reg} a I_{TAE}). Rovnako vykreslite do ďalšieho obrázka aj priebehy príslušných akčných zásahov $u(t)$.
5. Použitím Vety o konečnej hodnote overte konvergenciu jednotlivých veličín k ich ustáleným hodnotám.
6. Overte stabilitu výpočtom pólov URO a pomocou frekvenčných kritérií stability (Nyquist, Bode). Výsledky vyšetrenia stability slovne odôvodnite.

a. Výpočet koeficientov regulátora metódou Zieglera Nicholsa (Z-N open-loop)

Regulátor $G_p(s) = P(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s)$	Zosilnenie regulátora P	Integračná konštanta T_i	Derivačná konštanta T_d
Typ P	$\frac{1}{K_p} \frac{\tau}{\alpha}$	-	-
Typ PI	$\frac{0.8}{K_p} \frac{\tau}{\alpha}$	3α	-
Typ PD	$\frac{1.2}{K_p} \frac{\tau}{\alpha}$	-	0.25α
Typ PID	$\frac{1.2}{K_p} \frac{\tau}{\alpha}$	2α	0.5α

Metóda inverzie dynamiky

Model procesu $G_p(s)$	Typ regulátora	Časové oneskorenie			
		$D = 0$ P	$D > 0$ P	T_i	T_d
$\frac{K}{s} e^{-Ds}$	P	$\frac{2}{K(2T_w + T_v)}$	$\frac{a}{K}$	-	-
$\frac{K}{T_I s + 1} e^{-Ds}$	PI	$\frac{2T_i}{K(2T_w + T_v)}$	$\frac{a}{K} T_i$	$T_I - T_v/2$	-
$\frac{K}{s(T_I s + 1)} e^{-Ds}$	PD	$\frac{2}{K(2T_w + T_v)}$	$\frac{a}{K}$		$T_I - T_v/2$
$\frac{K}{(T_I s + 1)(T_2 s + 1)} e^{-Ds}$	PID	$\frac{2T_i}{K(2T_w + T_v)}$	$\frac{a}{K} T_i$	$T_I + T_2 - T_v$	$\frac{T_I T_2}{T_I + T_2} - \frac{T_v}{4}$
$\frac{K}{(T^2 s^2 + 2bT s + 1)} e^{-Ds}$	PID	$\frac{2T_i}{K(2T_w + T_v)}$	$\frac{a}{K} T_i$	$2bT - T_v$	$\frac{T}{2b} - \frac{T_v}{4}$

Maximálne preregulovanie η a príslušné α a β

η	0	0.05	0.1	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
α	1.282	0.984	0.884	0.832	0.763	0.697	0.669	0.640	0.618	0.599	0.577
β	2.718	1.944	1.720	1.561	1.437	1.337	1.248	1.172	1.104	1.045	0.992

Výpočet a

$$a = \frac{1}{\alpha T_v + \beta D}$$

Poznámka: T_v je perióda vzorkovania pre návrh diskrétného PID regulátora, T_w je časová konštanta prechodovej charakteristiky URO (želaná).