

ZADANIE 4

Cvičenie 7

Prepočet spojitého PID regulátora na ekvivalentný diskretný PID(PSD) regulátor “PID → PSD”

Cieľ cvičenia:

1. Prepočet vybraného spojitého regulátora navrhnutého pre Váš proces na jeho diskretnú verziu rôznymi metódami
2. Simulačné overenie a porovnanie činnosti navrhnutých regulátorov

Úlohy

1. Prepočítajte vybraný z navrhnutých spojitých PID regulátorov na diskretný PID (PSD) regulátor:
 - a. obdĺžnikovou náhradou (OF)
 - b. obdĺžnikovou náhradou (OB)
 - c. lichobežníkovou náhradou (L)
2. Overte platnosť podmienok ekvivalencie PID/PSD (vo všetkých prípadoch)
3. Vyjadrite diferenčnú rovnicu regulátora.
4. Simulujte prechodové charakteristiky URO (pre OF, OB aj L náhradu) v Simulinku, PSD regulátor realizujte ako „diskretný filter“, zobrazte aj priebehy akčných zásahov (do dvoch rôznych obrázkov). Výsledky porovnajte.
5. Podľa výsledkov simulácie vyberte najlepší z prepočítaných regulátorov.
6. Použitím Vety o konečnej hodnote overte ustálené hodnoty $y(t)$, $u(t)$, $e(t)$ (pre najlepší prepočítaný regulátor).
7. Overte stabilitu URO pre všetky prepočítané regulátory výpočtom pólov URO.
8. Najlepší prepočítaný PSD realizujte
 - a. ako diskretný filter (realizované v bode 4)
 - b. na základe diferenčnej rovnice
 - c. PID(z) blokom v Simulinku, kde nastavíte príslušnú metódu prepočtu (integrácie)
 Výsledky simulácií prechodových charakteristík URO porovnajte.

K bodu 1:

Prepočtový vzťah pre spojité regulátor s prenosovou funkciou

$$G_R(s) = P\left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right) \quad \Longrightarrow \quad G_R(z) = \frac{q_0 + q_1 z^{-1} + q_2 z^{-2}}{1 - z^{-1}}$$

Zvolenú periódu vzorkovania označíme ako T_v .

Typ náhrady:	q_0	q_1	q_2
Obdĺžniková náhrada (backward)	$q_0 = P\left(1 + \frac{T_v}{T_i} + \frac{T_d}{T_v}\right)$	$-P\left(1 + \frac{2T_d}{T_v}\right)$	$\frac{PT_d}{T_v}$
Obdĺžniková náhrada (forward)	$q_0 = P\left(1 + \frac{T_d}{T_v}\right)$	$q_1 = -P\left(1 - \frac{T_v}{T_i} + 2\frac{T_d}{T_v}\right)$	$q_2 = P\frac{T_d}{T_v}$
Lichobežníková náhrada	$q_0 = P\left(1 + \frac{T_v}{2T_i} + \frac{T_d}{T_v}\right)$	$q_1 = -P\left(1 + 2\frac{T_d}{T_v} - \frac{T_v}{2T_i}\right)$	$q_2 = P\frac{T_d}{T_v}$

K bodu 2: Podmienky ekvivalencie PID a PSD regulátora

PID/PSD	$q_0 > 0$	$q_1 < -q_0$	$-(q_0 + q_1) < q_2 < q_0$
PI/PS	$q_0 > 0$	$q_1 > -q_0$	-
PD	$q_0 > 0$	-	$q_0 > q_2$

K bodu 5: Veta o konečnej hodnote - diskrétna verzia

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{k \rightarrow \infty} y(kT) = \lim_{z \rightarrow 1} \frac{z-1}{z} Y(z) = \lim_{z \rightarrow 1} \frac{z-1}{z} G_{YW}(z) \frac{z}{z-1} = \lim_{z \rightarrow 1} G_{YW}(z)$$