

2. laboratorijska vaja

Načrtovanje PID-regulatorjev s pomočjo metod Ziegler-Nichols

V vaji bomo obravnavali štiri sisteme. Prvi je stabilni fazno minimalni sistem s prenosno funkcijo

$$G_1(s) = \frac{12}{(s+1)(s+2)(s+3)}$$

Drugi sistem je nestabilni fazno minimalni sistem

$$G_2(s) = \frac{12}{(s-1)(s+2)(s+3)}$$

Tretji sistem je stabilni fazno neminimalni sistem, ki ga opisuje prenosna funkcija

$$G_3(s) = \frac{2(5-s)}{(s+1)(s+2)}$$

Zadnji sistem je tako nestabilen kot fazno neminimalen. Prenosna funkcija se glasi:

$$G_4(s) = \frac{2(5-s)}{(s+1)(s-1)}$$

Naloge

1. Najprej realizirajte vse štiri sisteme. Najlažje to storite podobno kot v naslednjem primeru:

```
clear all
s = tf('s');      % s kot Laplaceov operator
G0 = 1/(s+2);     % prenosna funkcija procesa
```

2. Prva metoda po Ziegler-Nicholsu za načrtovanje regulatorjev PID temelji na oceni modela sistema iz odziva sistema na enotino stopnico. Zato je metoda primerna le za stabilne procese. Z uporabo funkcije `step` izrišite odziv sistemov na enotino stopnico. Določite ojačenje K_s , čas zakasnitve T_{za} in čas izravnave T_{iz} teh sistemov. Za določitev obeh časov morate skicirati tangento na odzivu v prevojni točki, kot to prikazuje slika 1. Pomagajte si z risanjem črte (menu `Insert|Line`). Na osnovi ocenjenih parametrov in tabele 1 načrtajte PID-regulator za obravnavane stabilne procese. Preverite odziv reguliranega procesa na enotino stopnico. Pomagajte si z naslednjo kodo

```

Kp =          % tukaj manjka proporcionalno ojačenje regulatorja
Ti =          % tukaj manjka integrirna časovna konstanta
Td =          % tukaj manjka diferencirna časovna konstanta
Tf = 0.1*Td; % čas. konstanta nizkoprepustnega filtra D-člena

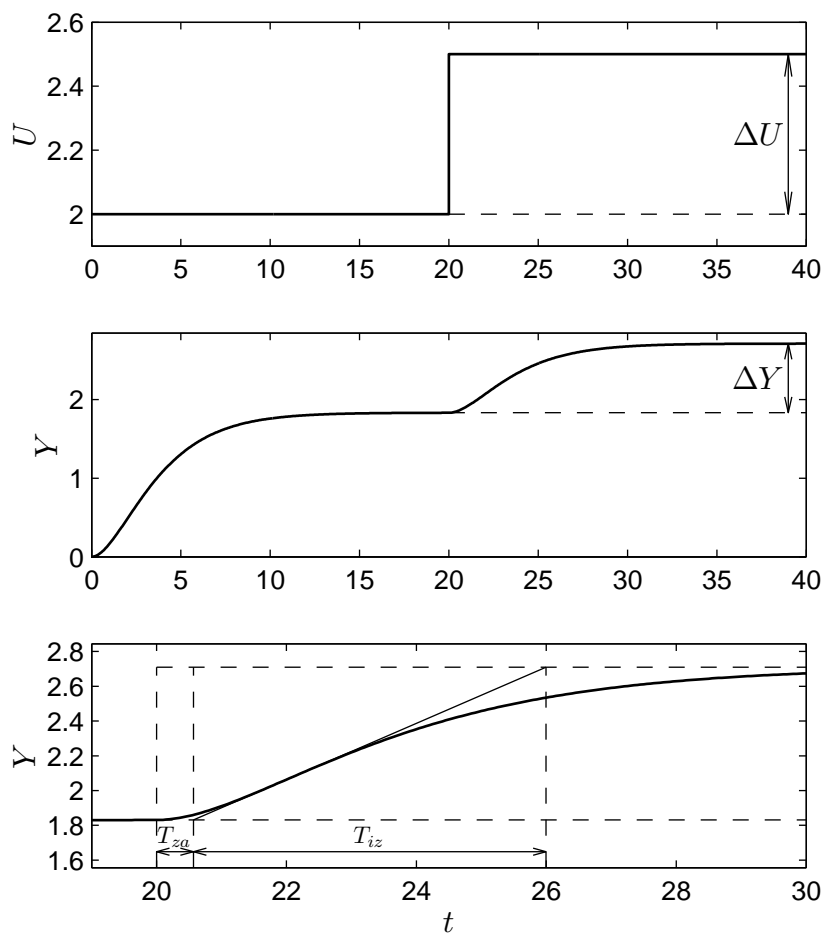
Gpid = Kp * (1 + 1/(Ti*s) + Td*s/(1+Tf*s)); % p. f. realnega PID-reg.
Go = minreal(Gprocesa * Gpid);          % odprtozancna prenosna funkcija
      % (minreal pokrajša morebitne skupne pole in nicle)
step(minreal(Go/(1+Go)));                % odziv na stopnico na referenci

```

Tabela 1: Tabela za določanje parametrov regulatorjev PID za proporcionalne procese višjega reda (1. metoda Ziegler-Nichols); čas zakasnitve T_{za} in čas izravnave T_{iz} ter ojačenje procesa $K_s = \frac{\Delta Y}{\Delta U}$ določimo iz odziva procesa na stopnico, kot je prikazano na sliki 1

regulator	K_P	T_I	T_D
P	$\frac{T_{iz}}{K_s T_{za}}$	/	/
PI	$0,9 \frac{T_{iz}}{K_s T_{za}}$	$3,3 T_{za}$	/
PID	$1,2 \frac{T_{iz}}{K_s T_{za}}$	$2 T_{za}$	$0,5 T_{za}$

- Analizirali bomo stabilnost obravnavanih štirih sistemov, ki so regulirani s P-regulatorjem in negativno enotino povratno zanko. S pomočjo Routhove sheme določite, za katere vrednosti ojačenj P-regulatorjev so obravnavani zaprtozračni sistemi stabilni.
- Druga metoda po Ziegler-Nicholsu za načrtovanje regulatorjev PID temelji na nihajnem preizkusu. Tega opravimo tako, da v zanko skupaj s procesom vključimo spremenljivo ojačenje (P-regulator). Temu spreminjamo ojačenje od 0 do točke, ko proces zaniha. Ker so poli celotnega zaprtozračnega sistema pri ojačenju regulatorja 0 enaki polom procesa (Zakaj?), je tudi ta metoda primerna le za stabilne sisteme. S pomočjo funkcij `rlocus` in `rlocfind` določite kritično ojačenje K_{kr} in periodo nihanja T_{kr} . Ta dva podatka lahko seveda določimo tudi pri nekaterih nestabilnih sistemih. Na osnovi ocenjenih parametrov in tabele 2 načrtajte PID-regulator za obravnavane procese. Preverite odziv reguliranega procesa na enotino stopnico.



Slika 1: Preizkus s stopničastim vhodnim signalom – vzbujanje (zgoraj), odziv (v sredini), detajl odziva (spodaj)

Tabela 2: Tabela za določanje parametrov regulatorjev PID po metodi nihajnega preizkusa (2. metoda Ziegler-Nichols) – K_{kr} je kritično ojačenje, T_{kr} pa perioda nihanja

regulator	K_P	T_I	T_D
P	$0,5 K_{kr}$	/	/
PI	$0,45 K_{kr}$	$0,83 T_{kr}$	/
PID	$0,6 K_{kr}$	$0,5 T_{kr}$	$0,125 T_{kr}$