

Digitalni upravljački sistemi
Kolokvijum I

Ime i prezime:

MILAN ŠIŠ

Broj indeksa:

EN 2116

Datum:

27.11.2018.

1. Izvesti matematički model odabiranja i zadržke, pod pretpostavkom da je odabirač idealan i da se D/A konvertor ponaša kao kolo zadržke nultog reda.
2. Napisati kontinualni i diskretni (pozicioni) oblik osnovne forme PID regulatora.
3. Karakteristična jednačina sistema regulisanog PI regulatorom je data jednakošću:

$$1 + D(z)G(z) = 0$$

gde je $D(z) = \frac{(k_j + k_p)z - k_p}{z - 1}$ i $G(z) = \frac{1 - e^{-T}}{z - e^{-T}}$. Odrediti vrednost parametra k_p za koje je sistem granično stabilan, ako je $T = 0.1s$ i $k_j = 100T$.

4. Pronaći vezu između $Y(z)$ i $X(z)$, ako je:

$$y(k) = \sum_{i=0}^k x(i), \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

i $y(k) = 0$ za $k < 0$.

5. Pronaći inverznu Z transformaciju signala $F(z) = \frac{z}{(z-1)(z-3)}$.
6. Dat je signal $f(t) = \cos(2\pi t) + \sin(6\pi t - \frac{\pi}{3})$:

- a) Nacrtati spektar signala $f(t)$.
- b) Predložiti periodu odabiranja za signal $f(t)$.

Napomena: Jasno definisati jedinice (s , $\frac{rad}{s}$ ili Hz).

7. Za signal iz prethodnog zadatka:

- a) Nacrtati spektar signala odbirkovanog sa frekvencijom $f_s = 2.5Hz$ i diskutovati dobijeno rešenje. Definirati pojam alijasa i označiti ih ukoliko postoje.
- b) Nacrtati spektar signala odbirkovanog sa predloženom frekvencijom odabiranja f_s iz zadatka 6b.
- c) Koja je Nikvistova učestanost za predloženu učestanost?

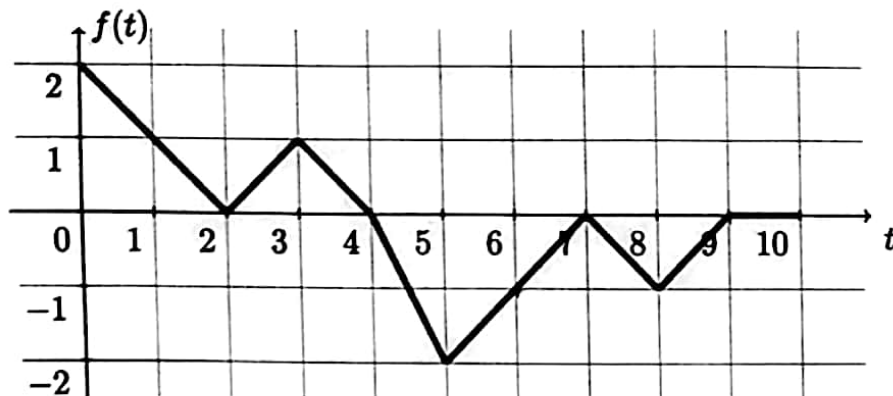
Napomena: Jasno definisati jedinice (s , $\frac{rad}{s}$ ili Hz).

8. Dat je sistem opisan funkcijom prenosa $G(s) = \frac{1}{s(s+3)}$. Projektovati PD regulator za dati sistem i podesiti parametre regulatora tako da polovi sistema budu u -2 i -3 .

9. Naći Z transformaciju signala sa slike 1 ako je :

a) $T = 1$

b) $T = 3$



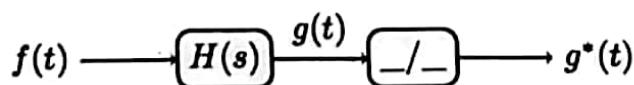
Slika 1: Signal $f(t)$ iz zadatka 9

10. Diskretizacijom kontinualne funkcije prenosa prvom Ojlerovom transformacijom moguće je dobiti diskretni sistem sa nestabilnim polovima, iako su svi polovi polaznog kontinualnog sistema bili stabilni. Nacrtati oblast svih polova u s -ravni koji ostaju stabilni nakon diskretizacije prvom Ojlerovom transformacijom, ako je perioda odabiranja $T = 0.5s$.

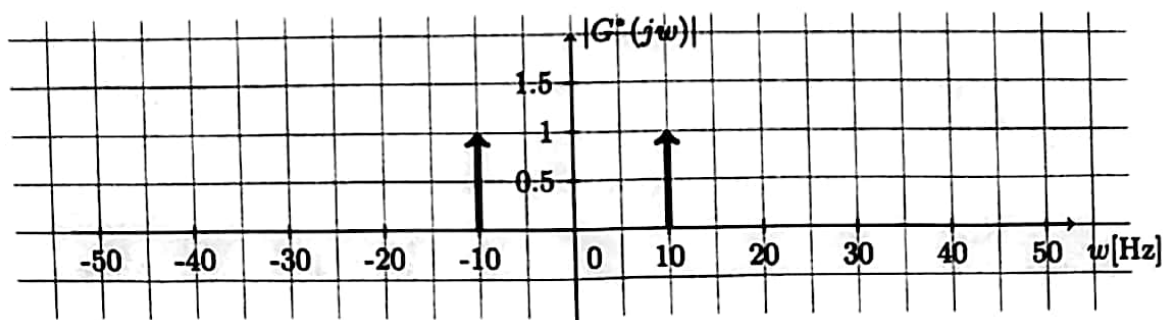
11. Signal $f(t)$ filtrira se idealnim propusnikom opsega $H(s)$ koji propušta frekvencije između 400 Hz i 450 Hz bez promene amplitude. Dobijeni signal $g(t)$ odbirkuje se idealnim odabiračem, kao što je prikazano na slici 2. Perioda odabiranja je $T = 0.01s$. Spektar odbirkovanog signala $g^*(t)$ prikazan je na slici 3.

a) Nacrtati spektar signala $g(t)$.

b) Šta možemo zaključiti o spektru signala $f(t)$ na osnovu ovakvog spektra signala $g^*(t)$?



Slika 2: Dijagram sistema iz zadatka 11



Slika 3: Spektar signala $g^*(t)$ iz zadatka 11

Digitalni upravljački sistemi

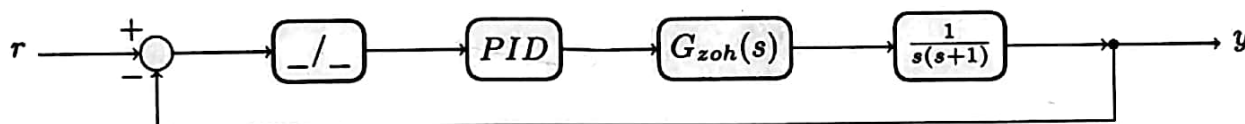
Kolokvijum II

Ime i prezime: _____

Broj indeksa: _____

Datum: _____

1. Diskretizovati D dejstvo realnog PID regulatora prvom i drugom Ojlerovom transformacijom. Diskutovati stabilnost dobijenih rešenja.
2. Dat je sistem automatskog upravljanja prikazan na slici 1. Odrediti vrednost P dejstva regulatora pomoću Ziegler-Nicholsovog eksperimenta u zatvorenoj povratnoj sprezi. Preporučena vrednost P dejstva po Ziegler-Nicholsu je $K_p = \frac{K_u}{2}$, gde je K_u vrednost kritičnog pojačanja eksperimenta u zatvorenoj povratnoj sprezi. $G_{zoh}(s)$ je funkcija prenosa kola zadržke nultog reda, a perioda odabiranja je $T = 0.1s$.



Slika 1: Blok dijagram sistema iz zadatka 2

3. Diskretizovati I dejstvo realnog PID regulatora.
4. Komentarisati stabilnost sistema u zatvorenoj sprezi sledećih vremenski diskretnih sistema (eksplicitno naglasiti da li je sistem *stabilan* / *granično stabilan* / *nestabilan*):

a) $f(z) = (z + 0.2)^2(z^2 + z + \frac{1}{4})$

b) $G(z) = \frac{4}{(z+0.4)(z+0.3)}$

c) $W(z) = \frac{5z + \frac{15}{4}}{(z - \frac{1}{2})^2}$

d) $G(z) = \frac{z+0.2}{(z-1)(z-0.1)}$

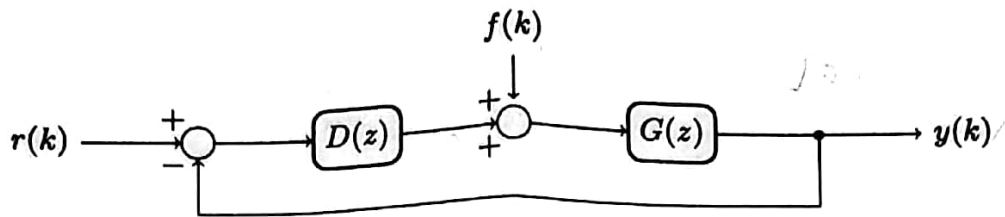
gde je $f(z)$ karakteristični polinom funkcije spregnutog prenosa, $G(z)$ funkcija spregnutog prenosa i $W(z)$ funkcija povratnog prenosa sistema.

5. Dat je sistem $G(s) = \frac{1}{(s+3)}$:

a) Naći digitalni ekvivalent sistema ukoliko je $T = \ln(3)s$.

b) Naći odziv digitalnog ekvivalenta sistema u zatvorenoj povratnoj sprezi u ustaljenom stanju na jediničnu referentnu step pobudu. Smatrati da je povratna sprega jedinična (digitalni ekvivalent dobijen u zadatku pod a) predstavlja funkciju povratnog prenosa sistema).

6. Naći grešku u ustaljenom stanju za sistem prikazan na slici 2 ako je :
 $r(k) = f(k) = h(k)$, $D(z) = \frac{2}{z-1}$, $G(z) = \frac{1}{z+0.5}$.



Slika 2: Blok dijagram sistema iz zadatka 6

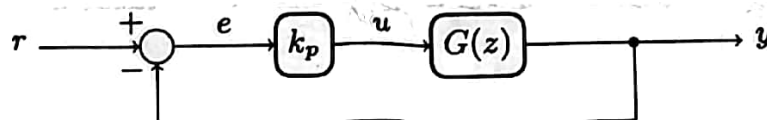
7. Dat je kontinualni sistem opisan matematičkim modelom u prostoru stanja :

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 2 & -4 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} x(t)$$

Diskretizovati dati sistem ukoliko je perioda odabiranja $T = \ln(2)s$. Komentarisati stabilnost kontinualnog i dobijenog diskretnog sistema.

8. Dat je proces $G(s) = \frac{1}{s+5}$. Projektovati *dead-beat* regulator za upravljanje datim procesom, ukoliko je perioda odabiranja $T = 1s$.
9. Dat je digitalni proces $G(z) = \frac{z}{z-0.7}$ kojim se upravlja pomoću P regulatora, kao što je prikazano na slici 3. Odrediti vrednost parametra k_p za koju će vrednost upravljanja u ustaljenom stanju biti $u_{ss} = 0.2$, ako je referentni signal $r(k) = h(k)$.



Slika 3: Blok dijagram sistema iz zadatka 9

10. Odrediti opseg vrednosti parametra τ za koje je sistem prikazan na slici 4 stabilan u zatvorenoj povratnoj sprezi. Perioda odabiranja je $T = \ln(5)s$. Uzimati u obzir samo one vrednosti parametra τ koje pripadaju intervalu $\tau \in (0, T)$. $G_{zoh}(s)$ je funkcija prenosa kola zadržke nultog reda.



Slika 4: Blok dijagram sistema iz zadatka 10