

Završni ispit

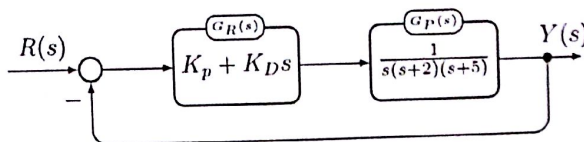
4. veljače 2016.

Ime i Prezime:

Matični broj:

Napomena: Zadatke obavezno predati s rješenjima nakon završetka testa.

1. zadatak (7 bodova)

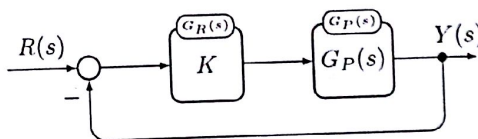


Slika 1: Sustav upravljanja.

Korištenjem postupka sinteze primjenom KMK odredite parametre PD regulatora na slici 1 tako da zatvoreni krug upravljanja ima prigušenje $\zeta = 0.707$ i vrijeme snirivanja $t_{1\%} = 2.3$ s.

2. zadatak (10 bodova)

Na slici 2 prikazan je sustav upravljanja s proporcionalnim regulatorom.



Slika 2: Sustav upravljanja.

- a) (6 bodova) Odredite funkciju osjetljivosti polova zatvorenog sustava upravljanja o pojačanju regulatora K ako je zadana prijenosna procesa $G_P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$.
- b) (4 boda) Zadano je $G_P(s) = \frac{1}{s+1}$ i $K = 1$. Za koje frekvencije će vrijediti da je $\left| \frac{Y(s)}{G_P(s)} \right| \leq 0.9$?

3. zadatak (7 bodova)

Neka je proces opisan prijenosnom funkcijom:

$$G(z) = \frac{-3 + 2z}{2 - 3z + z^2}.$$

Potrebno je projektirati sustav upravljanja s dva stupnja slobode tako da su svi polovi zatvorenog krug $z = -0.5$ i da u stacionarnom stanju odziv sustava na skokovitu referencu iznosi 1.

4. zadatak (10 bodova)

Zadan je DLTI sustav:

$$x(k+1) = Ax(k) + Bu(k),$$

gdje je $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ i $B \in \mathbb{R}^{n \times 1}$, $n > 1$. Potrebno je odabrati upravljački zakon u tako da $x(k)$ što brže konvergira u ishodište kada $k \rightarrow \infty$. Vaš prijatelj predlaže sljedeću jednostavnu metodu: u trenutku k odaberi $u(k)$ koji minimizira $\|x(k+1)\|^2$. Njegova argumentacija je da će metoda raditi zadovoljavajuće budući da u svakom koraku minimiziramo normu stanja pa će sustav vrlo brzo završiti u ishodištu. Vaš je zadatak analizirati ovu metodu.

- (3 boda) Odredite eksplicitni izraz za predloženi $u(k)$ parametriran po A i B .
- (3 boda) Razmotrite zatvoreni krug upravljanja $x(k+1) = Ax(k) + Bu(k)$, gdje je $u(k)$ određen po predloženoj metodi. Pokažite da x zadovoljava jednadžbu $x(k+1) = Fx(k)$ te odredite izraz za matricu F parametriran po A i B .
- (2 boda) Sada razmotrite specifičan slučaj: $A = \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$. Usporedite ponašanje sustava $x(k+1) = Ax(k)$ (originalni sustav sa $u(k) = 0$) i sustava $x(k+1) = Fx(k)$ (originalni sustav sa $u(k)$ prema predloženoj metodi). Analizirajte stabilnost svakog od ta dva sustava.
- (2 boda) Je li predložena metoda zadovoljavajuća? Obrazložite odgovor. Ako nije, predložite prikladnu metodu projektiranja regulatora po varijablama stanja koji će zadovoljiti tražene specifikacije.

Napomena: $\|x\|^2 = x^T x$.

5. zadatak (11 bodova)

Proces grijanja prostorije može se opisati modelom dobivenim diskretizacijom linearnog modela uz vrijeme diskretizacije $T = 25$ s:

$$\tau(k+1) = 0.9\tau(k) + 0.8q_u(k),$$

gdje je τ ($^{\circ}\text{C}$) označena promjena temperature, a $q_u(k)$ (kW) označava toplinski tok grijača prostorije.

- (8 bodova) Za zadani proces projektirajte regulator koji minimizira upravljački kriterij:

$$J = \sum_{k=0}^{\infty} 10\tau^2(k) + q_u^2(k).$$

- (3 boda) Je li zatvoreni krug uz regulator iz a) podzadatka stabilan? Obrazložite odgovor.