

① (8 bodova)

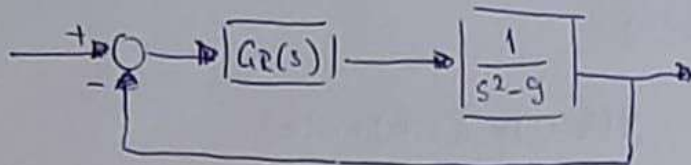
Neka je vremenski CHTI sustav opisan matricama:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & -3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \ 0], D = [0]$$

a) (2 boda) Odredite karakterističnu jednačinu i svojstvene vrijednosti sustava

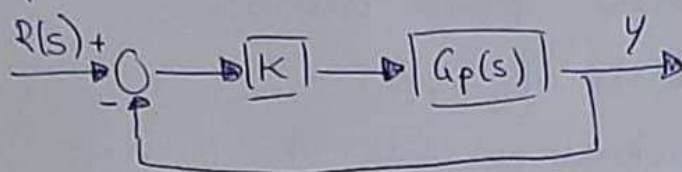
b) (6 bodova) Provjerite je li sustav osuhoiv, obuoiv, ojektabilan.

② (12 b.)

Na slici je prikazan sustav upravljanja procesom $G_p(s) = \frac{1}{s^2 - 9}$ a) (3 boda) Možete li zadani sustav stabilizirati koristeći P regulator ($G_R(s) = K$)? Obrazložite odgovor koristeći skicu KKK.b) (3b) Pretpostavimo da za upravljanje sustavom koristite PD regulator ($G_R(s) = K(s - m_d)$). Koji su uvjeti na položaj nule regulatora m_d uz koje je sustav moguće stabilizirati (uz $K > 0$)? Obrazložite odgovor koristeći skicu KKK za 2 karakteristična položaja m_d uz koje je sustav moguće stabilizirati i 2 karakteristična položaja m_d uz koje je sustav nestabilan. (Nulom regulatora nije dopušteno krčenje nestabilnog pola procesa)c) (2b) Neka se nula PD regulatora ud nalazi u lijevoj poluravnini. Odredite iznos kritičnog pojačanja K uz koje je sustav na rubu stabilnosti kao funkciju od u_d , tj. $K_{cr} = f(m_d)$.d) (2b) Koristeći fazni uvjet odredite položaj nule PD regulatora tako da KKK prolazi kroz par polova $s_{1,2} = -1 \pm 2j$ e) (2b) Neka je nula PD regulatora $u_d = -7$. Za koje vrijednosti pojačanja K će polovi ~~biti~~ zadržani knuqa biti na realnoj osi?

3. (8 b)

Sustav s proporcionalnim regulatorom



a) (5b) Odredite funkciju osjetljivosti polova zatvorenog kruga sustava upravljanja o pojačanju regulatora K ako je

$$G_p(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$$

b) (3b) Zadano je $G_p(s) = \frac{1}{s+1}$ i $K=1$. Za koje frekvencije će vrijediti da je $|S|_{G_c(s)} \leq 0,9$?

4. (17b) Zadano je DLT: $x(k+1) = 3x(k) + u(k)$

a) (1b) Je li otvoreni krug stabilan izašto?

b) (4b) Za zadani sustav projektirajte DLQR koji minimizira upravljački kriterij: $J = \frac{1}{2} S_N x^2(3) + \frac{1}{2} \sum_{k=0}^2 [x^2(k) + 0,5 u^2(k)]$, gdje je $S_N = 10$. Dovoljno je izračunati optimalna pojačanja regulatora

c) (2b) DLQR s konačnim predikcijskim horizontom iz podataka b) ima oblik $u_k = -G_k x_k$, gdje općenito vrijedi $G_0 \neq G_1 \neq G_2$, tj. regulator je vremenski promjenjiv. Je li moguće podizavanjem težinske matrice $S_N > 0$ postići da u podzadatku b) regulator bude vremenski nepromjenjiv, tj. $G_0 = G_1 = G_2$? Obrazložite odgovor. Ako je moguće, koji iznos matrice S_N je potreban koristiti u podzadatku b) da se dobije $G_0 = G_1 = G_2$?

d) (8b) Za zadani DLT sustav projektirajte regulator koji minimizira upravljački kriterij: $J = \frac{1}{2} \sum_{k=0}^{\infty} [x^2(k) + 0,5 u^2(k)]$.

e) (2b) Je li zatvoreni krug uz regulator iz d) podzadatka stabilan i zašto?