

Drugi međuispit

04. siječnja 2010.

Matični broj:

Ime i Prezime:

Napomena: Sve primljene materijale obavezno predati s rješenjima nakon završetka testa.

1. zadatak (5 bodova)

a) Prijenosna funkcija regulatora glasi

$$G_R(s) = \frac{s+2}{2s+2}$$

a1) (0.75) Radi li se o členu s faznim prethodjenjem ili členu s faznim kašnjenjem? Obrazložite!

a2) (0.5) Nadite frekvenciju ω_m na kojoj zadani regulator ima maksimalno fazno prethodjenje/kašnjenje!a3) (0.75) Izračunajte pojačanje zadanog regulatora na niskim frekvencijama ($\omega \rightarrow 0$), na frekvenciji ω_m (izračunatoj pod a2) i na visokim frekvencijama ($\omega \rightarrow \infty$).

a4) (1) Nacrtajte amplitudnu i faznu karakteristiku zadanog regulatora s izračunatim vrijednostima.

b) (0.5) Nadopunite rečenicu:

Ako projektiramo regulator za proces koji ima P djelovanje, kako bi regulacijsko odstupanje u stacionarnom stanju kod pobude oblika odskočne funkcije bilo jednako nuli, digitalni regulator treba imati barem jedan pol u _____.

c) (1) Nacrtajte Simulink shemu za računanje sljedećeg kvadratičnog kriterija:

$$S_e + S_u = \sqrt{\frac{1}{M+1} \sum_{k=0}^M e^2(k)} + \sqrt{\frac{1}{M+1} \sum_{k=0}^M \Delta u^2(k)},$$

gdje su M broj koraka simulacije, $e(k)$ pogreška regulacije, $\Delta u(k)$ odstupanje upravljačke veličine te T vrijeme diskretizacije. Uzmite da su $e(k)$ i $\Delta u(k)$ već izračunati i dostupni kao signali.d) (0.5 bod) Projektiran je regulator $G_R(s)$ za upravljanje procesom $G_P(s) = G'_P(s)e^{-sT_s}$ po načelu upravljanja Smithovim prediktorom. Napišite prienosnu funkciju zatvorenog regulacijskog kruga!

2. zadatak (5 bodova)

Zadan je proces s astatizmom prvog reda:

$$G_P(s) = \frac{1}{s(s+1)}$$

Potrebno je:

a) (2) Odrediti strukturu i parametre najjednostavnijeg mogućeg izvedivog regulatora $G_R(s)$ uz pomoć Truxal-Guilleminovim postupkom, pri čemu je zadana modelska prienosna funkcija posredno standardnom Butterworthovom obliku tako da se postigne vrijeme prvog maksimuma $t_{m1} = 8$ s. Također, zatvoreni krug ne smije imati regulacijsku pogrešku u odzivu na stepovitu promjenu referencije.b) (1.5) Odrediti digitalni regulator $G_R(z)$ prema EMFULT metodi i Tustinovoj metodi diskretizacije. Prema vremenu porasta $t_{r,10\%-90\%}$ odredite period diskretizacije tako da bude najveći mogući cijeli broj koji nije veći od gornje granice preporučenog područja (vrij. [3.7] = 3).

c) (1.5) Odrediti koliko je nadvišenje prijelazne funkcije zatvorenog regulacijskog kruga s digitalnim regulatorom određenim pod b).

3. zadatak (3 bodova)

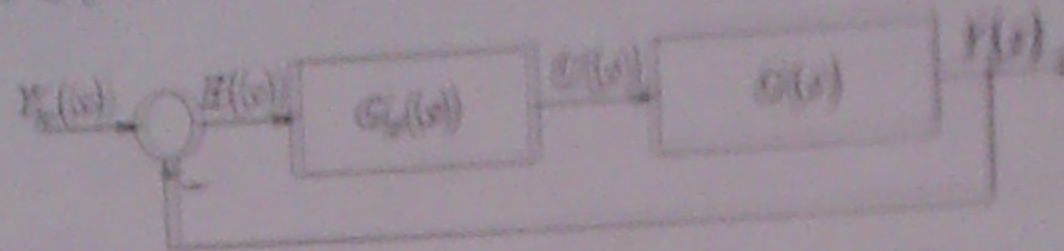
Zadan je sustav upravljanja koji se sastoji od procesa s prijenosnom funkcijom

$$G(s) = \frac{500}{s^2 + 33s + 92s + 50}$$

i kompenzatora strukture

$$G_K(s) = K \frac{1 + Ts}{1 + \alpha Ts}$$

gdje je $K > 0$, $T > 0$ i $\alpha > 0$ (vidi sliku 1).

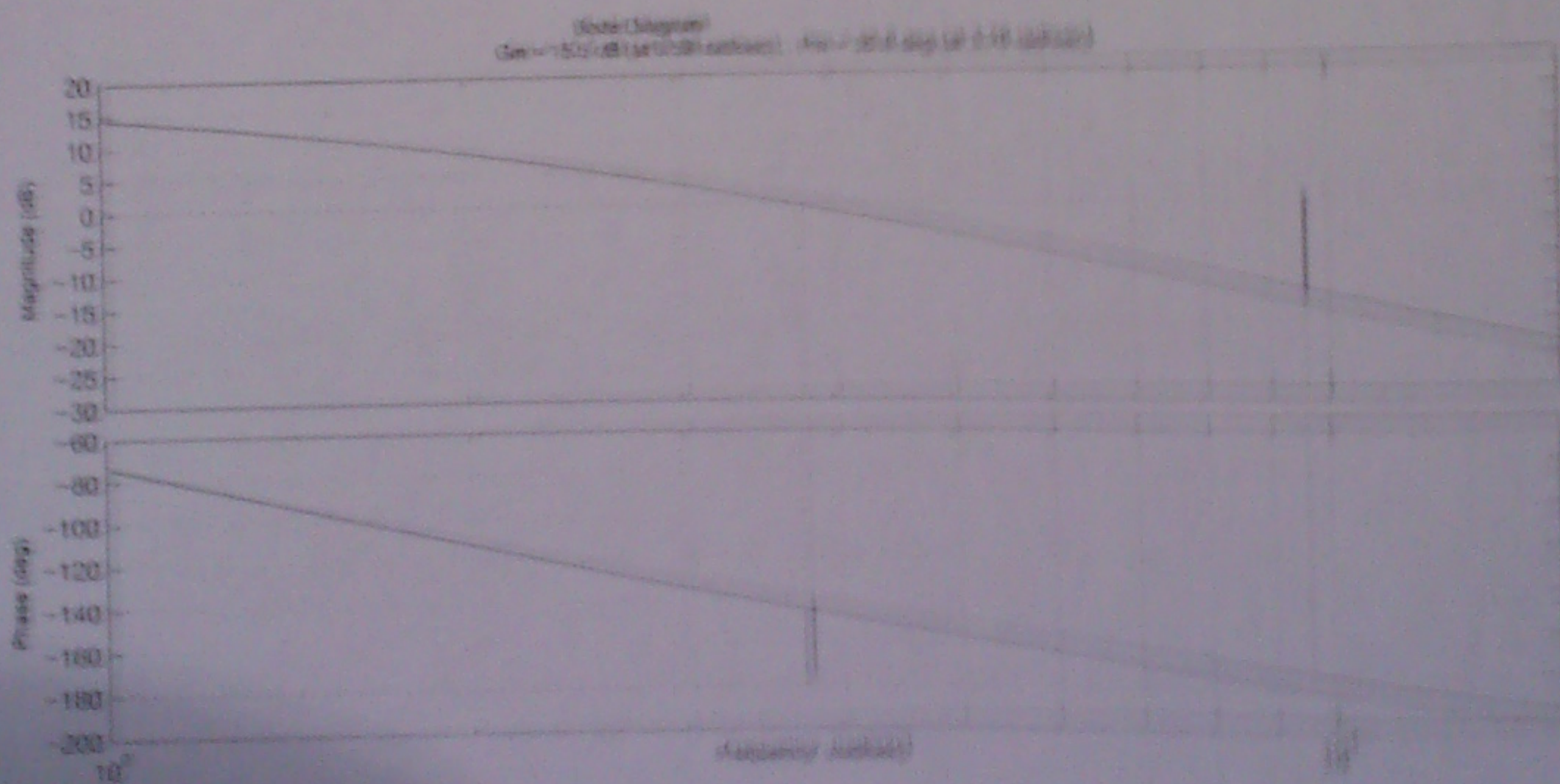


Slika 1: Blokovski dijagram sustava upravljanja

Zadane su sljedeće specifikacije na zatvoreni sustav upravljanja:

- Nadvišenje prijelazne funkcije oko 15%;
- Vrijeme prvog maksimuma za oko 0,2 s manje od vremena prvog maksimuma nekompensiranog sustava (pod nekompensiranim sustavom smatra se zatvoreni sustav, ali bez kompenzatora, tj. $G_K(s) = 1$).

Dodatno Vam na raspolaganju stoji Bodeov dijagram procesa $G(s)$ prikazan na slici 2.



Slika 2: Bodeov dijagram procesa

- Koji zahtjevi na faznu odgurnutostje γ i prosječno ubrzanje ω , proizlaze iz zadanih specifikacija?
- Koji biste kompenzator (s faznim i/ili amplitudnim) trebali koristiti za ispunjenje zadanih specifikacija? Obrazložite odgovor!

- c) (2) Projektirajte kontinuirani kompenzator $G_R(s)$ odabran pod b) koji zadovoljava zadane specifikacije. Korisni izrazi:

$$\text{Član s FP: } \alpha = \frac{1 - \sin \varphi_m}{1 + \sin \varphi_m}$$

$$\text{Član s FK: } \alpha = \frac{1 + \sin \varphi_m}{1 - \sin \varphi_m}$$

- d) (0.75) Hoće li uz ovakav kompenzator postojati trajno regulacijsko odstupanje na pobudu oblika jedinične odskočne funkcije? Obrazložite! Ako da, koliki je iznos tog odstupanja?
- e) (0.75) Izračunajte prikladni period diskretizacije T_d za diskretni kompenzator prema širini frekvencijskog pojasa zatvorenog regulacijskog kruga koristeći preporuku $T_d = 0.05 \cdot 2\pi/\omega_b$.

4. zadatak (6 bodova)

Dan je proces opisan diskretnom prijenosnom funkcijom:

$$G_P(z) = 0.05 \frac{z + 2}{(z - 1)(z - 0.8)}$$

i vremena diskretizacije $T = 1$ s. Potrebno je korištenjem Ragazzinijevog postupka:

- a) (4) Odrediti izvedivu modelsku funkciju $G_m(s)$ koja će osigurati točnost u ustaljenom stanju na skokovitu promjenu referentne veličine te osigurati kinetičku pogrešku u ustaljenom stanju manju od 1 (odziv na linearni porast referentne veličine). Modelsku funkciju odaberite tako karakteristična jednadžba zatvorenog sustava upravljanja bude diskretni ekvivalent kontinuirane karakteristične jednadžbe

$$s^2 + s + 1 = 0.$$

- b) (2) Odrediti digitalni regulator $G_R(z)$. Ima li regulator integralno djelovanje? Prema obliku regulatora obrazložite kako su regulatorom postignuti traženi uvjeti u a) dijelu zadatka.