

Završni ispit

29. lipnja 2011.

Ime i Prezime:

Matični broj:

Napomena: Zadatke obavezno predati s rješenjima nakon završetka testa.

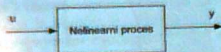
1. zadatak (10 bodova)

- a) (3 boda) Linearizacijom nelinearnog procesa s ulazom u i izlazom y oko radne točke (u_0, y_0) određen je linearni model procesa i pripadna mu prijenosna funkcija $G(s)$. Skicirajte na slici 1 blokovski shemom kojom se pomoću $G(s)$ može aproksimirati odziv y za pobudu u u okolini radne točke.



Slika 1: Aproksimacija nelinearnog procesa linearnim modelom s prijenosnom funkcijom.

- b) (3 boda) Na temelju lineariziranog modela i pripadne prijenosne funkcije $G(s)$ projektiran je sustav upravljanja s proporcionalno-derivacijskim regulatorom prijenosne funkcije $G_R(s)$ kojim se sustav održava u okolini radne točke. Blokovskom shemom na slici 2 prikažite stvoreni zatvoreni sustav upravljanja pri čemu u njoj koristite blok polaznog nelinearnog procesa, kako je na slici 1 i naznačeno.



Slika 2: Sustav upravljanja nelinearnim procesom.

- c) (4 boda) Prikažite prijenosnu funkciju regulatora $G_R(s)$ u vremenski kontinuiranoj domeni s parametrima K_R i T_D i diskretizirajte ga metodom unazadne diferencije uz vrijeme uzorkovanja jednako T .

2. zadatak (11 bodova)

Razmatrani proces opisan je sljedećom diferencijalnom jednačinom:

$$\ddot{y} + \dot{y} + \sqrt{y} = \sin(2u)$$

Potrebno je:

- (2 boda) linearizirati proces oko radne točke određene s $u_0 = \frac{\pi}{8}$;
- (2 boda) naći prijenosnu funkciju lineariziranog procesa;
- (4 boda) nacrtati Bodeov dijagram lineariziranog procesa;
- (3 boda) projektirati sustav upravljanja procesom s proporcionalnim regulatorom kojim se postiže fazono osiguranje sustava u iznosu $\gamma = 60^\circ$.

Zadatak (16 bodova)

Definirajte:

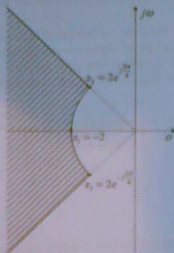
- (1 bod) prijelaznu funkciju sustava,
- (1 bod) težinsku funkciju sustava te
- (1 bod) prijenosnu funkciju sustava.

b) Definirajte:

- (1 bod) amplitudno osiguranje sustava te
- (1 bod) faze osiguranje sustava.

c) (2 boda) Zadana je prosječna frekvencija kontinuiranog vremenski nepromjenjivog sustava $\omega_c = 30 \text{ s}^{-1}$. Koji postupak diskretizacije treba upotrijebiti da diskretizirani sustav ima približno jednaku prosječnu frekvenciju, uz dovoljno malo vrijeme uzorkovanja? Koliko iznosi ta frekvencija ako je vrijeme uzorkovanja $T = 0.01 \text{ s}$?

d) (3 boda) Odredite pokazatelje kvalitete prijelazne funkcije za sustav drugog reda bez konačnih nula, za koji je dano područje polova u s -ravnini prema slici 3.



Slika 3. Područje polova sustava drugog reda bez konačnih nula.

e) (3 boda) Preslikajte pol u s -ravnini $s = \frac{1}{4} + \frac{j\sqrt{3}}{4}$ u z -ravninu, ako je zadano vrijeme uzorkovanja $T = 10 \text{ s}$.

f) (3 boda) Skicirajte područje konstantnog vremena ustaljivanja ($t_{1\%}$) u s -ravnini i z -ravnini uz pretpostavku da ne dolazi do pojave aliasinga.

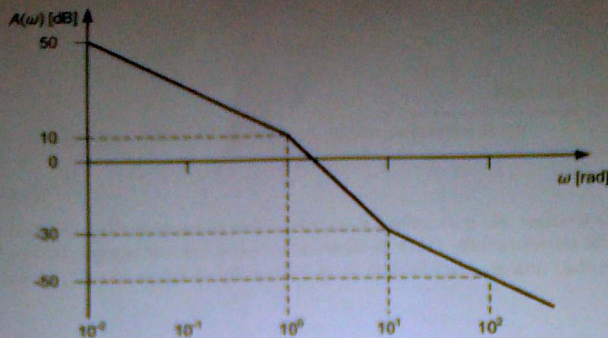
4. zadatak (15 bodova)

Zadana je prijenosna funkcija procesa:

$$G(s) = \frac{-s + 3}{(s + 2)(s + 5)}$$

Potrebno je projektirati PI regulator:

- (8 bodova) korištenjem Ziegler-Nicholove metode prijelazne funkcije i
- (7 bodova) korištenjem Ziegler-Nicholove metode ruba stabilnosti.



Slika 4: Amplitudna frekvencijska karakteristika otvorenog kruga.

zadatak (14 bodova)

Slikom 4 je prikazana aproksimacija pravcima amplitudno frekvencijske karakteristike otvorenog kruga.

(3 boda) Odredite presječnu frekvenciju otvorenog kruga korištenjem jednadžbi pravaca koje aproksimiraju amplitudnu karakteristiku.

(8 bodova) Odredite sve stabilne prijenosne funkcije koje imaju amplitudne karakteristike kao na slici 4 te na njih nacrtati aproksimaciju pravcima fazno frekvencijskih karakteristika.

(3 boda) Odrediti najveći mogući iznos vremena kašnjenja koje se može dodati u otvorenom krugu s minimalno faznim procesom čija je amplitudna karakteristika prikazana slikom 4 a da zatvoreni krug upravljanja s negativnom jediničnom povratnom vezom bude stabilan. Za proračun koristite jednadžbe pravaca koje aproksimiraju frekvencijske karakteristike.

s minimalno faznim procesom čija je amplitudna karakteristika prikazana slikom 4 a da zatvoreni krug upravljanja s negativnom jediničnom povratnom vezom bude stabilan. Za proračun koristite jednadžbe pravaca koje aproksimiraju frekvencijske karakteristike.

6. zadatak (16 bodova)

Zadana je prijenosna funkcija procesa sljedećeg oblika:

$$G(s) = \frac{5}{(s+2)(s+15)}$$

Potrebno je:

- (3 boda) odrediti stacionarnu komponentu odziva ovog procesa na pobudu $u(t) = 1 + 2\sin(10t + \frac{\pi}{4})$;
- (4 boda) odrediti integracijsku vremensku konstantu T_I regulatora $G_R(s) = \frac{1}{T_I s}$ kojim se sustav upravljanja ovim procesom dovodi na rub stabilnosti, i to korištenjem Nyquistovog kriterija stabilnosti (nije potrebno crtati cijeli Nyquistov dijagram);
- (3 boda) odrediti iznos regulacijskog odstupanja u ustaljenom stanju za referentnu veličinu sustava upravljanja oblika $r(t) = tS(t)$ uz regulator oblika $G_R(s) = \frac{1}{T_I s}$ gdje je $T_I = 1$ s;
- (3 boda) diskretizirati regulator $G_R(s) = \frac{1}{T_I s}$ Tustinovim postupkom i odrediti rekurzivnu jednažbu diskretnog algoritma upravljanja procesom uz odabir da integracijska vremenska konstanta T_I bude jednaka vremenu uzorkovanja;
- (3 boda) odrediti prikladni interval vremena uzorkovanja uz odabir $T_I = 0.5$ s, korištenjem preporuka prema frekvencijskim karakteristikama otvorenog regulacijskog kruga.