

Nelinearni sustavi upravljanja

JIR 12.09.2017

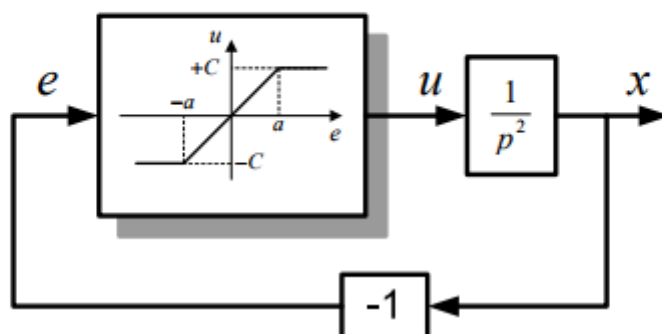
1. Zadatak

[9 bodova; a) 5 b) 4]

(Zadatak iz zbirke)

Zadatak 1.9

Zadan je zatvoreni krug upravljanja prikazan slikom 1.1.



Slika 1.1: Zatvoreni krug upravljanja.

- Napišite jednadžbe koje u potpunosti opisuju trajektoriju stanja zatvorenog kruga upravljanja.
- Uz parametre sustava $C = 1.5$, $a = 3$ i početne uvjete $x(0) = 4$ i $\dot{x}(0) = 1$, izračunajte sve karakteristične točke trajektorije stanja i skicirajte ju u faznoj ravnini $x-\dot{x}$. *Napomena:* Nije potrebno određivati smjer trajektorije!

2. Zadatak [11 bodova; a) 6 b) 1 c) 4]

(Zadatak sličan MI_NSU_2011_2012)

2. zadatak (10 bodova)

Zadan je nelinearni sustav opisan diferencijalnim jednadžbama:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= 3(x^2 - x) \\ \dot{y} &= x - 3y^2 + 3\end{aligned}$$

- (4 boda) Odredite ravnotežna stanja sustava i njihov tip.
- (0.5 boda) Odredite jednažbu izoklina u obliku $m = f(x, y)$.
- (3 boda) Odredite, uredno nacrtajte i precizno označite područja u faznoj ravnini $x-y$ gdje je nagib trajektorije jednak 0, jednak ∞ , pozitivan i negativan.

3. Zadatak

[12 bodova; a) 2 b) 7 c) 3]

(Zadatak iz zbirke)

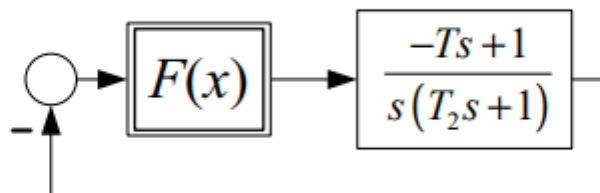


Zadatak 3.4

Zadan je sustav upravljanja prikazan slikom 3.3 gdje su $T > 0$ i $T_2 > 0$.

- Neka je $F(x) = K \cdot x$. Odredite područje stabilnosti zatvorenog kruga upravljanja u ovisnosti o parametru K .
- Neka je $F(x) = K \cdot x^3$. Odredite amplitudu i frekvenciju vlastitih oscilacija te odredite njihovu stabilnost.
- Nacrtajte na istoj slici područje stabilnosti u ravнини X_m-K za slučajeve iz a) i b) dijela zadatka.

Napomena: $\sin^2 x = \frac{1 - \cos(2x)}{2}$.



Slika 3.3: Nelinearni sustav upravljanja.

4. Zadatak

[10 bodova; a) 3 b) 7]

(zadatak iz ZI_NSU_2014_2015)

1. zadatak (6 bodova)

Nelinearan sustav je opisan u prostoru stanja gdje je $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \end{bmatrix}^T$ vektor stanja i u ulaz sustava.

$$\dot{x}_1 - 2 \sin(x_2 - x_1) = 0$$

$$\dot{x}_2 + 2 \sin(x_2 - x_1) = u$$

- (2 boda) Odredite relativni stupanj sustava ako je izlaz sustava $y = x_1$.
- (4 boda) Linearizirajte sustav u povratnoj vezi korištenjem postupka ulaz-izlaz (input-output) ili ulaz-stanje (input-state), pri čemu je potrebno osigurati da je sustav u konačnici u potpunosti lineariziran. Nacrtajte shemu lineariziranog sustava s transformiranim varijablama z_i .

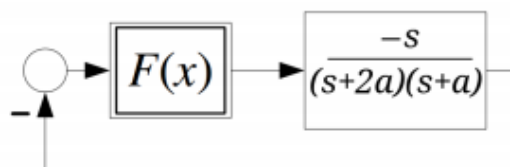
5. Zadatak

[10 bodova; a) 6 b) 4]

(Zadatak iz ZI_NSU_2014_2015)

3. zadatak (6 bodova)

Nelinearan je sustav prikazan slikom 2.



Slika 2: Nelinearni sustav upravljanja uz zadatak 3.

- a) (4 boda) Korištenjem kriterija Popova odredite klasu nelinearnosti za koju je sustav prikazan slikom 2 stabilan. Koji uvjeti na parametar a moraju biti zadovoljeni kako bi se mogao primijeniti ovaj kriterij? *Napomena: obavezno skicirati korištenu krivulju!*
- b) (2 boda) Odredite područje stabilnosti zatvorenog kruga upravljanja ako se na mjestu nelinearnog elementa nalazi proporcionalni regulator.