

Zadaci za vježbu iz Osnova inteligentnog upravljanja – 2. međuispit

1. Za sustav zadan diferencijalnom jednadžbom:

$$\ddot{x}(t) + 3\dot{x}(t)x^2(t) + \ln(x(t)) = u_{FC}$$

Potrebno je odrediti:

- a) ravnotežna stanja
- b) Ispitati stabilnost sustava prema Ljapunovu u otvorenoj petlji oko ravnotežnih stanja

2. Za sustave dane diferencijalnim jednadžbama potrebno je odrediti ravnotežna stanja i ispitati njihovu stabilnost:

a) $\ddot{x}(t) - 3x^3(t)\dot{x}(t) + 2x(t) = u_{FC}$

b) $\ddot{x}(t) + \dot{x}(t) + x^2(t) - 1 = 2u_{FC}$

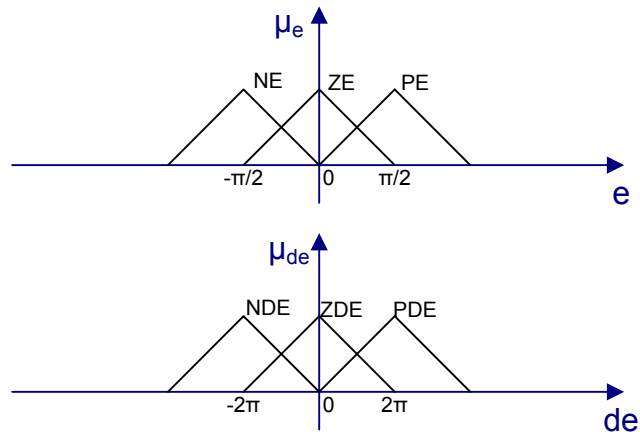
c) $\ddot{x}(t) + \dot{x}(t) + \sin(x(t)) = u_{FC}$

3. Za sustave dane u 2b. i 2c. zadatku potrebno je nacrtati izokline u faznoj ravnini.

4. Sustav upravljanja makete zrakoplova u vertikalnoj ravnini dan je sljedećom diferencijalnom jednadžbom:

$$\ddot{\varphi}(t) + 0.5\dot{\varphi}(t) = u_{FC} - \cos(\varphi)$$

Korištenjem zadanih skupova za regulacijsko odstupanje $e = \varphi_{ref} - \varphi$ i promjenu regulacijskog odstupanja $\Delta e \approx \dot{e}$ odrediti tablicu neizrazitog regulatora kojom će se ostvariti ravnotežno stabilno stanje (0,0) i izoklina $\dot{e} = -3e$. Pretpostaviti da je referentni kut konstantan i $\varphi_{ref} = 0$.



5. Odredite lijeve i desne rubove te centre neizrazitih L-R brojeva tako da zadovoljavaju sljedeće nejednakosti:

a) $\langle 1, 2, 3 \rangle \langle 1, 2, 4 \rangle - \langle 1, 2, 4 \rangle \tilde{a} \tilde{\sim} \tilde{0}$

b) $\langle 1, 3, 5 \rangle \langle -3, -1, 0 \rangle - \langle -3, -1, 0 \rangle \tilde{a} \tilde{\sim} \tilde{0}$

Rješenja:

1. a) Ravnotežno stanje – $(x_1, x_2) = (1, 0)$

b) Stabilnost prema Ljapunovu:

$$x_2 < 0, p_{11}x_1 \geq p_{22}(x_1 + 3x_2)$$

$$x_2 > 0, p_{11}x_1 \leq p_{22}(x_1 + 3x_2)$$

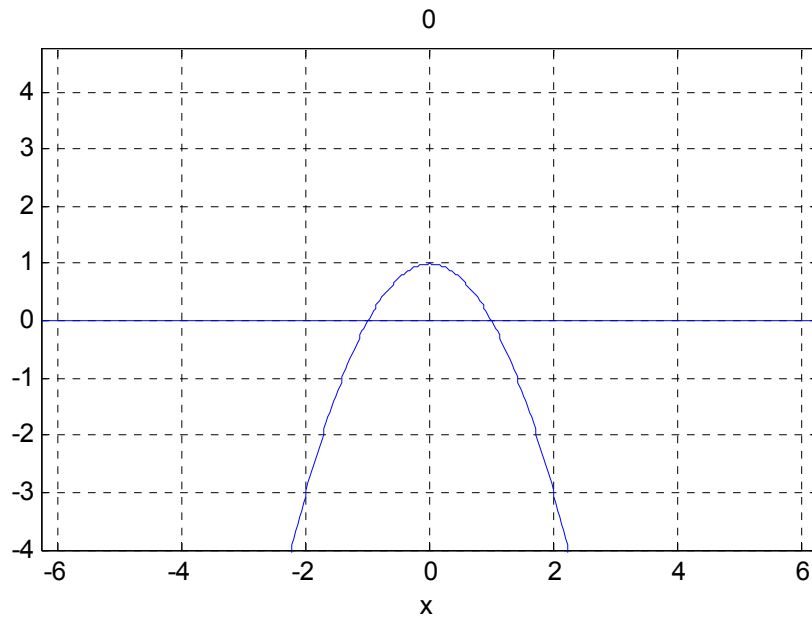
Uz $p_{11} = p_{22} = 1$ sustav je stabilan.

2. a) $[0, 0]$ – stabilna

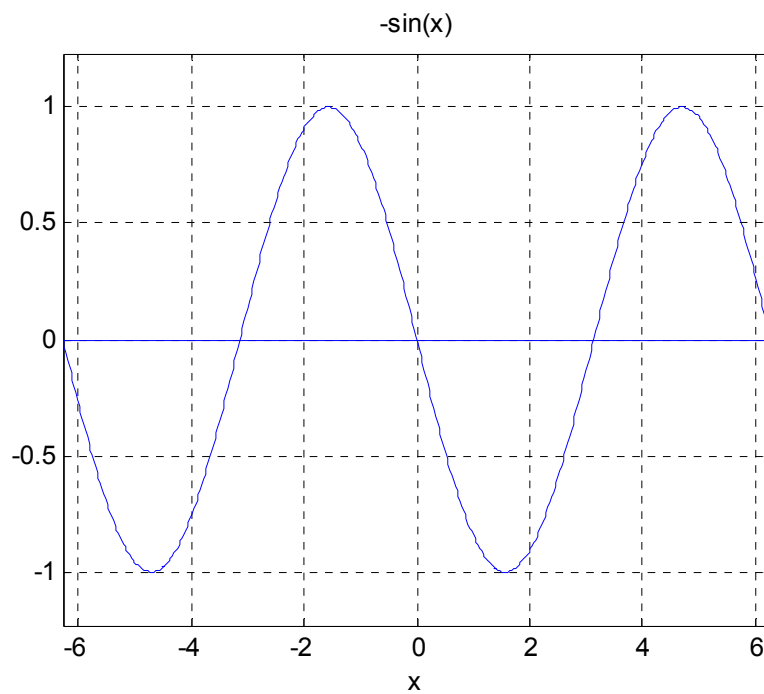
b) $[-1, 0]$ – stabilna, $[1, 0]$ – nestabilna

c) $[n\pi, 0]$, za $n = 2k$ stabilna, za $n = 2k + 1$ nestabilna, $\forall k \in \mathbb{Z}$

3. Izokline:



Slika 1 Izokline uz zadatak 2b.



Slika 2 Izokline uz zadatak 2c.

4. Singletoni tablice pravila dani su jednadžbom:

$$A_{ij} = -1.5c_j^{\Delta e} + 3c_i^e + \cos(c_i^e)$$