

TTY	Digitaalinen säätö	Pertti Raiskila
76260	Tentti	25.05.2005

Laita **jokaiseen** palauttamaasi konseptiin otsikkoalue, jossa näkyy nimesi, opiskelijanumerosi sekä päiväys. Tentissä saa olla apuna kirja "Jouko Virkkunen: Sääntötekniikan matematiikkaa, Otatietao 884". Kirjasta otettu valokopio ei kelpaa. Taskulaskin sallittu. Tentti kestää 3 tuntia. Jaettua taulukkomateriaalia saa käyttää. **Muista palauttaa jaettu taulukkomateriaali!**

0) *Minä vuonna olet mahdollisesti suorittanut aktiivisuustehtäviä? Vastaamatta jättäminen tai väärä vastaus!!!!*

(-1p)

1. Vastaa omin sanoin (lyhyesti) seuraaviin kysymyksiin:

- a) Mikä on servo-ongelma? (1p)
- b) Mikä on Cayley-Hamiltonin teoreema eksponenttimatriisin laskennassa? (1p)
- c) Mikä on bilineaarimuunnos? (1p)
- d) Mitä tarkoittaa tilavektorin augmentointi? (1p)
- e) Mitä tarkoittaa asymptoottinen stabiilisuus? (1p)
- f) Mikä on systeemimatriisi? (1p)

2. Aikajatkuvan järjestelmän siirtofunktio olkoon muotoa

(6p)

$$G(s) = \frac{2}{s+3} e^{-s\tau}$$

Laske järjestelmän pulssisiirtofunktio  $H(q)$ , kun näytteenottoväli  $h=1$  ja viive  $\tau = 1.5$ .

**Huom!**

Kun  $\tau = (d-1) \cdot h + \tau'$ ,  $0 < \tau' < h$ , niin

$\mathbf{x}(kh + h) = \Phi \mathbf{x}(kh) + \Gamma_0 u(kh - (d-1)h) + \Gamma_1 u(kh - dh)$ , missä

$$\Phi = e^{Ah}$$

$$\Gamma_0 = \int_0^{h-\tau'} e^{As} ds B$$

$$\Gamma_1 = e^{A(h-\tau')} \int_0^{\tau'} e^{As} ds B$$

$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}u$  &  $y = \mathbf{C}\mathbf{x}$ .

Mitkä ovat  $H(q)$ :n navat ja nollat?

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 1 & 2 \\ (s-1)(s-2) \\ s^2 - 3s + 2 \end{matrix}$$

$$e^{A^2} - 3e^A + 2 = 0$$

$$1 - 3 + 2 = 0$$

$$4 - 6 + 2 = 0$$

e

**KÄÄNNÄ!**

$$y(k) - 0,75y(k-1) + 0,125y(k-2) = 0,75u(k-2) - 3u(k-1)$$

$$x(k+1) = 0,75x(k) - 0,125x(k-1) + 0,75u(k-1) - 3u(k)$$

### 3. Olkoon diskreetti järjestelmä muotoa

$$\mathbf{x}(k+1) = \begin{bmatrix} 1.0 & 0.1 \\ 0.5 & 0.1 \end{bmatrix} \mathbf{x}(k) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(k), \quad y(k) = [1 \quad 1] \mathbf{x}(k).$$

Suunnittele lineaarinen tilatakaisinkytkentäsäätö  $u(k) = -Lx(k)$  siten, että

a) Suljetun järjestelmän navat ovat 0.4 ja 0.25

(4p)

b) Kyseessä on ns. Deadbeat-säätö.

(2p)

### 4. Järjestelmää kuvaa seuraava diskreetti tilayhtälö

$$\mathbf{x}(k+1) = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.5 \\ 0 & 0.25 \end{bmatrix} \mathbf{x}(k) + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} u(k), \quad y(k) = [1 \quad -2] \mathbf{x}(k)$$

a) Mitkä ovat ko. järjestelmän pulssisiirtofunktiot  $H(q)$  ja  $H^*(q^{-1})$ ?

(3p)

b) Mikä on ko. järjestelmän stationäärinen vahvistus?

(1p)

c) Onko järjestelmä ohjattavissa? Perustele!

(1p)

d) Onko järjestelmä tarkkailtavissa? Perustele!

(1p)

5. Toisen asteen järjestelmä (karakteristinen yhtälö on  $z^2 + a_1z + a_2 = 0$ ) on stabiili, jos

$$1^{\circ} \quad a_2 < 1 \qquad 2^{\circ} \quad a_2 > -1 + a_1 \qquad 3^{\circ} \quad a_2 > -1 - a_1.$$

Negatiivisesti takaisinkytkettyä järjestelmää  $H(q) = \frac{1}{q(q+0.3)}$  säädetään algoritmilla

a)  $H_c(q) = K, \quad K > 0$  (P-säätö)

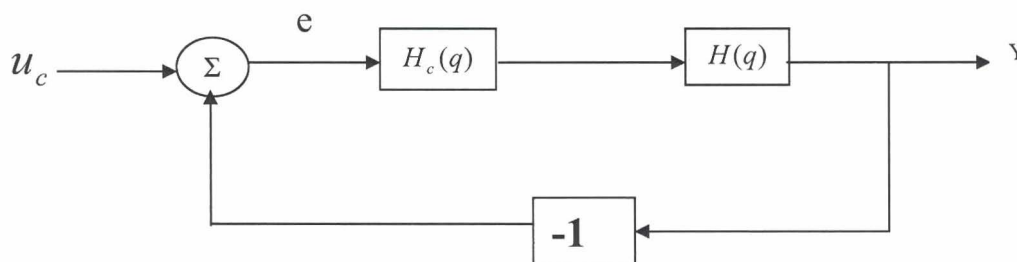
(3p)

b)  $H_c(q) = \frac{Kq}{q-1}, \quad K > 0$  (I-säätö).

(3p)

Millä  $K$ :n arvoilla suljettu säätöjärjestelmä kuvassa 1 on stabiili ja mikä on jatkuvuustilan säätövirhe  $e(\infty)$ , kun sisäänmenona on yksikköaskelfunktio  $u_c$ ?

Laske sekä a) että b) kohdat.



Kuva 1. Suljetun järjestelmän lohkokkaavio

**KÄÄNNÄ!**