

TTKK	Digitaalinen säätö	Pertti Raiskila
76260	Tentti	03.09.2001

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

0) Minä vuonna olet mahdollisesti suorittanut aktiivisuustehtäviä?

1. Vastaa omin sanoin (lyhyesti) seuraaviin kysymyksiin:

- a) Mikä on regulaatio-ongelma? (1p)
- b) Mikä on nollannen kertaluvun pitopiiri? (1p)
- c) Mikä on bilineaarimuunnos? (1p)
- d) Mitä tarkoittaa tilavektorin augmentointi? (1p)
- e) Mitä tarkoittaa asymptoottinen stabiilisuus? (1p)
- f) Mikä on ringin-ilmio? (1p)

2. Aikajatkuvan järjestelmän siirtofunktio olkoon muotoa (6p)

$$G(s) = \frac{1}{s+1} e^{-s\tau}$$

Laske järjestelmän pulssisiirtofunktio $H(z)$, kun näytteenottoväli $h=1$ ja viive $\tau = 2.5$.

Huom!

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

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

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

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

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

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}u$$

Mikä on $H(z)$:n kertaluku?

Käännä!

3. Olkoon diskreetti järjestelmä muotoa

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

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

- a) Suljetun järjestelmän navat ovat 0.5 ja 0.4 (4p)
 b) Kyseessä on ns. Deadbeat-säätö. (2p)

4. Järjestelmää kuvaa seuraava diskreetti tilayhtälö

$$\mathbf{x}(k+1) = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.5 \\ 0 & 0.25 \end{bmatrix} \mathbf{x}(k) + \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix} u(k), \quad y(k) = \begin{bmatrix} 1 & 2 \end{bmatrix} \mathbf{x}(k)$$

- 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

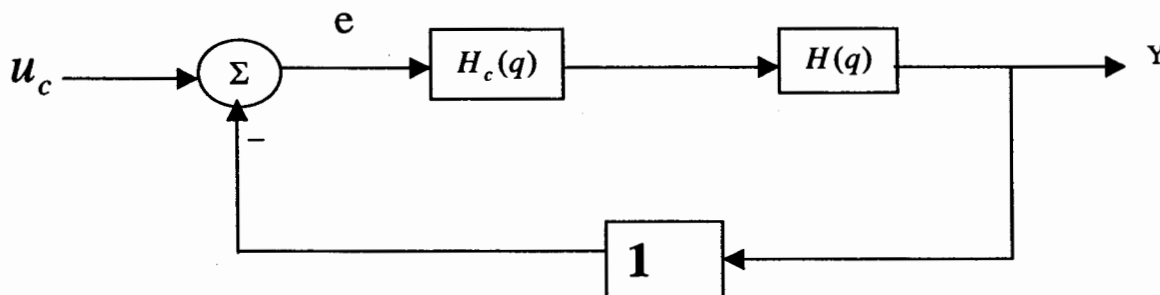
$$1^0 \quad a_2 < 1 \quad 2^0 \quad a_2 > -1 + a_1 \quad 3^0 \quad a_2 > -1 - a_1.$$

Negatiivisesti takaisinkytkettyä järjestelmää $H(q) = \frac{1}{q(q+0.5)}$ 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 lohkokaavio

Käännä!