

TTY	Digitaalinen säätö	Pertti Raiskila
76260	Tentti	11.05.2005

Laita **jokaiseen** palauttamaasi konseptiin otsikkoalue, jossa näkyy nimesi, opiskelijanumerosi sekä päiväys. Tentissä saa olla apuna kirja "Jouko Virkkunen: Sääntötekniikan matematiikkaa, Otatiето 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?** (-1p)
Vastaamatta jättäminen tai väärä vastaus!!!!

1. Vastaa omin sanoin (lyhyesti) seuraaviin kysymyksiin:

- a) Mikä tarkoitetaan laskostumisella? (1p)
- b) Mikä on näytejonojärjestelmä (Sampled-data system)? (1p)
- c) Mikä tarkoittaa asymptoottinen stabiilisuus? (1p)
- d) Mikä on ringing-ilmiö? (1p)
- e) Mikä on Dahlin-säätäjä? (1p)
- f) Mikä on tilatarkkailija? (1p)

4p

2. Mikä on alla olevan aikajatkuvan järjestelmän diskreetti vastine, kun käytetään **nollannen kertaluvun** pitopiiriä ja näytteenottoväli on **h**?

a) $\frac{dx}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ -2 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$ (3p)
 $y = [1 \ 0]x$ 3p

b) $\frac{d^2y}{dt^2} + 5\frac{dy}{dt} + 4y = \frac{du}{dt} + 3u$ (3p) 3p

HUOM!

$$\Phi = e^{Ah} \quad \& \quad \Gamma = \int_0^h e^{As} B ds$$

$$L^{-1} \left\{ \frac{s}{s^2 + a^2} \right\} = \cos(at) \quad \& \quad L^{-1} \left\{ \frac{a}{s^2 + a^2} \right\} = \sin(at)$$

$$L^{-1} \left\{ \frac{1}{s+a} \right\} = e^{-at} \quad \& \quad L^{-1} \left\{ \frac{1}{s} \right\} = 1$$

KÄÄNNÄ!

TTY	Digitaalinen säätö	Pertti Raiskila
76260	Tentti	11.05.2005

Laita **jokaiseen** palauttamaasi konseptiin otsikkoalue, jossa näkyy nimesi, opiskelijanumerosi sekä päiväys. Tentissä saa olla apuna kirja "Jouko Virkkunen: Sääntötekniikan matematiikkaa, Otatieta 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 tarkoitetaan laskostumisella?

(1p)

b) Mikä on näytejonojärjestelmä (Sampled-data system)?

(1p)

c) Mikä tarkoittaa asymptoottinen stabiilisuus?

(1p)

d) Mikä on ringing-ilmiö?

(1p)

e) Mikä on Dahlin-sääätäjä?

(1p)

f) Mikä on tilatarkkailija?

(1p)

4p

2 Mikä on alla olevan aikajatkuvan järjestelmän diskreetti vastine, kun käytetään nollannen kertaluvun pitopiiriä ja näytteenottoväli on h?

$$\text{a) } \frac{dx}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ -2 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 0]x$$

(3p)

3p

$$\text{b) } \frac{d^2y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + 4y = \frac{du}{dt} + 3u$$

(3p)

3p

HUOM!

$$\Phi = e^{Ah} \quad \& \quad \Gamma = \int_0^h e^{As} B ds$$

$$L^{-1} \left\{ \frac{s}{s^2 + a^2} \right\} = \cos(at) \quad \& \quad L^{-1} \left\{ \frac{a}{s^2 + a^2} \right\} = \sin(at)$$

$$L^{-1} \left\{ \frac{1}{s+a} \right\} = e^{-at} \quad \& \quad L^{-1} \left\{ \frac{1}{s} \right\} = 1$$

KÄÄNNÄ!

3. Esitä järjestelmälle

$$y(k) = y(k-1) + 0.1y(k-2) + 0.4u(k-1)$$

tilaesitys ja suunnittele sen avulla tilatakaisinkytkentä

$$u(k) = -Lx(k) + br(k) \quad (6p)$$

(r on asetusarvo) siten, että suljetun järjestelmän navat ovat 0.5 ja 0.6 sekä suljetun järjestelmän staattinen vahvistus on 1. $q = 1$

$$C(sI - A)^{-1}B + b$$

tilatakaisinkytkentä

4.1 Onko seuraava järjestelmä

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.5 \\ 0.0 & 0.25 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 6 \\ 4 \end{bmatrix} u(k)$$

$$y(k) = [2 \quad -4] x(k)$$

Φ -TL

- a) ohjattavissa? (1p)
- b) tarkkailtavissa? (1p)
- c) stabiili? (1p)

Perustele vastauksesi!

4.2 Hahmottele digitaalisen säädön perusrakenteen lohkokaavio (näytteenottoväli h on vakio) (3p)

5. Tavoitteena on toteuttaa kaksoisintegraattorin diskreetti säätö. Prosessin siirtofunkto on G(s) ja vastaava diskreetoitu siirtofunktio H(z) eli

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s^2} \quad \& \quad H(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{0.5(z+1)}{(z-1)^2}$$

Säätö suunnitellaan diskreetin siirtofunktion avulla. Säätöalgoritmiksi valitaan

$$u(k) = \frac{2z}{z+1} r(k) - \frac{2(2z-1)}{z+1} y(k), \text{ missä}$$

u(k) on ohjaus, r(k) asetusarvo ja y(k) mitta.

5.1 Laske suljetun järjestelmän diskreetti siirtofunktio. (4p)

5.2 Analysoi säätimen, suljetun järjestelmän ja implementoidun säätöpiirin toimintaa kvalitatiivisesti ts. päättelämällä komponenttien ominaisuuksien perusteella. (2p)

$$u(k) = r(k) - y(k)$$

$$r(k) = u(k) + y(k)$$

2/2

