N

TTY	Digitaalinen säätö	Pertti Raiskila Juha Paattilammi
76260	Tentti	09.05.2003

Laita **jokaiseen** palauttamaasi konseptiin otsikkoalue, jossa näkyy nimesi, opiskelijanumerosi sekä päiväys.

Tentissä saa olla apuna kirja "Jouko Virkkunen: Säätötekniikan 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. Selitä omin sanoin (lyhyesti) seuraavat käsitteet ja kaava **e)**

a) Nyquistin taajuus?	(1p)
b) Resiprookkipolynomi?	(1p)
c) Tustinin approksimaatio?	(1p)
d) Integraattorin windup?	(1p)
e) $L = [0 \quad \cdots \quad 0 \quad 1] W_c^{-1} P(\Phi)$?	(1p)
f) Cayley-Hamiltonin teoreema?	(1p)

2. Aikajatkuvan järjestelmän siirtofunktio olkoon muotoa (6p)

$$G(s) = \frac{4}{s+1} e^{-s\tau}.$$

Laske järjestelmän pulssisiirtofunktio H(z), kun näytteenottoväli h=1 ja viive $\tau = 0.5$.

Huom!

Kun $\tau < h$, niin

$$\mathbf{x}(kh+h) = \mathbf{\Phi}\mathbf{x}(kh) + \mathbf{\Gamma}_0\, u(kh) + \mathbf{\Gamma}_1\, u(kh-h)$$, missä

$$\mathbf{\Phi} = e^{\mathbf{A}h}$$

$$\mathbf{\Gamma}_0 = \int_0^{h-\tau} e^{\mathbf{A}s} ds \mathbf{B}$$

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

$\dot{x} = \mathbf{A}x + \mathbf{B}u$. Mitkä ovat H(z) navat ja nollat?

Käännä

3. Olkoon diskreetti järjestelmä muotoa

$$\mathbf{x}(k+1)=\begin{bmatrix}0.9 & -0\\ 1.0 & 0.7\end{bmatrix}\mathbf{x}(k)+\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix}u(k),\quad y(k)=\begin{bmatrix}0 & 1\end{bmatrix}\mathbf{x}(k).$$

Suunnittele lineaarinen tilatakaisinkytkentäsäätö $u(k)=-\mathbf{L}\mathbf{x}(k)+\alpha r(k)$ siten, että

a) Suljetun järjestelmän navat ovat 0.0 ja 0.0 (Deadbeat) (4p)

b) Suljetun järjestelmän staattinen vahvistus on 1. (2p)

4. Järjestelmää kuvaa seuraava diskreetti tilayhtälö

$$\mathbf{x}(k+1)=\begin{bmatrix}0.5 & -0.2\\ 0.0 & 0..0\end{bmatrix}\mathbf{x}(k)+\begin{bmatrix}2\\ 1\end{bmatrix}u(k),\qquad y(k)=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}\mathbf{x}(k)$$

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! $\Gamma \quad \Phi\Gamma$ (1p)

d) Onko järjestelmä tarkkailtavissa? Perustele! c (1p)

$c\Phi$

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

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

Tarkastellaan kuvan 1 järjestelmää. Oletetaan, että jaksollinen näytteenottoväli on h ja D-A muunnin pitää ohjaussignaalin vakiona näytteenotton välillä. Säätöalgoritmi on muotoa

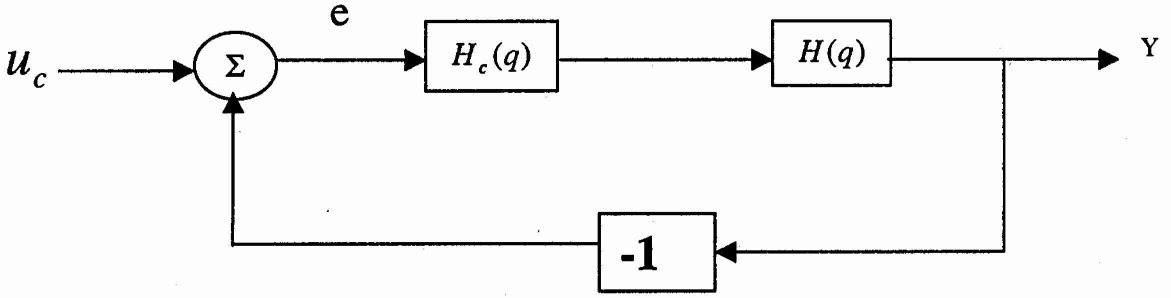
$u(kh)=K\big(u_c(kh-\tau)-y(kh-\tau)\big)$, missä K>0 ja τ on laskenta-aika. Prosessin siirtofunktio olkoon

$$G(s)=\frac{1}{s}.$$

Millä regulaattorin vahvistuksella, K, suljettu järjestelmä on stabiili, kun

a) $\tau=0$? (3p)

b) $\tau=1$? (3p)



Kuva 1. Suljetun järjestelmän lohkokaavio

Käännä!