

# AS-74.2112 Digitaalinen säätö

Tentti 12.12.2012

---

- Merkitse kaikkiin vastauspapereihin kurssin nimi, oma nimi, vuosikurssi ja opiskelijanumero.
  - Tentissä on viisi (5) tehtävää, ja kaikkiin täytyy vastata. Kaavakokoelmaa saa käyttää täysimittaisesti hyödyksi kaikissa tehtävissä.
  - Tentissä ei saa käyttää mitään kirjallisuutta. Kaikki tarvittavat kaavat on annettu kaavaliitteessä.
  - Irtopaperivastaukset on nidottava yhteen.
  - Kaavakokoelma tulee palauttaa tehtäväpaperin kanssa. Sitä ei saa viedä mukanaan.
- 

1. Selvitä lyhyesti seuraavat käsitteet.

- Regulointiprobleema
- BIBO-stabiilisuus
- Nollannen kertaluvun pito
- Alias-ilmiö
- Värillinen kohina
- PID-säätimen windup-ilmiö

2. Jatkuva-aikaisen järjestelmän siirtofunktio on

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

Systemistä muodostetaan diskreetti ekvivalentti olettamalla nollannen kertaluvun pito ja käyttämällä näyteväliä  $h = 1$ .

- Muodosta diskreetin järjestelmän tilaesitys. Mikä on sen kertaluku?
- Laske diskretoidun järjestelmän pulssinsiirtofunktio ja pulssivaste.
- Määritä diskretoidun järjestelmän navat ja nollat.

3. Tarkastellaan seuraavaa stokastista järjestelmää

$$y(k) + ay(k-1) = bu(k-1) + e(k) + ce(k-1),$$

jossa  $a$ ,  $b$  ja  $c$  ovat vakioita,  $|c| < 1$  ja  $e(k)$  on nollakeskiarvoista valkoista kohinaa, jonka varianssi on  $\sigma^2$ .

- Määritä järjestelmälle minimivarianssisäädin.
- Mikä on säädetyin järjestelmän lähtösuureen varianssi?

4. Tarkastellaan diskreettiä järjestelmää

$$\begin{cases} x(k+1) = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(k) \\ y(k) = [1 \quad 1] x(k) \end{cases}$$

- a. Kaverisi väittää, että yllä oleva järjestelmä ei ole stabiili, ei asympotoottisesti stabiili eikä myöskään BIBO-stabiili. Vastaa perustellusti kunkin kohdan suhteen, onko hän oikeassa.
- b. Laadi järjestelmälle dead-beat-tyyppinen tilatakaisinkytkentä. Mikä on tällöin säädetyn järjestelmän pulssinsiirtofunktio?
- c. Etsi ohjaussekvenssi, joka vie järjestelmän tilan  $[1 \ 2]^T$  tilaksi  $[3 \ 1]^T$ .

5. Olet vaihto-opiskelijana Carnegie Mellon Universityssä Yhdysvalloissa. Erästä ryhmätyötä tehtäessä amerikkalaiset kollegasi väittävät, että

- a. Approksimoitaessa jatkuva-aikaista stabiilia säädintä Eulerin approksimaatiolla diskreetti säädin on aina stabiili.
- b. Approksimoitaessa jatkuva-aikaista epästabiilia säädintä BD-approksimaatiolla (backward differences) diskreetti säädin on aina epästabiili.
- c. Tustinin approksimaatio ei aiheuta taajuusvääristymää.

Osoita tyrmäävästi, että kaikki edeltävät väitteet ovat väärinä. Muista, että opiskelijakollegasi vakuuttuvat vasta, kun perustelet oman mielipiteesi analyttisesti kaavoihin nojautuen.