

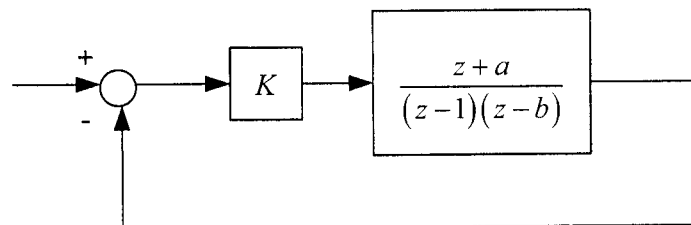
AS-74.2112 Digitaalinen säätö

Kesäkurssin tentti 16. 6. 2009

-
- 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.
 - Kaavakokoelma tulee palauttaa tehtäväpaperin kanssa. Sitä ei saa viedä mukanaan.
-

5 tehtävää.

1. Kuvassa on esitetty diskreettiaikainen takaisinkytketty järjestelmä, jota säädetään P-säätäjällä (vahvistus $K > 0$). Vakiot $a = b = 0.5$.



- a. Millä K :n arvoilla suljettu systeemi on stabiili?
- b. Laske suljetun järjestelmän statin vahvistus, kun K on a-kohdan perusteella valittu siten, että systeemi on stabiili.

2. Diskreettiaikaisen järjestelmän tilamalli on

$$\begin{cases} \mathbf{x}(k+1) = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(k) + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} u(k) \\ y(k) = [1 \quad 0] \mathbf{x}(k) \end{cases}$$

- a) Muodosta järjestelmän pulssinsiirtofunktio $H(z)$.
- b) Muodosta järjestelmän tulo-lähtöesitys $A(q) y(k) = B(q) u(k)$.
- c) Laske järjestelmän navat ja nollat. Onko järjestelmä stabiili? Perustelee.

3. Tarkastellaan jatkuva-aikaista prosessia

$$G(s) = \frac{2}{s+1}$$

- Diskretoi prosessi käyttämällä näyteväliä $h = 1$, kun oletetaan nollannen kertaluvun pito.
- Tarkastellaan diskretoitua järjestelmää. Lähtösuure on mitattavissa. Suunnittele tilatakaisinkytkentä, joka noudattaa dead-beat-viritystä. Kuinka monta säätöaskelta tarvitaan, ennen kuin tila menee origoon?
- Tarkastellaan edelleen diskretoitua järjestelmää. Suunnittele muotoa $Ru = Ty_r - Sy$ oleva säätölaki, joka noudattaa dead-beat-viritystä ja antaa suljetulle järjestelmälle staattisen vanvistuksen yksi. (Säätölaissa esitetyt symbolit ovat kurssissa käytettyjä merkintöjä).

4. PID-säätimen perusyhtälö on

$$u(t) = K \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(s) ds + T_d \frac{de(t)}{dt} \right]$$

jossa u on säätäjän lähtö ja e on erosuure.

- Diskretoi edellä esitetty säätöalgoritmi näytevälillä h eli esitä kaavat, joista voidaan laskea PID-algoritmin

$$u(kh) = P(kh) + I(kh) + D(kh)$$

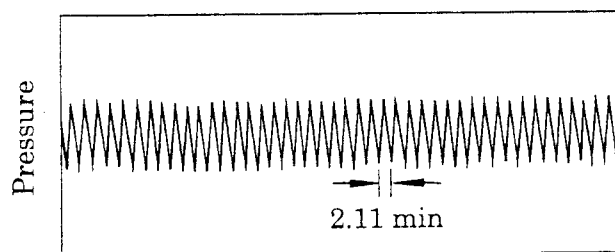
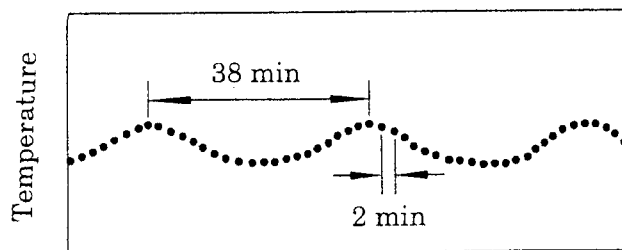
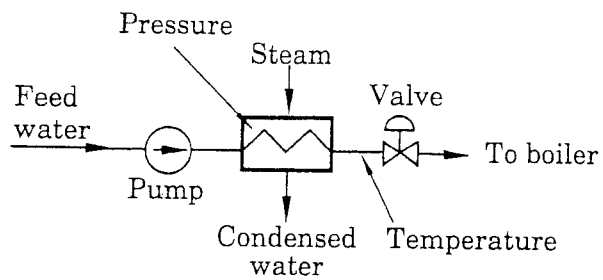
vahvistus-, integrointi- ja derivointiosat P , I ja D . Diskretoinnissa käytä integrointitermissä Eulerin menetelmää ja derivoinnissa taaksepäin laskettuja differenssejä ('backward differences').

- Selitä, mitä tarkoitetaan windup-ilmiöllä ja mitä haittaa siitä on. Miten huomioit tämän säätäjän suunnittelussa?

5. Liitteenä oleva kuva esittää prosessia, jossa lämmityskattilaan menevää vettä lämmitetään kuumalla höyryllä. Venttiilissä on "klappia", minkä vuoksi lämpötila ja paine värähtelevät. Lämpötilaa (Temperature) mitataan digitaalisesti näytevälillä 2 minuuttia ja painetta (Pressure) analogisella mittauksella. Koska lämpötila ja paine ovat suorassa yhteydessä toisiinsa, mittausten tulisi näyttää samankaltaisilta. Näin ei kuitenkaan kuvien perusteella näytä olevan.

Instrumentointi-insinöörinä joudut selvittämään ongelmaa. Toteat että molemmat mittarit ovat kunnossa eikä mitään muutakaan fysikaalista ongelmaa ole.

Selitä ilmiö ja esitä tarvittavat laskelmat. Tuloksista tulee esimerkiksi ilmetä ylemmässä kuvassa havaittu 38 minuutin jaksonaika.



Time