

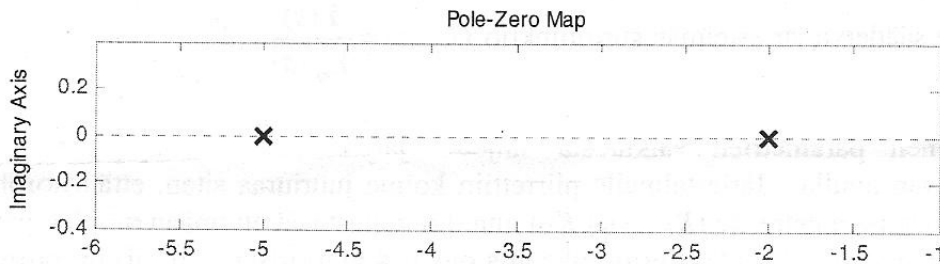
# AS-74.2111 Analoginen säätö

Tentti 8.5.2007

- Merkitse kaikkiin vastauspapereihin kurssin nimi, oma nimi, osasto, vuosikurssi ja opiskelijanumero.
- Tentissä on viisi (5) tehtävää ja kaikkiin tulee vastata.
- Tentissä ei saa käyttää mitään kirjallisuutta.
- Kaavakokoelma on palautettava.
- **Jokainen tehtävä tulee aloittaa uudelta sivulta.**
- Muista vastata sähköiseen kurssipalautekyselyyn. Saat siitä bonuspisteitä kun vastaat ennen 15.5.2007 klo 12:00. Lisätietoja kurssin nettisivuilta.

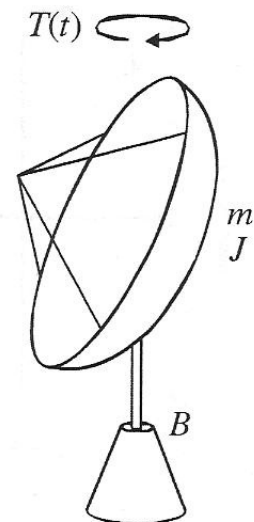
1.

- a) Mikä on takaisinkytkennän merkitys säätötekniikassa? Anna yksi esimerkki takaisinkytketystä järjestelmästä. (2 p)
- b) Selitä lyhyesti seuraavat termit (2 p):
- Toimilaite
  - Vahvistusvara
- c) Prosessin staattinen vahvistus on yksi ja napa-nolla-kuvio alla esitetty. Laske prosessin impulssivaste. (2 p)



2.

- a) Pystyakselinsa ympäri pyörivää tutka-antennia käännetään vääntömomentilla  $T(t)$ . Antennin kulmapoikkeama vertailusuunnasta on  $\theta(t)$ , hitausmomentti  $J$  ja massa  $m$ . Antenni on laakeroitu jalustaansa laakerilla, josta aiheutuvan kulmanopeuteen verrannollisen vastustusvoiman verrannollisuuskerroin on  $B$ . Antenniin ei vaikuta muita voimia.



Johda järjestelmää kuvaava siirtofunktio, kun heräte  $u(t) = T(t)$  ja vaste  $y(t) = \theta(t)$ . (3 p)

- b) Tarkastellaan järjestelmää jota voidaan kuvata differentiaaliyhtälöllä  $\ddot{y}(t) - 5\dot{y}(t) + 3y(t) = 2u(t)$ . Määritä differentiaaliyhtälöä vastaava tilaesitys valitsemalla tiloiksi  $x_1(t) = y(t)$  ja  $x_2(t) = \dot{y}(t)$  ja mitattavaksi suureksi  $y(t)$ . (3 p)

3. Erästä virtausprosessia voidaan kuvata tilaesityksellä

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = [0 \quad 1] \mathbf{x}(t)$$

a) Laske tilaesitystä vastaava siirtofunktio? (2 p)

b) Yritä muodostaa järjestelmälle tilasäädin siten, että molemmat suljetun järjestelmän navat ovat pisteessä -3. Mitä havaitset? Mistä tämä johtuu? (4 p)

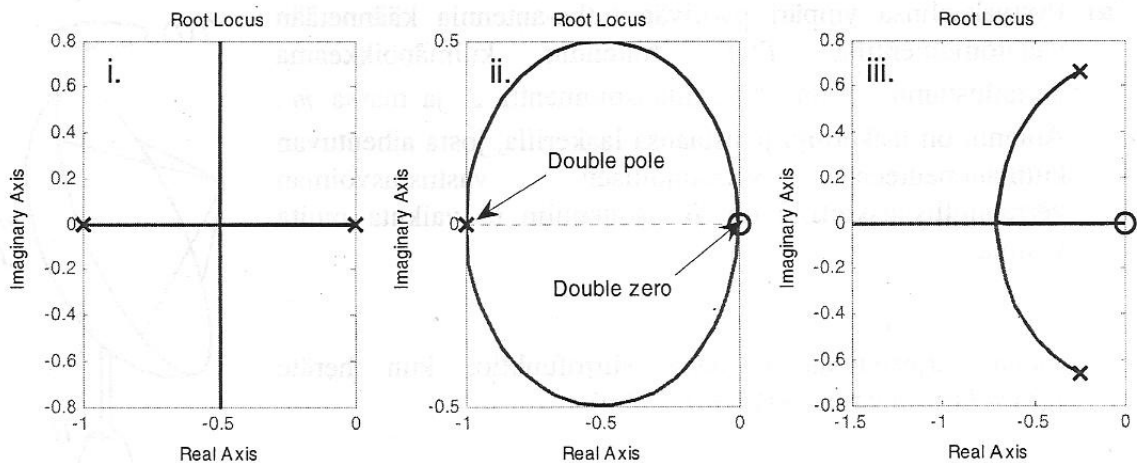
4. Prosessia, jonka siirtofunktio on  $G(s) = \frac{1}{s+1}$ , säädetään PID-säätimen modifikaatiolla,

jonka tuottama ohjaus on  $U(s) = -K_P Y(s) + K_I \frac{1}{s} E(s) - K_D s Y(s)$ . Säädetyn järjestelmän herätteenä on referenssisuure  $Y_{ref}(s)$ , jolloin negatiivisen takaisinkytkennän eroisuure  $E(s)$  saadaan referenssin  $Y_{ref}(s)$  ja vasteen  $Y(s)$  erotuksena.

a) Piirrä säädetyn järjestelmän lohkokaavio ja nimeä siihen signaalit  $Y_{ref}(s)$ ,  $Y(s)$ ,  $U(s)$ ,  $E(s)$ . (1 p)

b) Laske säädetyn järjestelmän siirtofunktio  $G_{Tot}(s) = \frac{Y(s)}{Y_{ref}(s)}$ . (2 p)

c) Säätimen parametrien vaikutusta suljetun järjestelmän käyttäytymiseen tutkittiin juuriuran avulla. Järjestelmälle piirrettiin kolme juuriuraa siten, että vuorollaan yksi säätimen perametreista ( $K_P, K_I$  tai  $K_D$ ) muuttui nollasta äärettömään muiden parametrien ollessa arvossa yksi (1). Kerro mikä alla olevista juuriurista (i, ii, iii) on piirretty  $K_P$ :n, mikä  $K_I$ :n ja mikä  $K_D$ :n muuttuessa nollasta äärettömään muiden parametrien pysyessä vakioina. Perustele vastauksesi huolellisesti. (3 p)



**KÄÄNNÄ!**

5. Liukuhihnasta (kuollut aika,  $\exp(-T_d s)$ ) ja varastosta (integraattori,  $1/s$ ) koostuvaa systeemiä säädetään P-säätimellä (vakio,  $K_P$ ), jolloin avoimen silmukan siirtofunktioksi saadaan  $G_{OL}(s) = K_P \frac{e^{-T_d s}}{s}$ .

Laske analyttisesti millä säätimen parametrin  $K_P$  positiivisilla arvoilla säädetty järjestelmä on stabiili kun  $T_d = 3$ . (6 p)