

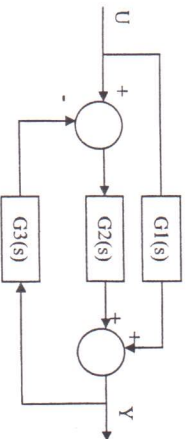
AS-74.2111 Analoginen säätö

Tentti 20.12.2006

- Merkitse kaikkiin vastauspapeeriin 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 uudella sivulla.**
- Muista vastata sähköiseen kurssipalautuslaskelmaan. Saat siitä bonuspisteitä kun vastaat ennen 29.12.2006 klo 12:00. Lisäteitoja kurssin nettisivuilla.

1. a) Vastaa lyhyesti. Mitä tarkoittavat systeemiteknikassa:

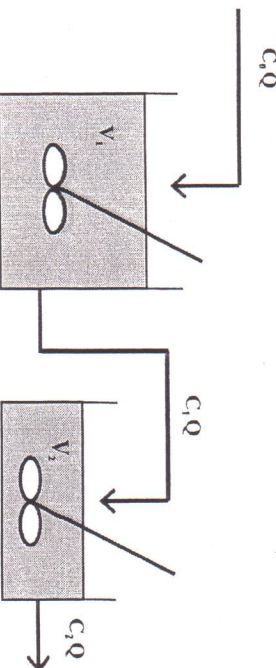
- Saavutettavuus (1 p)
 - Tarkkailtavuus (1 p)
 - Miten PID-säätimen eri termit vaikuttavat säädetyin järjestelmän vasteeseen? (1 p)
 - iv) Missä tilanteissa tilatakkailijaa/havaintijaa käytetään? (1 p)
- b) Määritä allaolevan prosessin siirtofunktio heijteestä U vasteeseen Y. (2 p)



2.

- a) Tarkastellaan alla olevaa kahden ideaaliskoitimen järjestelmää. Läpivirtaus ($Q = 1$) on vakio joten myös säiliöissä olevan nesteen tilavuudet pysyvät vakioina ($V_1 = 1$ ja $V_2 = 0.5$). Ainoastaan konsentraatiot säiliössä muuttuvat. Muodosta konsentraatioiden muutosta kuvaava differentiaaliyhälöryhmä ja ratkaise siirtofunktio:

$$G(s) = \frac{C_2(s)}{C_0(s)} \quad (3 \text{ p})$$



- b) Muodosta differentiaaliyhälöistä $\ddot{y} - 6\dot{y} + y = \dot{u} + 2u$ tilaesitys käyttämällä p-tekniikkaa. (3 p)

3.

- a) Laske järjestelmän

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

yksikköastekeleaste $y(t)$, kun $Y(s) = G(s)U(s)$.

- b) Tarkastellaan siirtofunktioita

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

joka kuvaa yhden vapausasteen robotikkaita jonka tehtävän on liikuttaa massaa paikasta toiseen.

Suunnittele järjestelmälle PD-säädin joka täyttää seuraavat vaatimukset.

- Ei askelvasteen ylityksiä (%OS = 0)
- ii) Askelvasteen 2 %:n asettumisaika $t(2\%) \leq 3 \text{ s}$
- iii) Ei jatkuvan tilan virhettä

Voit olettaa, että järjestelmä noudattaa toisen kertaluvun nollattoman dynamiikan ominaisuuksia riittävän tarkasti, vaikka PD-säädin aineutakaan prosessille äärellisen nollan. (3 p)

4.

- a) Tarkastellaan tilaesitystä

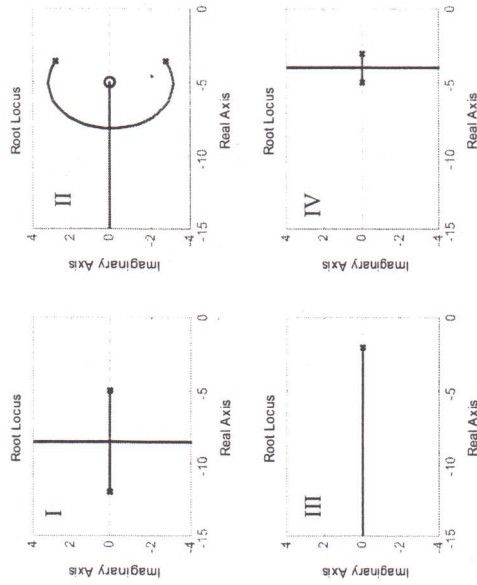
$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 5 & -5 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t)$$

Prosessia säädetään tilasäätimellä $u = -Lx$, jossa $L = [l_1 \quad l_2]$. Johda kaava jolla voidaan piirtää juurura kun l_1 muuttuu nollasta äärettömään ($l_1 : 0 \rightarrow \infty$) (4 p)

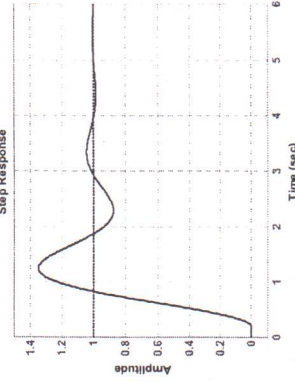
- b) Kuvasa kaikki juururajat kuvaavat a-kohdan prosessin säätämistä eri laeilla säätimillä.

- Mikä piirteistä juururista I-IV kuvaa a-kohdan tilannetta.
- ii) Minkä säätimen valitsisit prosessin säätämiseen, kun säädön tavoitteena on mahdollisimman nopea ja värähtelemätön vaste. Säädössä käytetyt toimilaitteet eivät ole ideaalisia, joten minkään säätimen parametri ei voi olla mielivaltaisen suuri. PERUSTELE VASTAUKSESI HUOLELLISESTI! (2 p)



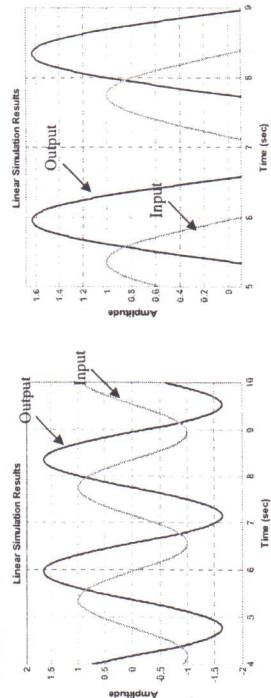
Kuva 1. Tehtävässä 4 tarvittavat juurikat.

5. Tutkitavan säätämättömän prosessin yksikköaskelvaste on esitetty alla

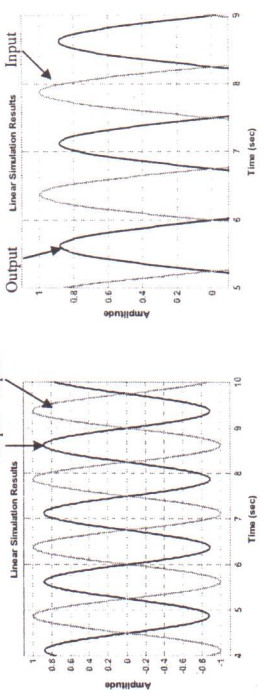


Säätämättömän prosessin syötetään sisinignaalia eri taajuuksilla. Herätteen amplitudi on yksi. Alla olevissa kuvissa on esitetty heräte ja vaste kolmella eri taajuudella (oikeanpuoleiset kuvat ovat suurennoksia vasemmanpuoleisista).

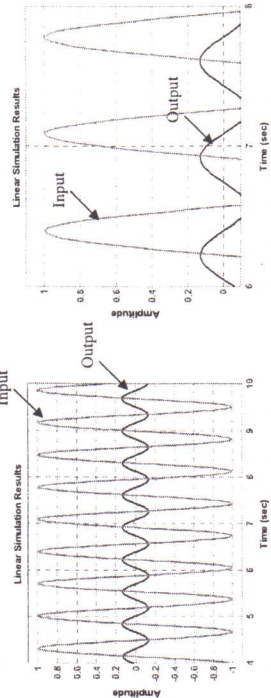
Taajuudella 2.6 rad/s:



Taajuudella 4.2 rad/s:



Taajuudella 9.1 rad/s:



- Prosessia säädetään P-säätimellä (mittaus- ja toimilaitteet ovat ideaalisia). Onko säädety järjestelmä stabiili säätimen vahvistuksen K_P arvolla 1? Perustele vastauksesi. (2 p)
- Mikä on säätyn järjestelmän vahvistusvara ja millä säätimen vahvistuksen K_P arvoilla säädety järjestelmä on stabiili? (2 p)
- Hahmottele avoimen silmukan Nyquistin diagrammi taajuuksialueella [2.6 rad/s 9.1 rad/s] siten, että diagrammi noudattaa todellisia numeroarvoja. Tarvittavat arvot voit lukea edellä esitetyistä kuvista. (2 p)