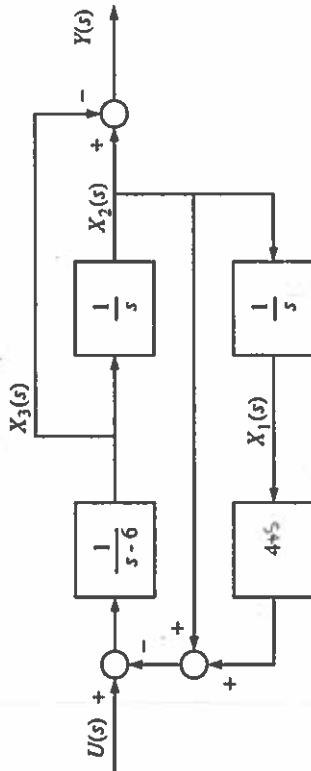


Merkitse vastauspaperiin selvästi, minkä opintojakson tenttiin osallistut (AS-74.105, Aut-74.107 vai Aut-74.109).

Mikäli olet osallistunut valvottuihin laskuharjoituksiin tai kotilaskuihin ja olet oikeutettu lisäpisteisiin tentissä, kirjoita ensimmäisen vastauspaperin yläreunaan "lisäpisteet" ja lisäpisteiden suoritusajankohta (esim. *lisäpisteet syky-97: 2p*).

Tentissä saa olla mukana kirja *Virkkunen: Säättötekniikan matematiikka*.

1. Tarkasteltavan prosessin lohkokaavio on esitetty kuvassa



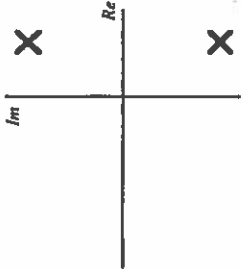
a. Muodosta prosessia kuvaava tilaesitys jonka tilat $x_1(t)$, $x_2(t)$ ja $x_3(t)$ vastaavat kuvaan merkittyjä tiloja $X_1(s)$, $X_2(s)$, ja $X_3(s)$. (4p)

b. Ovatko kaikki prosessin tilat $x_1(t)$, $x_2(t)$ ja $x_3(t)$ ohjattavia? (2p)

2. Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet. (6p)

- Ei-minimivaiheinen systeemi
- Prosessin ominaistajuus w_0
- Nollannen kertaluvun pito
- Vaste
- Yksikköpengerfunktio
- Suaattinen vahvistus

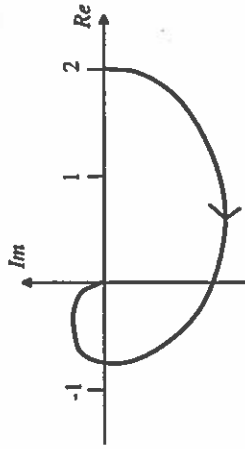
3. Prosessin napa-nolla -kuvio on esitetty kuvassa alla



Prosessia säädetään PID-säätimellä ($T_I = 1.25$, $T_D = 0.2$) (6p)

- Kulkeeko säädetyn järjestelmän juuriura ($K_P \in [0, \infty[$) pisteen -10 kautta?
- Onko säädetty järjestelmä stabiili pienillä K_P -n arvoilla?
- Onko säädetty järjestelmä värähtelemätön pienillä K_P -n arvoilla?
- Onko säädetty järjestelmä stabiili suurilla K_P -n arvoilla?
- Onko säädetty järjestelmä värähtelemätön suurilla K_P -n arvoilla?
- Miten K_P tulisi valita, jotta säädetyn järjestelmän vaste olisi mahdollisimman nopea ja samanaikaisesti sekä stabiili että värähtelemätön?

4. Prosessia säädetään P-säätimellä. Avoimen silmukan Nyquist-diagrammi on esitetty alla, kun säätimen vahvistus $K_P = 1$. Diagrammi leikkaa negatiivisen reaaliakselin kohdassa $-0,7$.



- Määritä vahvistusvaran suuruus. (1p)
- Millä K_P -n positiivisilla arvoilla järjestelmä on stabiili? (2p)
- Onko vaihevara 90, 60, 30 vai 0 astetta? Perustele. (1p)
- Hahmottele Nyquist-diagrammia vastaava Boden vahvistuskäyrä. (2p)

5. Järjestelmän differenssiesitys on :

$$y(k+2) + 2y(k+1) + 0.8y(k) = u(k+1) - 0.5u(k)$$

Muodosta diskreetti

- tilaesitys (2p)
 - pulssinsiirtofunktio! (2p)
- Onko järjestelmä stabiili? (2p)