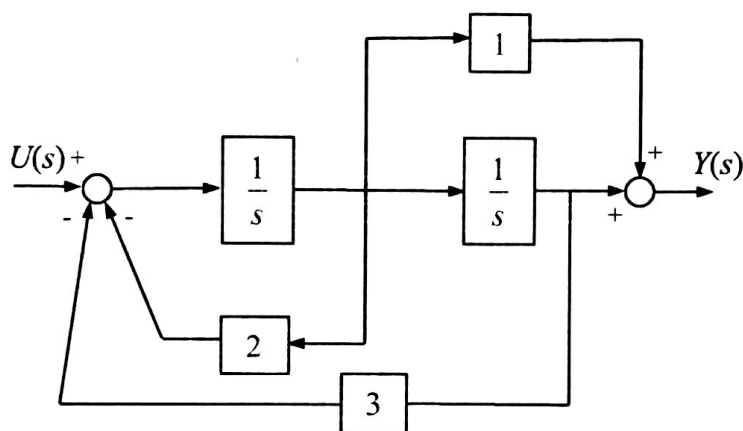


# ELEC-C1230 Säättötekniikka

## Tentti 11. 4. 2019

- Merkitse kaikkiin vastauspapereihin kurssin nimi, oma nimi, koulutusohjelma, vuosikurssi ja opiskelijanumero.
- Kokeessa on viisi (5) tehtävää ja kaikkiin pitää vastata.
- Kokeessa ei saa käyttää kaavakokoelman lisäksi mitään kirjallisuutta. Funktiolaskin on sallittu.
- Kaavakokoelma on palautettava, jos olet saanut sen tentin valvojalta.
- HUOM. Ratkaisuihin on esitettävä riittävästi välivaiheita, jotta nähdään, miten olet tehtävän ratkaissut.

1. Määritä alla olevan järjestelmän kokonaissiirtofunktio. Mitkä ovat nollat ja navat? Onko systeemi minimivaiheinen? (2 +2+2 p)



2. Prosessia kuvaa tilaesitys

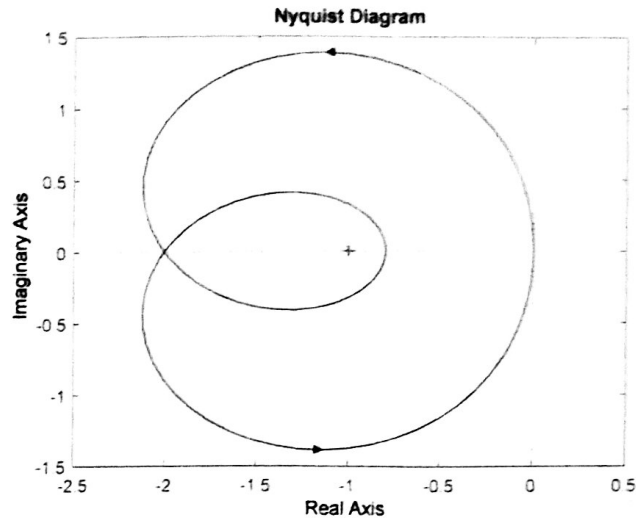
$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = [1 \quad 1] x(t) \end{cases}$$

Prosessia säädetään tilatakaisinkytkennällä  $u(t) = Tr(t) - Lx(t)$ .

- Mitoita L siten, että säädetyn järjestelmän navat saadaan pisteeseen  $s_{p1} = s_{p2} = -2$  (3 p)
  - Mitoita T siten, että säädetyn järjestelmän staattiseksi vahvistukseksi tulee yksi. (3 p)
3. Tarkastellaan prosessia  $G(s) = \frac{s-1}{s^2-2s+5}$ , jota säädetään P-säätäjällä, jonka vahvistus on K.

Kuvassa on esitetty avoimen järjestelmän siirtofunktion (luupinsiirtofunktion) Nyquistin diagrammi, kun  $K = 4$ .

KÄÄNNÄ



- a. Määritä Nyquistin stabiilisuuslauseen avulla, onko suljettu systeemi stabiili (2 p)
- b. Määritä Routh-Hurwitz-menetelmällä, millä  $K$ :n reaalilukuarvoilla suljettu systeemi on stabiili. (2 p)
- c. Hahmottele paperille, miltä Nyquistin diagrammi suunnilleen näyttää  $K$ :n arvoilla 1 ja 7. (2 p)

4. Prosessia  $G(s)$  säädetään P-säätäjällä, jonka vahvistus on 1.

$$G(s) = \frac{4}{s(s+2)}$$

Referenssiin tulee yksikköaskel. Laske arvot suljetun systeemin prosentuaaliselle ylitykselle ja huipun ajankohdalle. Vihje: Laplace-käänteismunnoksen käyttöä ei ratkaisussa tarvita.

(3+3 p)

5. Alla on esitetty säätäjän lauseke Laplace-tasossa, ja symbolit ovat kurssilla käytettyjä standardimerkintöjä. Kirjoita lyhyt selvitys, jossa kuvaat säätäjän lausekkeen, sen symbolit ja sen eri osien merkityksen.

(6 p)

$$U(s) = K \left( bY_{REF}(s) - Y(s) + \frac{1}{T_I s} (Y_{REF}(s) - Y(s)) - \frac{T_D s}{1 + T_D s/N} Y(s) \right)$$