ELEC-C1230 Säätötekniikka
Välikoe 1. 19.02.2015

- *Merkitse kaikkiin vastauspapereihin kurssin nimi, oma nimi, koulutusohjelma, vuosikurssi ja opiskelijanumero.*
- *Kokeessa on kolme (3) tehtävää ja kaikkiin pitää vastata.*
- *Kokeessa ei saa käyttää mitään kirjallisuutta. Funktiolaskin on sallittu.*
- *Kaavakokoelma on palautettava.*
- *HUOM. Vanhan tutkintosäännön opiskelijat, jotka suorittavat Analogista säätöä: merkitkää vastauspaperiin selvästi: Analogisen säädön suoritus.*

---

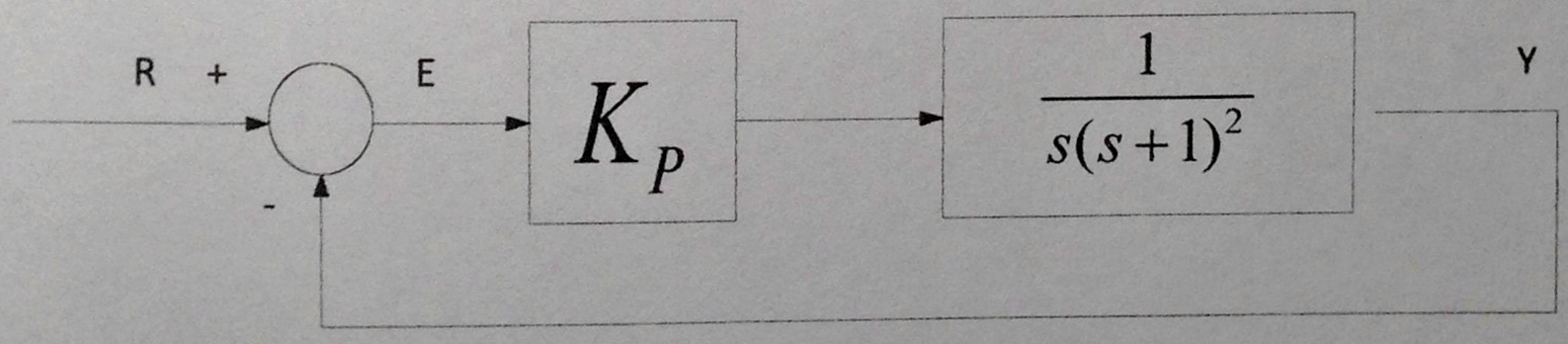
1. Tutkittavaa prosessia kuvaa differentiaaliyhtälö

$$m\ddot{x}(t)+b\dot{x}(t)+kx(t)=F(t)$$

jossa m on massakappaleen massa, b vaimentimen vaimennusvakio, k jousen jousivakio, F ohjausvoima. Tavoitteena on pitää kappale paikallaan (paikkakoordinaatti x) prosessiin mahdollisesti kohdistuvista häiriöistä huolimatta.

a. Piirrä kaavakuva prosessista (kappale, jousi, vaimennin, ohjausvoima ja koordinaattiakseli). (1p)
b. Laske siirtofunktio ohjausvoimasta kappaleen paikkaan. Määritä myös tilaesitys. (2 p)
c. Prosessin lähtöön summautuu häiriövoima $d(t)$. Esitä negatiivisesti takaisinkytketyn järjestelmän säätökaavio, kun säätäjän siirtofunktio on $G_c(s)=n(s)/d(s)$. Muodosta siirtofunktiot referenssistä R ja häiriöstä d prosessin lähtöön x. (2p)

2. Tarkastellaan kuvassa esitettyä säätöpiiriä



a. Määritä ne P-säätäjän vahvistuksen arvot, joilla suljettu systeemi on asymptoottisesti stabiili. (2p)
b. Mikä on pysyvä poikkeama vahvistuksen funktiona, kun toimitaan stabiililla alueella? (2p)
c. Mitä tarkoittaa *staattinen vahvistus* (kuvassa R:stä Y:hyn) ja miten se liittyy pysyvään poikkeamaan? (1p)

3. Tarkastellaan prosessia

$$\dot{x}(t)=\begin{bmatrix}-4 & 0\\ 1 & -1\end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix}u(t)$$

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

a. Onko järjestelmä saavutettava? Selvitä sanallisesti, mitä saavutettavuus tarkoittaa. (1p)
b. Onko järjestelmä tarkkailtava? Selvitä sanallisesti, mitä tarkkailtavuus tarkoittaa. (1p)
c. Suunnittele tilatakaisinkytkentä, joka sijoittaa suljetun systeemin navat pisteisiin $-1\pm j$ (j on imaginääriyksikkö). Mikä on suljetun systeemin vaimennusvakio ja luonnollinen kulmataajuus? (3p)