

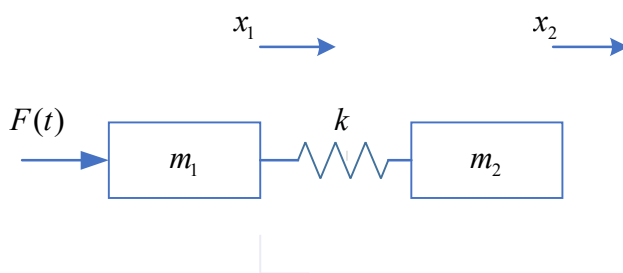
ELEC-C1230 Säättötekniikka

Välikoe 1. 25.2.2021

- Etäkoee. Seuraa erillistä jo ennalta julkaistua ohjetta.
- Kukin tekee kokeen ja palauttaa sen itsenäisesti. Vastaukset Vastauspohjaan, joka on ennalta julkaistu. Lopuksi tiedosto muutetaan pdf:ksi (Sukunimi_Vastauspohja.pdf) ja palautetaan.
- Kurssimateriaali on käytettävissä. Matlab/Simulinkia ja laskimia saa käyttää.
- Kurssimateriaalia saa tutkia netissä, mutta mitään muuta tiedon etsintää ei saa tehdä.
- Kokeessa on neljä (4) tehtävää ja kaikkiin pitää vastata.
- HUOM. Ratkaisuihin on esitettävä riittävästi välivaiheita, jotta voidaan nähdä, miten olet ratkaisuun päätenyt.

HUOM. Kokeen tehtävät on suunniteltu niin, että ne voidaan ratkaista käsin, ja itse asiassa edes taskulaskinta ei tarvita. Sitä saa kuitenkin käyttää. Tietokoneen laskentaohjelmia saa samoin käyttää tulosten verifioimiseen jos haluaa. Vastauksissa ei kuitenkaan esitetä tietokoneella saatuja tuloksia, eikä niihin voi vedota. Mitään kokeilemalla saatuja lukuarvoja tms. ei tulla hyväksymään ratkaisuksi.

1. Tutkitaan kuvassa esitettyä kahden massan ja jousen muodostamaa järjestelmää. Massojen ajatellaan olevan vaakasuoralla alustalla, jossa ne liikkuvat kitkatta. Kohdistuva ulkoinen voima on $F(t)$.



Systemiä kuvaavat dynamiikkayhtälöt ovat

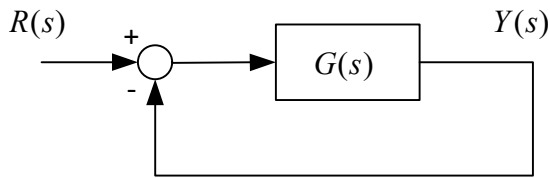
$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1(t) = F(t) - k[x_1(t) - x_2(t)] \\ m_2 \ddot{x}_2(t) = -k[x_2(t) - x_1(t)] \end{cases}$$

Olkoon $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$ ja $k = 1 \text{ N/m}$. Systemi on aluksi lepotilassa.

- a. Laske siirtofunktiot $X_2(s)/F(s)$ ja $X_1(s)/F(s)$ (4p)
- b. Piirrä siirtofunktioita kuvaavat nolla-napakuviot. Laskematta vastetta tarkasti vastaa: pysyykö järjestelmän yksikköimpulssivaste (voimasta F lähtöön x_2) rajoitettuna, kun aika lähestyy ääretöntä? (2p)

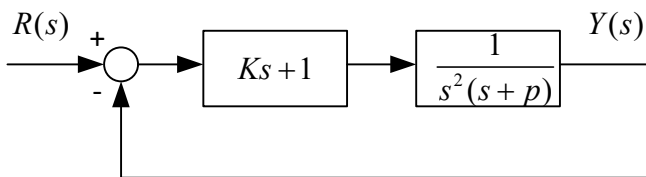
2. Kuvassa esitettyssä negatiivisesti takaisinkytketyssä järjestelmässä siirtofunktio

$$G(s) = \frac{10}{s^2 + 2s + 10}$$



- a. Laske suljetun systeemin siirtofunktio. (2p)
- b. Määritä tulo- ja lähtösuureiden ($r(t)$ ja $y(t)$) välinen differentiaaliyhtälö. (2p)
- c. Muodosta suljettua systeemiä kuvaava tilaesitys, josta tilaesityksen matriisit A , B , C ja D ilmenevät. (2p)

3. Tarkastellaan kuvassa esitettyä systeemiä, jossa parametrit K ja p ovat vakioita.



Millä parametrien reaalilla arvoilla suljettu systeemi on asympotoottisesti stabiili? Ohje: Tutki erikseen tapaukset $p > 0$, $p < 0$ ja $p = 0$. (2+2+2 p)

4. Tarkastellaan seuraavaa säädintä

$$u(t) = K \left(e(t) + \frac{1}{T_I} \int_{-\infty}^t e(\tau) d\tau + T_D \frac{de(t)}{dt} \right)$$

Symbolit vastaavat kurssilla käytettyjä merkintöjä.

- a. Minkäniminen säätäjä on kyseessä? Nimeä ja esitele viritysparemetrit. (2 p)
- b. Esitä säätäjä Laplace-tasossa ja piirrä Simulinkin kaltainen diagrammi säätimestä. (2 p)
- c. Tarkastellaan integraalin määrittämää termiä säätimessä. Näytä matemaattisesti, että tämän termin osalta säätimen ohjaus muuttuu aina, kun erosuure on nolasta poikkeava. (2 p)