

## ELEC-C1230 Säättötekniikka

### 1. laskuharjoitus

---

*Lohkokaaviot, linearisointi, differentiaaliyhtälöt, tilaesitys*

1. a. Laadi lohkokaavio auton ohjaamisesta takaisinkytketyn säädön periaatteella. Säädettyään suureena on auton suunta, mittaustapa on visuaalinen näköhavainto ja säätäjänä toimii auton ohjaaja. Nimeä kaavion osat säätöteknisin termein.

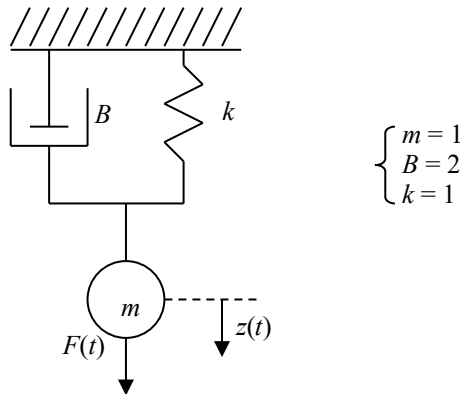
b. Millaisia häiriöitä säätöjärjestelmän kuhunkin osaan kohdistuu?

2. Johda lineaariaprosimaatio funktiolle  $y(x)$  tarkastelupisteessä  $x_0 = 2$  kun

a.  $y(x) = \sqrt{x^2 - x}$

b.  $y(x) = \frac{\ln x}{x^2}$

3. Kuvan esittämässä mekaanisessa systeemissä herätteenä (ohjaus) on voima  $F(t)$  ja lähtösuurena (vaste) massan paikka  $z(t)$



- a. Muodosta systeemiä kuvaava differentiaaliyhtälö  
b. Muodosta systeemiä kuvaava tilaesitys valitsemalla tiloiksi massakappaleen paikka ja nopeus

4. Pysty akselinsa ympäri pyörivää tutka-antennia käännetään vääntömomentilla  $T(t)$ . Antennin kulmapoikkeama vertailusuunnasta on  $\theta(t)$ , hitausmomentti  $J$  ja massa  $m$ . Antenni on laakeroitu jalustaansa laakerilla, josta aiheutuvan kulmanopeuteen verrannollisen vastusvoiman verrannollisuuskerroin on  $B$ . Antenniin ei vaikuta muita voimia.

a) Kirjoita järjestelmää kuvaava differentiaaliyhtälö.

Vihje: pyörivän liikkeen perusyhtälö on

$$\sum_i T_i = J \frac{d^2\theta(t)}{dt^2},$$

missä vääntömomentit  $T_i$  ovat systeemiin vaikuttavat vääntömomentit ja  $J$  on hitausmomentti.

b) Kirjoita a)-kohdan differentiaaliyhtälö matriisimuotoisena lineaarisena tilaesityksenä. Valitse tiloiksi kulmapoikkeama ja -kulmanopeus ja ulostuloksi kulmapoikkeama.

c) Olkoon kulmapoikkeaman asetusarvo  $\theta_{REF}(t)$ . Säädetään antennin kulmaa takaisinkytkennällä

$$T(t) = k(\theta_{REF}(t) - \theta(t)),$$

missä  $k$  on säätimen parametri (vakio). Kirjoita säädettyä järjestelmää kuvaava tilaesitys. Valitse tiloiksi kulmapoikkeama ja -kulmanopeus ja ulostuloksi kulmapoikkeama.

5. \* Raketti, jonka paikka on  $z$  ja massa  $m$ , kulkee avaruudessa vakiosuuntaan. Siihen ei vaikuta muita voimia kuin työntövoima  $F$ , jonka se saa polttoaineesta. Oletetaan, että polttoaineen kulutus on niin pientä, ettei raketin massa muutu merkittävästi ( $m$  on vakio).

Kirjoita järjestelmää kuvaava:

- a. differentiaaliyhtälö
- b. yleinen tilaesitys

Miten erilaiset voimat  $F$  vaikuttavat raketin sijaintiin (esim. impulssimainen voima tai vakiovoima)?

