

# ELEC-C1230 Säättötekniikka

## Välikoe 2. 15. 4. 2021

---

- *Etäkoee. Seuraa erillistä jo ennalta julkaistua ohjetta.*
  - *Merkitse vastauspaperiin nimesi ja opintonumerosi lisäksi se, osallistutko välikokeeseen vai tenttiin.*
  - *Kukin tekee kokeen ja palauttaa sen itsenäisesti. Vastaukset joko Vastauspohjaan tai sitten kokonaan itse tehtyyn tiedostoon, josta on ilmestävä selvästi vastaajan nimi, opintonumero sekä se, osallistuuko hän välikokeeseen vai tenttiin. Lopuksi tiedosto muutetaan pdf:ksi 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. Ratkaisussa on esitettävä riittävästi välivaiheita, jotta voidaan nähdä, miten olet ratkaisuun päätenyt.*
- 

**HUOM. Kokeen** tehtävät on suunniteltu niin, että ne voidaan ratkaista käsin, ja edes taskulaskinta ei välttämättä 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.

### 0. Allekirjoitus, joko käsin tai tietokoneella (vakuutan noudattavani kokeen sääntöjä):

#### 1. Tutkitaan järjestelmää

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ 0 & a_1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix} u(t)$$
$$y(t) = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \end{bmatrix} x(t)$$

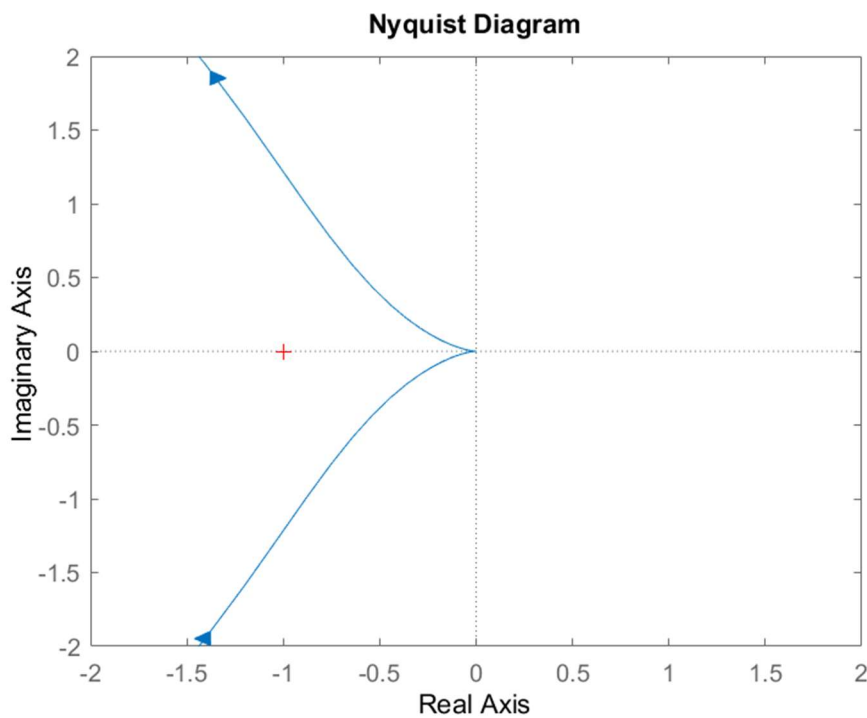
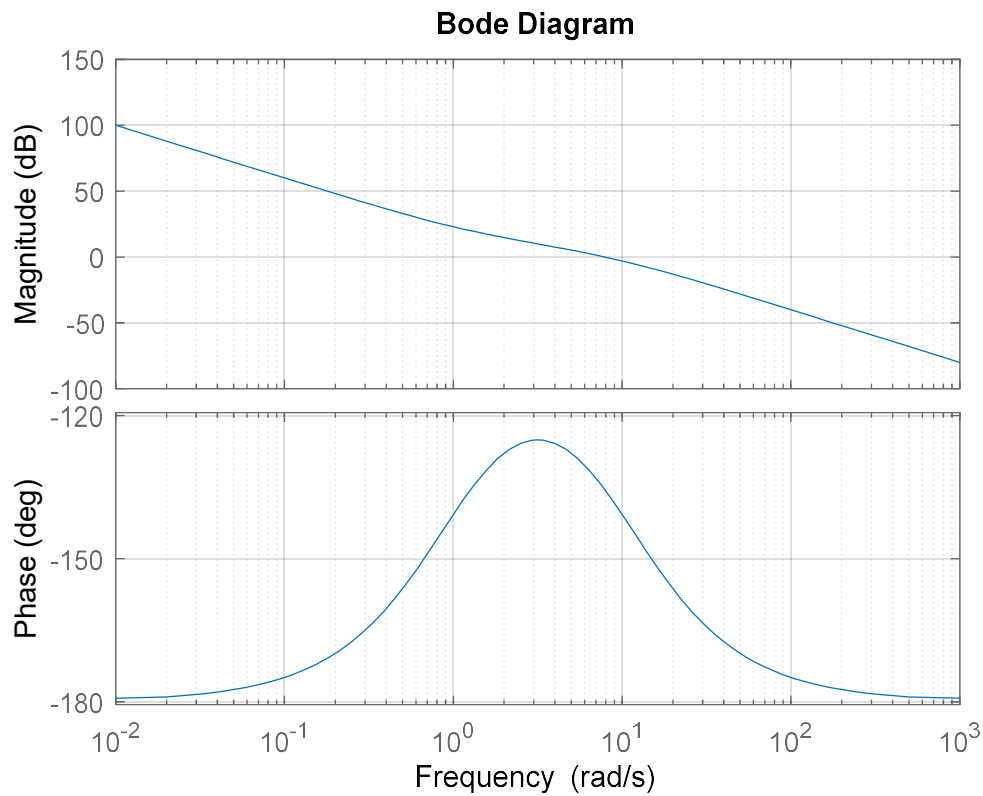
jossa  $a_1, a_2, b, c_1$  ja  $c_2$  ovat nolasta poikkeavia reaalisia vakioita.

- Tutki, onko systeemi saavutettava? (2p)
- Tutki, onko systeemi tarkkailtava? (2p)
- Suunnittele muotoa  $u(t) = -Lx(t)$  oleva säätölaki siten, että suljetun systeemin kaikki navat ovat reaaliakselin pisteessä -1. Referenssisuure on nolla ja tilojen oletetaan olevan mitattavissa. (2p)

#### 2. Säädetyn järjestelmän luopinsiirtofunktiolle (avoimen järjestelmän siirtofunktiolle)

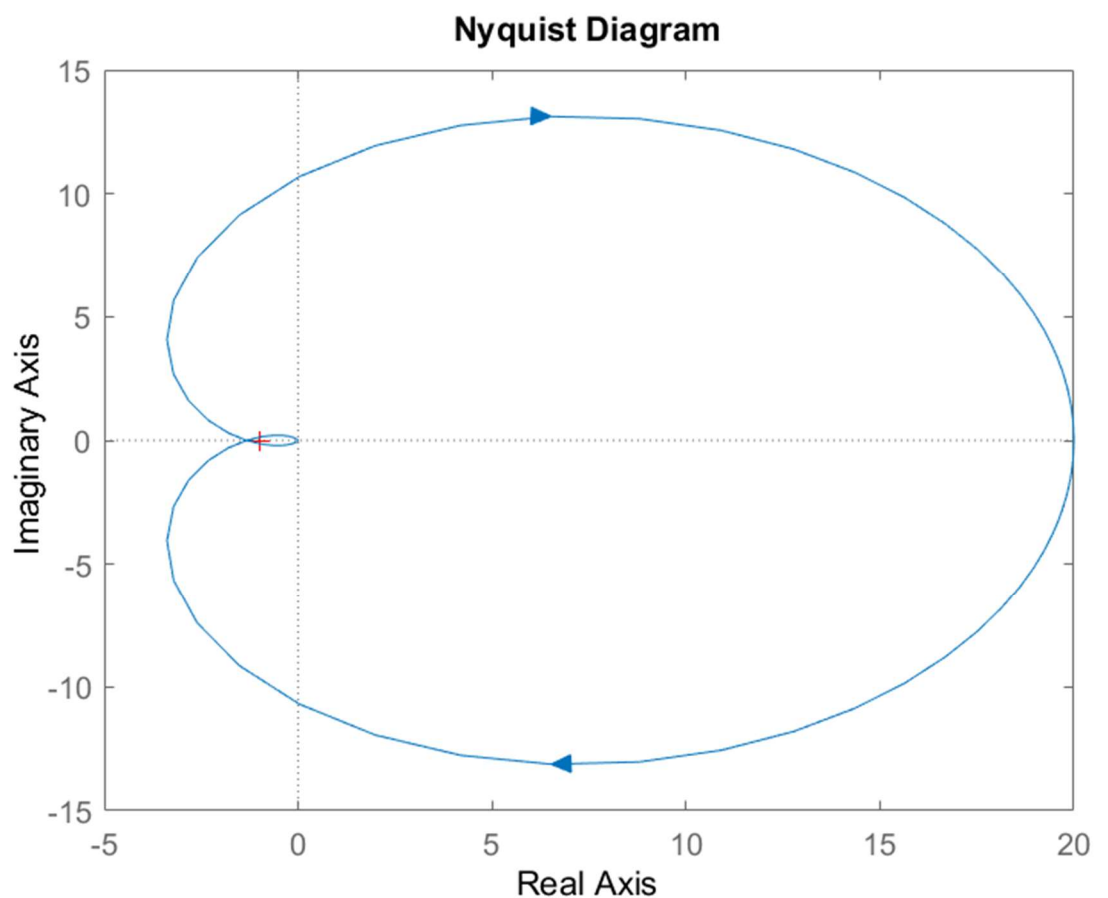
$$L(s) = \frac{K(s+a)}{s^2(s+b)}, \quad K > 0, a > 0, b > 0$$

on piirretty taajuusvaste Boden diagrammina ja Nyquistin diagrammina, kuvissa alla



- a. Kirjoita luopinsiirtofunktion lausekkeen perusteella Boden vahvistuskäyrän ja vaihekyrän lausekkeet kulmataajuuden funktioina. Vahvistus ilmaistaan desibeleinä. (2 p)

- b. Määritä erikseen kummankin kuvan perusteella (likimääräisesti niin tarkkaan kuin se kuvista on mahdollista) suljetun systeemin vahvistus- ja vaihevara. Huom. Saatujen lukuarvojen tarkkuus ei ole ratkaisevaa, mutta vastauksesta on selvästi ilmevä kummankin diagrammin osalta, miten olet määrittänyt.
- c. Miten vahvistuksen  $K$  lisääminen vaikuttaa b-kohdan tuloksiin. Perusta vastauksesi diagrammeihin ja jälleen selitä tarkasti tuloksesi ja niiden perustelut.
3. Säättöpiirin luupinsiirtofunktion Nyquistin diagrammi on esitetty kuvassa. Luupinsiirtofunktiolla (avoimen järjestelmän siirtofunktiolla) ei ole napoja oikeassa puolitasossa.



Kuinka monta napaa suljetulla systeemillä on oikeassa puolitasossa? Onko systeemi stabiili? Perustele vastauksesi esittämällä siihen liittyvä teoria.

4. Kirjoita lyhyet selvitykset seuraavista aiheista.
- a. Tilatarkkailija, sen viritys ja käyttö tilasäädössä. Esitä Simulinkin kaltainen kaavakuva soveltamisesta.
- b. Digitaalisäädön (tietokonesäädön) kaksi peruslähtökohtaa, kun tarkoitus on suunnitella prosessoripohjainen säädin jatkuvalla prosessille.