ELEC-C1230 Säätötekniikka
Välikoe 2. 9.4.2020

- *Etäkoe. Seuraa erillistä jo ennalta julkaistua ohjetta.*
- *Kukin tekee kokeen ja palauttaa sen itsenäisesti. Vastaukset Vastauspohjaan, joka on ennalta julkaistu. Lopuksi tiedosto muutetaan pdf:ksi (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. Ratkaisuissa on esitettävä riittävästi välivaiheita, jotta voidaan nähdä, miten olet ratkaisuun päätynyt.*

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 järjestelmää

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} u(t)$$
$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} x(t)$$

jossa b_1 ja b_2 ovat reaalisia parametreja.

a. Millä parametrien b_1 ja b_2 arvoilla systeemi on saavutettava? (2p)

b. Olkoon $b_2 = 0$. Suunnittele tilatakaisinkytketty säätölaki siten, että suljetun systeemin navat ovat pisteissä $-1 \pm j2$. Referenssisuure on nolla. Tilojen oletetaan olevan mitattavissa. Miten ratkaisussa näkyy tilanne, jossa systeemi ei ole saavutettava? Mitä voidaan sanoa suljetun systeemin stabiilisuudesta tällöin? (4p)

2. Säädetyn järjestelmän luupinsiirtofunktio (avoimen järjestelmän siirtofunktio) on

$L(s) = G_c(s)G(s) = \dfrac{K}{-1+s}$, jossa $K = ½$.

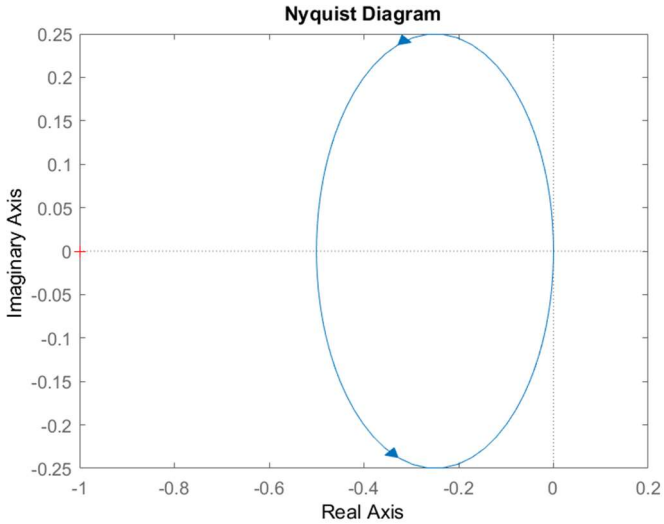
Alla olevassa kuvassa on esitetty L:n perusteella piirretty Nyqvistin diagrammi.

Ratkaise analyyttisesti (ilman tietokonetta), vastaa ja perustele vastauksesi

a. Onko suljettu systeemi stabiili? Käytä Nyqvistin stabiilisuusteoreemaa. (2p)

b. K:n arvoa kasvatetaan. Millä arvolla suljettu systeemi muuttuu stabiiliksi/ epästabiiliksi? (2p)

c. Vahvista a- ja b-kohdan tulokset Routh-Hurwitz-menettelyllä. (2 p)



3. Säädetyn järjestelmän luupinsiirtofunktio (avoimen järjestelmän siirtofunktio) on

$$L(s) = G_c(s)G(s) = \frac{K(s+20)}{s^2}$$, K on positiivinen vakio.

a. Kirjoita taajuusvastekäyrän lausekkeet (vahvistuskäyrä ja vaihekäyrä) (2p)

b. Määritä K likimääräisesti siten, että vaihevara on 45 astetta. Ohje: Hahmottele ensin vaihekäyrä murtoviiva-approksimaationa ja tutki sen avulla tilannetta. (4p)

4. Selitä käsitteet (hyvin lyhyt kuvaus riittää; siitä on kuitenkin voitava todeta, että olet ymmärtänyt asian)

a. kaistanleveys (1 p)

b. ei-minimivaiheinen systeemi (1 p)

c. tilaestimaattori ja sen käyttö tilasäädössä (1 p)

d. regulointiprobleema (1 p)

e. vaiheenjättökompensaattori (1 p)

f. aikadiskreetin järjestelmän stabiilisuusalue (napojen sijainti) (1 p)