

ELEC-C1230 Säättötekniikka

Välikoe 2. 14. 4. 2022

- Luokassa pidettävä koe. Merkitse kaikkiin vastauspapereihin nimesi ja opintonumerosi.
- Kokeessa voi osallistua joko välikokeeseen tai tenttiin. Merkitse selvästi vastauspaperiin, kumpaan kokeeseen osallistut. Vain toiseen kokeeseen voi osallistua.
- Sallitut apuvälineet: Laskin sekä kurssisivuilla oleva kaavakokoelma tai erillinen Laplace-muunnostaulukko. Jokainen tuo tämän mukanaan kokeeseen.
- Laskinta saa käyttää vain apuvälineenä numeerisiin laskuihin. Ratkaisut eivät siis saa perustua yksinomaan laskimen käyttöön.
- Kokeessa on neljä (4) tehtävää ja kaikkiin pitää vastata.
- HUOM. Ratkaisuisissa on esitettävä riittävästi välivaiheita, jotta voidaan nähdä, miten olet ratkaisuun päätenyt. Pelkkien tulosten antaminen ilman, että esitetään, miten ne on saatu, ei kelpaa hyväksyttäväksi ratkaisuksi.

1. Tarkastellaan järjestelmää

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

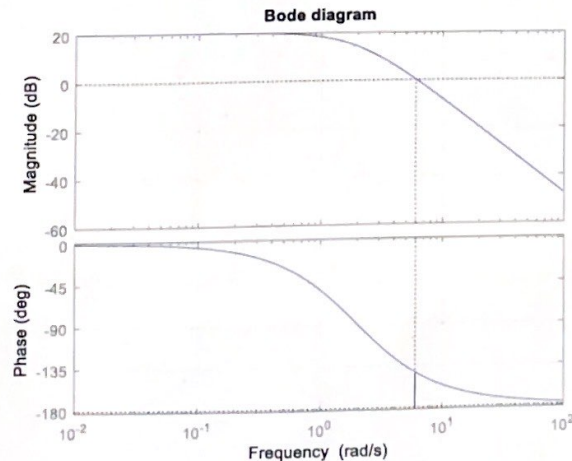
$$y(t) = [c_1 \quad c_2] x(t)$$

jossa b_1 , b_2 , c_1 ja c_2 ovat reaalisia vakioita.

- Määritä, millä parametrien arvoilla systeemi saavutettava? Entä tarkkailtava? (3p)
- Olkoon $b_1 = 0$ ja $b_2 = b$ sellainen arvo, että systeemi on saavutettava. Suunnittele tilatakaisinkytketty säätölaki siten, että suljetun systeemin molemmat navat ovat pisteessä - 2. Tilojen oletetaan olevan mitattavissa. Referenssisignaalin arvo on 0. (3 p)

- Tutkitaan negatiivisesti takaisinkytkettyä järjestelmää, jossa säätäjä on $G_c(s)$ ja prosessi $G(s)$. Avoimen järjestelmän siirtofunktioksi (luupinsiirtofunktioksi) määritellään $L(s) = G_c(s)G(s)$

Kuvassa on esitetty Boden diagrammi siirtofunktiosta $L(s) = \frac{K}{(s+2)^2}$.



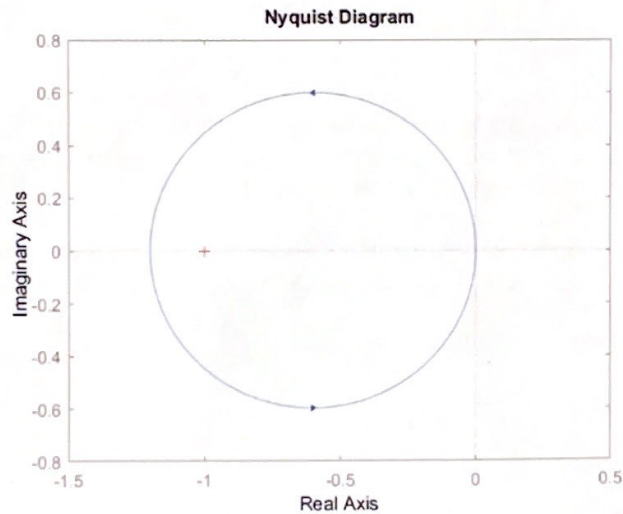
- Määritä K . (2 p)
- Määritä diagrammista lukemalla arvio vaihevaralle (likimääräinen arvio riittää). (2 p)
- Esitä lauseke K :n arvon määrittämiseksi siten, että vaihevara olisi 90 astetta? (Jos käytössäsi on laskin, voit tuki laskea K :n arvon myös. Tätä ei kuitenkaan vaadita.) (2 p)

Huom. Oleellista on, että kerrot täsmällisesti, miten kysytyt arvot määrität / lasket. Diagrammista on vaikea lukea tarkkoja arvoja, eikä tulosten tarkkuus tämän takia ole tässä oleellista.

- Negatiivisesti takaisinkytketyssä järjestelmässä avoimen järjestelmän siirtofunktio (luupinsiirtofunktio) on

$$L(s) = G_c(s)G(s) = \frac{K}{(-1 + \tau s)}, \quad K = 1.2, \quad \tau = 2. \text{ Alla on esitetty systeemin Nyquistin}$$

diagrammi. Käyttämällä Nyquistin stabiilisuuslausetta määritä, onko suljettu systeemi stabiili. Tutki erikseen laskemalla, millä K :n arvoilla suljettu systeemi on asympotoottisesti stabiili? (4 p+ 2p)



- Kerro lyhyesti, mikä on (Shannonin) näytteenottooteoreema ja mikä on sen merkitys säätötekniikassa? Miten se huomioidaan diskreetti aikaisen säätöjärjestelmän näytevälin valinnassa? (6 p)