

Ei omia dokumentteja eikä elektronisia laitteita. Takit, laukut jne. käytävälle. Saat lainaksi kaavaston. Palauta se ilman lisämerkintöjä, kiitos. Tehtävien 09-12 numerointi vastaa luentojen, laskuharjoitusten ja viikkokokeiden numerointia. Jo arvosteltua viikkokoettasi vastaavan tehtävän mahdollista vastaustasi ei nyt arvostella.

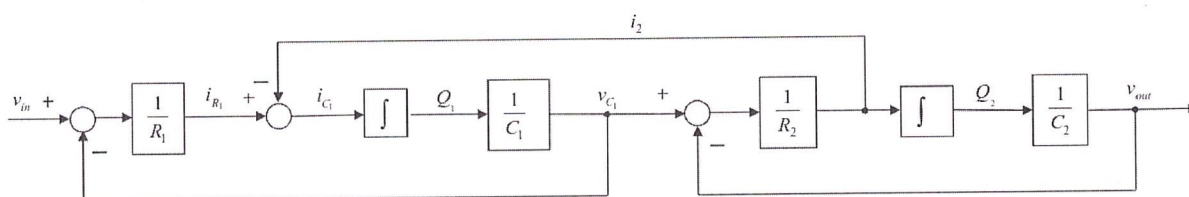
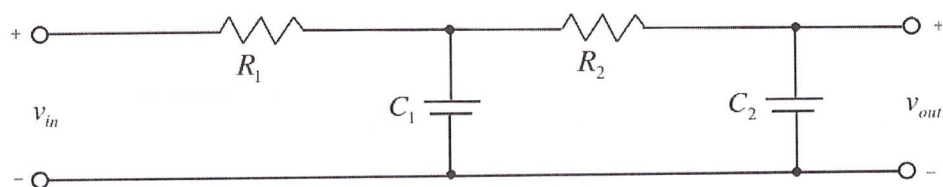
Kiinnitä huomiota vastaustesi yksiselitteisyyteen, täsmällisyyteen jne. Käytä Tenttikaavastoa!

Tehtävä Ässät. Tappara kohtaa tänään klo 18.30 alkavassa kendoliigan jääkyökkäottelussa Porin Ässät. Ässävalmennusta saaneena veikkaa ottelun lopputulos, mutta lopeta sitten kaikki muihin ässiin liittyvät arvailut kahdeksi tunniksi, koska automaation turvallisuus 24/7 vaatii tarkkaa harkintaa ja huolellisuutta eli arvaamisen minimointia.

Tehtävä 09

Tilaesitys

- a. Alla on RC-kaskadipiirin¹ piirikaavio, alkeislohkokaavio sekä tulojännitteen v_{in} ja lähtöjännitteen v_{out} riippuvuutta kuvaava differentiaaliyhtälömalli. Esitä tilavektorin malli matriisnotaatiota käyttäen, myös valitsemasi tilavektori selvästi dokumentoiden. **2p.**



$$\frac{d}{dt}(C_2 v_{C_2}(t)) = \frac{v_{C_1}(t) - v_{C_2}(t)}{R_2}, \quad \frac{d}{dt}(C_1 v_{C_1}(t)) = \frac{v_{in}(t) - v_{C_1}(t)}{R_1} - \frac{v_{C_1}(t) - v_{C_2}(t)}{R_2}$$

- b. DI Rauno Vuotos on suunnitellut etukompensaattorin ohjaamaan tekoaltaan vesitilavuutta v asetusarvoonsa r . Hänen lopullinen simulointimallinsa on alla. TUTki (vielä kun voit ...) mallin tilan ohjattavuutta sopivalla laskelmalla. **2p.**

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} r, \quad v = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} x$$

¹ Tuo kaskadisuoitin ei ole systeeminä kahden RC-suotimen sarjaankytkentä palautevirran i_2 takia. LAB-työohjeen liite kertoo aiheesta!

Tehtävä 10

Värähtelyt ja niiden taajuusvasteanalyysi

- a. Piirrä ja dokumentoi hyvin reaaliparametrin siirtofunktion e^{-ds} Nyquist-diagrammi ei-negatiivisille kulmataajuuksille: Merkitse kulmataajuuden 0 piste ja käyrän suunta kulmataajuuden kasvaessa. Kuvaa sanallisesti ja matemaattisella notaatiolla taajuusvastepisteen liikettä kulmataajuuden kasvaessa rajatta. **1.5p.**
- b. Piirrä ja dokumentoi hyvin reaaliparametrin siirtofunktion e^{-ds} Bode-diagrammi. Perustele vastauksesi. **1.5p.**
- c. Päätele siirtofunktion $T(s)$ vaihe (vaihesiirto, vaihevaste) kulmataajuudella $\omega = 2$: **1.0p.**

$$T(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$$

Tehtävä 11

Säätöpiirin stabiiliuden analyysia taajuusvasteen avulla

- a. Eräessä nimellisesti stabiilissa säätöpiirissä toimilaitteen, prosessin, anturin ja säätimen siirtofunktio olivat 10 , $0.1/(40s+1)$, $1/(2s+1)$ ja $0.1/s$. Muodosta (laske) siirtofunktio, jonka taajuusvasteen Bode-diagrammista voidaan päätellä helposti esimerkiksi vaihevara. Sellainen Bode-diagrammi c-kohtaa varten on sivulla 3. **1.0p.**
- b. Yllä a-kohdassa mainitun säätöpiirin stabiiliusvara voidaan päätellä helposti sopivan siirtofunktion Bode-diagrammin avulla. Muodosta (laske) yksinkertaisin sopiva siirtofunktio. Sen Bode-diagrammi c-kohtaa varten on sivulla 3. **1.0p.**
- c. Sivulla 3 on a-kohdassa ja b-kohdassa mainitut Bode-diagrammit allekkain. Päätele niistä vaihevaran, stabiiliusvaran, varmuuskertoimen ja viivevaran lukuarvot. **2.0p.**

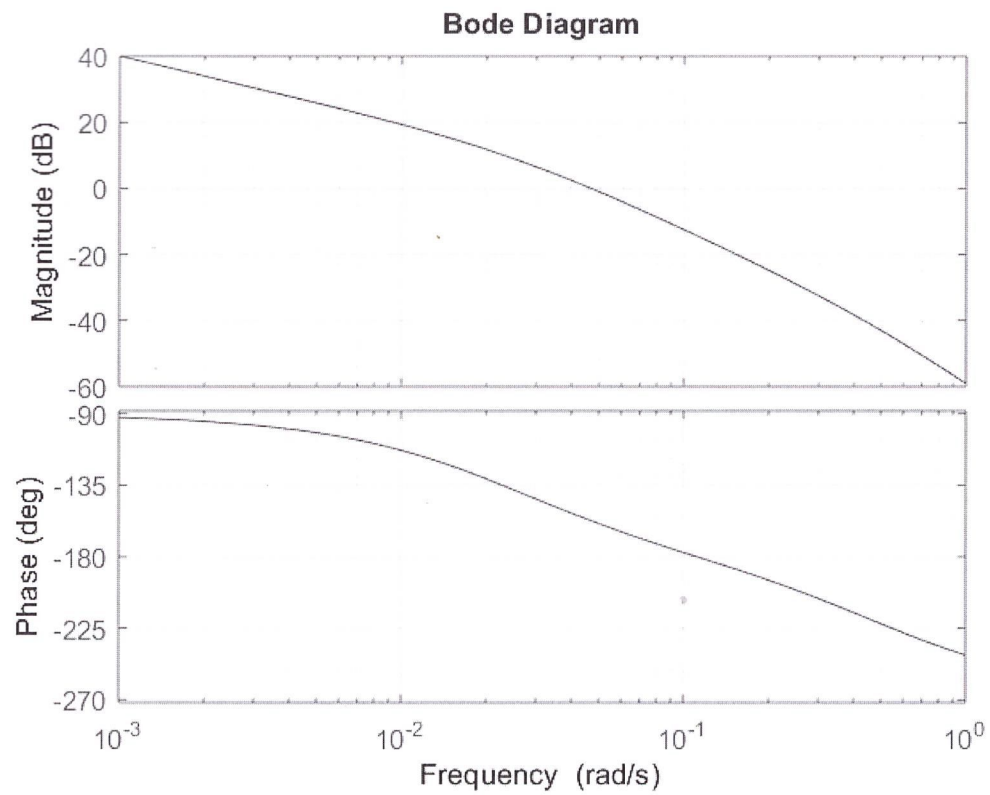
Tehtävä 12

Säätöpiirin suorituskyvyn ja sen pysyvyyden taajuusvasteanalyysia.

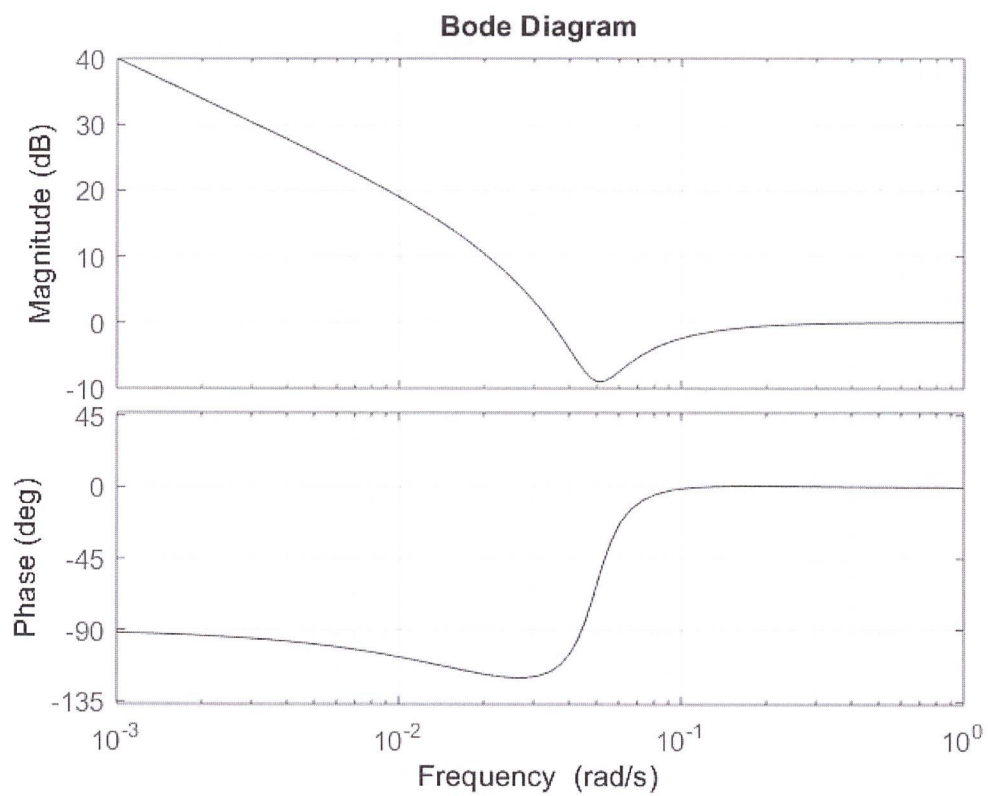
Yhteenvetoa.

- a. Luettele takaisinkytkennän käytön neljä erillistä etua (hyötyä, vahvuutta). **2p.**
- b. Millainen yhteys on LTI-systeemin askelvasteen nousuajan ja taajuusvasteen kaistanleveyden välillä? **1p.**
- c. Tehtävän 11 säätöpiirin taajuusvasteen herkkyydelle prosessin taajuusvasteen suhteen halutaan itseisarvo kulmataajuudella $\omega = 0.009$. Päätele se T11:ssä annetun informaation perusteella. **1p.**

Ja näin. Olet lopulta ehkä tuleva johtaja mutta ehkä sitä ennen toimilaittealain ja/tai anturialainen. Niin tai näin, olet organisaatiossasi säätöpiirin osa: Johtaja on säädin, joka ohjaa toimilaittealaisia tekemään asioita, joiden seurauksia anturialaiset sitten raportoivat johtajalle, jotta johtaja osaa tehdä parannusta. Raportoinnissa ei pidä viivytellä ettei stabiiliutta, hyvää vaimennusta ja hyvää nopeutta menetetä. On myös hyväksi, jos myös kilpailijoiden häiritsevistä toimista raportoidaan johtajalle proaktiivisten toimenpiteiden mahdollistamiseksi. Näissä merkeissä tervemenoa/tulo kevään ojaksoille ASE-2411 ja ASE-2110 (L13...).



T11. a-kohdan Bode c-kohtaa varten



T11. b-kohdan sopivin Bode c-kohtaa varten