

Ei omia dokumentteja eikä elektronisia laitteita. Saat lainaksi kaavaston. Palauta se ilman lisämerkintöjä, kiitos. Tehtävien 09-11 numerointi vastaa luentojen, laskuharjoitusten ja viikkokokeiden numerointia. Jo arvosteltua viikkokoettaasi vastaavan tehtävän mahdollista vastaustasi ei nyt arvostella.

Pe 02.12.2016 klo 08:30-10:00 salissa RH215 tarjolla on vierailuluento, jossa kerrotaan lontooksi teollisen suotimen kokeellisesti määritetyn kaistanleveyden mallipohjaisesta verifiointista. TUTkimusta opetukseen, nääs! Esitys yhdistelee siis Aiheiden 09 ja 11 asioita. Suodin kytkeytyy myös kahteen opintojaksolla käsiteltyyn suotimeen. Tervetuloa!

Tehtävä Ilves. Ilves kohtaa Rauman Lukon tänään klo 18.30 alkavassa kendoliigan jääkyökkäötelussa. Veikkaa ottelun lopputulos, ja lopeta sitten kaikki arvailu kahdeksi tunniksi.

Tehtävä 09

Värähtelyt ja niiden taajuusvasteanalyysi

- a) Johda ja esitä alla annetun siirtofunktion magnitudi (amplitudivahvistus, amplitudivaste) kulmataajuuden ω funktiona olettaen, että parametrit ovat reaalilukuja: **2p.**

$$Q(s) = \frac{ke^{-ds}}{s}$$

- b) Johda ja esitä alla annetun siirtofunktion vaihe (vaihesiirto, vaihevaste) kulmataajuuden ω funktiona: **2p.**

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

Tehtävä 10

Säätöpiirin stabiiliuden analyysia taajuusvasteen avulla

- a. Ziegler ja Nichols suosittelivat (vuonna 1942!) P-säätimen proportionaalivahvistukseksi sen kriittisen arvon puolikasta. Kuinka suuren desibelivahvistusvaran sillä saa? **1p.**
- b. Eräessä lineaarisessa aikainvariantissa säätöpiirissä säädin oli lineaarinen aikainvariantti säädin, jonka outputsignaalin viivästäminen oli myös mahdollista. Viivästämillä säätimen outputia 6 sekuntia lineaarisen aikainvariantin anturin outputiin syntyi vakioamplitudinen värähtely, jonka jaksonaika oli 36 sekuntia. Päätele vaihevara, ja ilmaise se asteina. **1p.**
- c. Pitkää eristettyä metallitankoa lämmitettiin sen toisesta päästä, ohjaussuureena hyvin nopean lämmittimen muodostama Celsius-lämpötila. Lämmittimen malliksi riittääköön positiivinen vakiovahvistus a . Tangon erään poikkileikkauksen Fahrenheit-lämpötilalle määrättiin asetusarvo. Poikkileikkauksen lämpötila mitattiin hyvin nopealla anturilla. Sen malliksi riittääköön ykkösen suuruinen vahvistus. Lämmittimen lämpötilaa ohjattiin P-säätimen avulla. Prosessin siirtofunktio $G(s)$ lämmittimen lämpötilasta poikkileikkauksen lämpötilaan sekä sen vaihe radiaaneissa $P_{rad}(w)$ ja magnitudi $M(w)$ annetaan alla. Stabiilin prosessin mallin parametrit ovat lämmityskohdan ja poikkileikkauksen välinen etäisyys x , positiivinen lämpötekninen parametri b ja ei-negatiivinen kulmataajuus w . Päätele P-säätimen kriittinen vahvistus. **2p.**

$$G(s) = 1.8e^{-x\sqrt{b}s}, \quad P_{rad}(w) = -x\sqrt{\frac{bw}{2}}, \quad M(w) = 1.8\exp\left(-x\sqrt{\frac{bw}{2}}\right)$$

Tehtävä 11

Säätöpiirin suorituskyvyn ja sen pysyvyyden taajuusvasteanalyysia. Yhteenvetoa.

- a. Luettele takaisinkytkennän käytön neljä erillistä haittaa (heikkoutta). **1p.**
- b. Päätele Tehtävän 10c prosessin mallin kaistanleveys. **1p.**
- c. Päätele Tehtävän 10c prosessin mallin H_∞ -normi, ja perustele vastauksesi hyvin. **1p.**
- d. Laske säätöpiirin taajuusvasteen herkkyys anturin taajuusvasteen suhteen vaiheenylimenokulmataajuudella, kun piirin ylävahvistusvara (ylävarmuuskerroin) on 10. Älä siis käytä kaavaa, joka on johdettu herkkyydelle prosessin tai säätimen suhteen! **1p.**