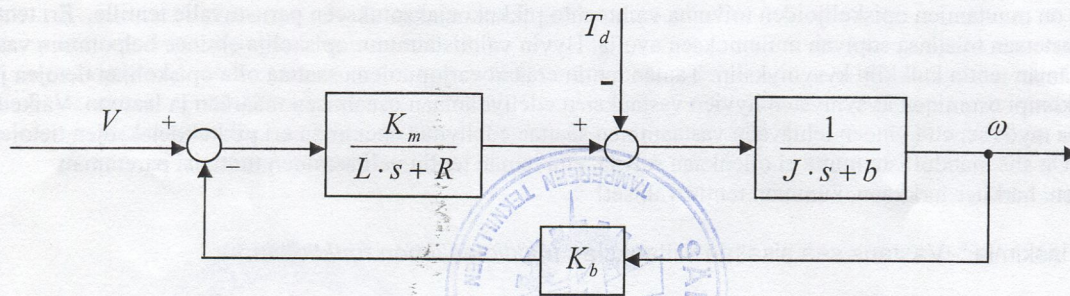


3a. Laske ao. lohkokaaavion moottorimallille häiriön T_d ja pyörimisnopeuden ω välinen siirtofunktio: 3 p.



3b. Piirrä ruutupaperille siirtofunktion

$$G(s) = -10 \cdot \exp(-\pi \cdot s)$$

Bode-diagrammi lineaariselle taajuusasteikolle.

3 p.

4a. Prosessin siirtofunktio on $1/(s+1)$, anturi on *ideaalinen* ja säätimen siirtofunktio on k/s .

Mitoita parametri k niin, että säätöpiirin askelvaste on *mahdollisimman nopea monotoninen funktio*.

2 p.

4b. Erään säätöpiirin prosessin siirtofunktio on $1/(s^2 + 2 \cdot s + 1)$, säätimen siirtofunktio on k/s , ja anturi on *ideaalinen*. Asetusarvofunktio on yksikkörampifunktio. Esitä *säätövirheen loppuarvo* parametrin k funktiona.

4 p.

5a. DI Huttunen viritti erään säätöpiirin säätimen niin, että piirin vahvistusvaraksi tuli $6 \cdot \text{dB}$. Työn tarkastamiseen määrätty DI Tuttunen oli kuitenkin sitä mieltä, että ko. sovelluksessa desibelivahvistusvaran tulisi olla $12 \cdot \text{dB}$. Millaisella säätimen virityksen yksinkertaisella muutoksella ko. muutos saadaan aikaan? Älä vastaa dB-yksikköä käyttäen. Voit olettaa, että säädin on esim. **P**-, **I**-, **PI**-, **PD** tai **PID**-säädin vaan ei se ole välttämätöntä hyvin muotoillun yleisen väittämän esittämiseksi.

2 p.

5b. Prosessin siirtofunktio on $1/(s+1)$, anturi on *ideaalinen* ja säätimen siirtofunktio on k/s .

Viritä säädin niin, että säätöpiirin *vaihevara* on 60° . Piirrä kuva, jos koet sellaisen tarvitsevasi.

2 p.

5c. Mitä tarkoittaa digitaalinen säätö? Vastaa lohkokaaavion, kuvaajien ja lauseiden avulla.

2 p.

Tämä tentti on muutamien opiskelijoiden toivoma vaihtoehto pikkukoejaksoitukseen perustuvalla tentillä. Eri tenttien pisteet rinnastetaan toisiinsa sopivan muunnoksen avulla. Hyvin valmistautunut opiskelija ehtinee helpommin vastata paremmin tämän tentin kaikkiin kysymyksiin. Tämän tentin eräänä varjopuolena saattaa olla opiskelijan tietojen ja taitojen heikompi osuminen kysymysten hyvien vastauksien edellyttämään osaamisen määrään ja laatuun. Vaikeuksia voi aiheuttaa myös se, että yhteen tehtävään vastaaminen saattaa edellyttää enemmän eri pikkukoejaksojen tietojen yhdistelyä. On siis mahdollista mutta ei ollenkaan selvää, että tämän tentin valitseminen tuottaisi paremman tenttituloksen: harkitse tarkkaan, kumman tentin valitset!

- Ei laskimia : Vastaus saa sisältää viittauksia *funktiolaskimen funktioihin*.
- Ei kännykkää , korvalappusoittimia tms.
- Ei omia taulukoita : sinun tulee saada vähintään 2 taulukkosivua (yhdeellä tai kahdella arkilla)
- Vedä vastauspaperin kunkin sivun ulkoreunaan sivumarginaaliviiva, marginaalin leveys 2 ruutua.
- Muista kirjoittaa vastauspaperin 1. sivun yläreunaan oma nimesi ja opiskelijanumerosi
- Lue kysymykset ja tulkkaa ne itsellesi huolellisesti. Vastaa kysytyyn, älä johonkin muuhun!

1a. Piirrä karkea *lohkokaavio* säätöjärjestelmälle, jossa ohjauksen muodostuksessa käytetään sekä *myötäkytkentää* (*feedforward control*) että takaisinkytkentää (*feedback control*) ja nimeä sekä lohkot että niiden IO-funktiot yleisnimin.

3 p.

1b. Esittele *P-säädin* , *I-säädin* ja *PI-säädin* : lohkokaaviot , matemaattiset yhtälöt aikafunktioille (ei siis siirtofunktiomuodossa) sekä vahvuudet ja heikkoudet.

3 p.

2a. Vedenkeitin käyttää sähkötehoa veden lämmittämiseen. Esitä tätä havainnollistava matemaattisia merkintöjään sisältävä lohkokaavio veden lämpötilan muutokselle. *Vihje*: Lämpötilamuutoksen ΔT edellyttämä energialisäys ΔQ on likimain $\Delta Q = cm \cdot \Delta T$, missä vakiot m ja c ovat lämmitettävän aine-erän massa ja ominaislämpökerroin.

2 p.

2b. Erään läpivirtaussäiliön vesitilavuus V noudattaa epälineaarista differentiaaliyhtälömallia

$$\dot{V} = u - \beta \cdot V^\alpha$$

missä *funktio* u on säiliöön virtaavan veden tilavuusvirtaus ja α , β ovat positiivisia vakioita.

Tasapainotoimintapiste olkoon $V = 1$. Johda sekä funktion u tasapainoarvo että muuttujien u , V vähäisten muutosten keskinäisen riippuvuuden arviointiin sopiva *lineaarinen* differentiaaliyhtälö.

2 p.

2c. Erään systeemin outputfunktion y riippuvuutta inputfunktioista u kuvataan ao. vakiokertoimisella differentiaaliyhtälömallilla. Johda systeemin siirtofunktio:

$$\tau \cdot \dot{y}(t) + y(t) = k \cdot u(t - d)$$

2 p.