

**ACI-20010 Automaatiotekniikan perusteet Tentti 07.03.2011**

Ei laskimia, ei omia taulukoita. Valvojalta saat kaavaston, johon sinun ei pidä kirjoittaa mitään ja joka sinun tulee palauttaa.

1. a) Esitä OK-talon lämpötilan edistyneen hallinnan lohkokaavio ottamatta kantaa lämmöntuottotapaan. Nimeä lohkot sekä niiden ja koko systeemin inputfunktiot ja outputfunktiot yleisnimin. Ole huolellinen ja johdonmukainen pienimmissäkin yksityiskohdissa. **3p.**

- b) Kerro yhdellä napakalla virkkeellä PLC-pohjaisten ohjausjärjestelmien vikojen jakautumisesta paikan (sijainnin) suhteen. **1p.**

- c) Mitä tarkoittaa suomeksi ilmastonin PI-kaavion piirrosmerkkien kirjainlyhenne **LICA**? **1p.**

- d) Mainitse/nimeä kaksi erityyppistä neljänneskierrosventtiiliä. **1p.**

2. a) Esitä alkeislohkokaavio lämpötila-anturille, joka muodostaa lämpötilafunktiolle (lämpötilafunktiosta)  $u$  mittaustulosfunktion  $x$  niin, että

$$2 \cdot \dot{x}(t) + x(t) = u(t) \quad \mathbf{2p.}$$

- b) Läpivirtaussäiliön nesteen tilavuus  $V$  riippuu tulovirtauksen tilavuusvirtauksesta  $q$  oheisen mallin mukaisesti. Halutussa tasapainossa tilavuuden arvo on 4. Laske tilavuusvirtauksen  $q$  vastaava tasapainoarvo  $\bar{q}$ . Johda sitten myös lineaarinen differentiaaliyhtälömalli, jonka avulla voidaan arvioida tilavuuden  $V$  vaihtelua arvon 4 ympäristössä funktion  $q$  vaihdellessa hieman arvon  $\bar{q}$  ympäristössä.

$$\dot{V}(t) = q(t) - 0.04 \cdot V^{0.5}(t) \quad \mathbf{2p.}$$

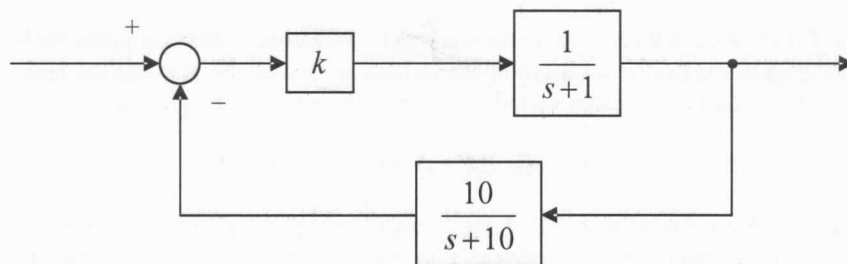
- c) Sähkömoottorin tuottaman vääntömomentin  $T$  vaikutusta moottorin akselin kulmanopeuteen  $w$  ja kääntymäkulman muutokseen  $\theta$  kuvaa oheinen malli. Esitä se matriisinotaatiota käyttävänä standardimuotoisena tilamallina, jonka output on  $\theta$ . Määrittele, nimeä yleisnimin ja esitä selvästi mallirakenteessa tarvittavat skalaarifunktiot, vektorifunktiot ja parametrimatriisit! **2p.**

$$\dot{w} = T - 20 \cdot w, \quad \dot{\theta} = w$$

3. a) Erästä ilmastointikojetta ohjaavan säätimen vakioparametrinen malli säätimen inputista  $e$  säätimen outputiin  $u$  on alla. Johda säätimelle siirtofunktio. Pelkistetty laskelmakin riittää. **2p.**

$$u(t) = u(0) + p \cdot [e(t) - e(0)] + k \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau$$

- b) Laske alla olevan lohkokaaavion kuvaaman systeemin siirtofunktio ja esitä tulos hyvin: **2p.**



4. a) Etsi systeemin **BIBO**-stabiiliusehdot **Routh**-testillä, kun systeemin siirtofunktio on

$$G(s) = \frac{k}{s^3 + 6 \cdot s^2 + 11 \cdot s + k}$$

3p.

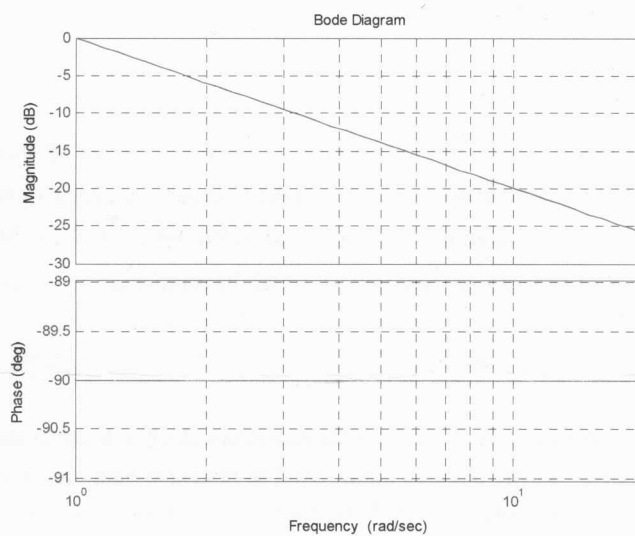
- b) Johda alla annetun siirtofunktion taajuusvasteen amplitudivahvistus ja vaihesiirto:

2.5p.

$$G(s) = \frac{\exp(-s)}{s+1}$$

5. a) Alla on erään *prosessin* **Bode**-diagrammi. Siinä vaihe on  $-90^\circ$  kaikilla kulmataajuuksilla. *Mittaussysteemi* on ideaalinen. *Säätimiksi* valitaan **P**-säädin, jonka *proportionaalivahvistukseksi* valitaan **10** (jota ei ole huomioitu **Bode**'ssa). Laske/johda viivevara päätelysi huolellisesti dokumentoiden.

2.5p.



- b) Erään mittausysteemin siirtofunktio on alla. Systeemillä mitataan yksikköramppifunktio. Päättele pätevästi ja huolellisesti mittausvirheen loppuarvo. Kyse ei nyt ole säädöstä, joten älä sotke laskelmaan mitään prosesseja, säätimiä eikä mitään feedback-juttuja muutenkaan.

2p.

$$H(s) = \frac{1}{s^2 + a \cdot s + 1}$$

- c) Tämän tehtävän *b*-kohdan anturilla mitataan myös askelfunktio. Millä parametrin  $a$  arvoilla mittaustuloksessa ei silloin ole ylitystä? Esitä laskelma ja ilmaise sen mahdollistama päätelmä mahdollisimman jämptissä muodossa eli parametrin  $a$  mahdollisen arvoalueen (välin) mainiten.

2p.

6. a) Selosta *digitaalista* **P**-säätöä henkilölle, joka tuntee analogisen **P**-säätimen, mutta ei tunne digitaalista säätöä. Tehtävässä **ei** siis kysytä **LAB**-työohjeen tarinaa jatkuva-aikaisesta säädöstä **eikä** siinä muutenkaan pyydetä säädinrakenteiden vertailua tai vahvuuksien/heikkouksien esittelyä!

2.5p.

- b) **ATEX**-direktiiviä tulee soveltaa eräisiin kohteisiin eräin ehdoin. Täsmennä!

1.5p.

- c) Kerro lyhyesti automaatiojärjestelmän (metsoDNA jne.) tietoliikenneasioista yleisellä kaupallisteknisellä tasolla tunnettuihin käsitteisiin, termeihin ja ehkä tuotenimiinkin viitaten. Kuulijakunnan jäseniksi voit olettaa teknologiafirmassa työskenteleviä joko kauppatieteellisen tai teknisen koulutuksen saaneita eri tasojen johtajia/päälliköitä.

2p.