

- 7a. Erään systeemin navat ovat 0, -1, 0. Onko systeemi BIBO-stabiili, marginaalisesti stabiili vai epästabiili? 1p.
- 7b. Erään systeemin siirtofunktio on alla. Johda systeemin **BIBO**-stabiiliusehdot **Routh**-testillä, ja esitä ne kootusti epäyhtälökokemuksena. Ole huolellinen ja harkitseva ehtoja muokatessasi, ja esitä ehdot helposti tulkittavassa muodossa 3p.

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

8. Erään systeemin siirtofunktio G on alla. Johda amplitudivahvistusfunktion ja vaihesiirtofunktion lausekkeet.

$$G(s) = \frac{K \cdot \exp(-d \cdot s)}{s \cdot (T \cdot s + 1)}, T > 0 \quad 4p.$$

- 9a. Mikä/millainen on räjähdysvaarallisen tilan varoitusmerkki? Kuva + tarvittaessa lyhyt täsmennys! 1 p.
- 9b. Taajuusmuuttajan avulla ohjattua moottoria käytetään mm. pumpeissa. Minkä edun saavuttamiseksi? 1 p.
- 9c. ZN-menetelmä ehdottaa P-säätimen vahvistuksen arvoksi kriittisen arvon puolikasta. Kuinka monen desibelin vahvistusvara sillä saavutetaan? 1 p.
- 9d. Eräessä säätöpiirissä vaihevara on 60° , dB-vahvistusvara on $10 \cdot dB$, vaiheen ylimenokulmataajuus on $40 \cdot rad/s$, ja vahvistuksen ylimenokulmataajuus on $20 \cdot rad/s$. Operaattori on Ilveksen kannattaja. Mikä on piirin viivevara? 2 p.
- 10a. Säätimen erällä virityksellä eräs herkkyys oli 3. Toisella virityksellä vastaavaksi herkkyydeksi saatiin 4. Kumpi arvoista on parempi? 1 p.
- 10b. Erään pinnankorkeuden mittausjärjestelmän siirtofunktio on alla. Mittausjärjestelmällä mitataan pinnan korkeus, joka kasvaa lineaarisesti alkuarvosta nolla kulmakertoimella 2. Päättele pätevällä menetelmällä mittausvirheen teoreettinen raja-arvo ajan kasvaessa rajatta. 2 p.

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

- 10c. Valvomotilojen suunnittelussa huomioitavat seikat ... ranskalaisin viivoin. 2 p.
- 11a. Systeemin output siirtyy tasapainoarvosta 3 tasapainoarvoon 8 inputin hetkellä nolla tapahtuneen askelmuutoksen johdosta. Mikä on outputin arvo asettumisajan suuruudella hetkellä? 1 p.
- 11b. Systeemin, jonka siirtofunktio on alla, askelvaste halutaan mahdollisimman nopeaksi sallimatta ylitystä. Millä parametrin a arvolla tämä onnistuu? 1 p.

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

- 11c. Säätöpiirin herkkyys prosessin suhteen ja sen yhteydet säätöpiiriin muihin keskeisiin ominaisuuksiin. Kirjoita lyhyt ja ytimekäs essee. 2 p.
- 12a. Selosta ytimekkäästi digitaalista PI-säätöä analogisen säädön perusteellisesti tuntevalle henkilölle, jolla ei ole perustietoja digitaalisesta säädöstä. Vastaukseen kaivataan lohkokaavio, funktioiden graafisia esityksiä, kaavoja, jotain tärkeää subjektiivisista valinnoista, sekä algoritmien/proseduraalinen kuvaus, jonka avulla säädön toimintaperiaate on kunnolla ymmärrettävissä. 2.5p.
- 12b. Profibus DP:n keskeiset ominaisuudet 2.5p.

Automaatiotekniikan perusteet Pitkän tentin A-osa / A- testi / Pikkukokeet 01-06 18.01.2010

1. Esitä OK-talon sisälämpötilan modernin hallinnan hyvin dokumentoitu lohkokaavio. 4p.
- 2a. Etäohjauksen tiedonsiirron yksinkertainen matemaattinen malli : oletukset, laskelma, malliyhtälön tavanomainen esitysmuoto? 2p.
- 2b. Alla on erään jousi-massa-vaimennin -systeemin dynaaminen malli, jossa r on ulkoinen voima, y on kappaleen paikkakoordinaatti ja v on kappaleen nopeus. Piirrä systeemille alkeislohkokaavio. 2p.

$$\frac{d}{dt}(m \cdot v) = r - (k \cdot y + b \cdot v)$$

- 3a. Erään säiliön nestetilavuus V riippuu tulotilavuusvirtauksesta u alla annetun mallin mukaisesti. Tilavuuden toimintapistearvo on $\bar{V}$, joka on myös erään tasapainotilan arvo. Johda lineaarinen malli, jonka avulla voimme arvioida tilavuuden vaihtelua mainitun arvon ympäristössä. 2 p.

$$\frac{dV}{dt} = u - k \cdot V^{0.5}$$

- 3b. Moottorin kulmanopeuden ω riippuvuutta moottorin saamasta jännitteestä V kuvataan alla annetulla vakiokertoimisella mallilla, jossa i on moottorin erään virtapiirin virta, ja T on virran tuottama vääntömomentti. Esitä malli matriisinotaatiota käyttävänä tilaesitysmallina, jonka output on ω . 2 p.

$$\frac{di}{dt} + a \cdot i = b \cdot V, \quad T = k \cdot i, \quad \frac{d\omega}{dt} + c \cdot \omega = d \cdot T$$

- 4a. Johda yksikköaskelfunktion Laplace-muunnos. Apukaava: $a \neq 0 \Rightarrow \int e^{at} = \frac{e^{at}}{a}$ 2 p.
- 4b. Mikä on SCADA ja mikä on sen merkitys ja tarkoitus PLC-asiayhteydessä? 1 p.
- 4c. Salin sisälämpötilan mittaussarvoa pitäisi kuvata virtaviestin avulla. Kerro lyhyesti aiheesta! 1 p.
- 4d. Mitä tarkoittaa salin ilmastoinnin instrumentointikaavion erään piirrosmerkin kirjainlyhenne TIR? 1 p.
- 5a. Mikä siirtofunktio kuvaa yhden minuutin viivästystä, jos aikayksikkö on sekunti? 1 p.
- 5b. Mikä on integraattorin siirtofunktio? 1 p.
- 5c. Salin erästä ilmastointikojetta ohjaavan säätimen vakiokertoiminen malli säätimen inputista e säätimen outputiin u saattaisi olla $\dot{u} + a \cdot u = b \cdot \dot{e} + c \cdot e$. Johda säätimelle siirtofunktio. 2 p.
- 5d. Läpivirtaussäiliön pinnankorkeutta voidaan hallita sekä ilman takaisinkytkentää että vaikkapa P-säätöön tukeutuen. Vertaile näiden vaihtoehtojen säätötuloksia asetusarvon muutoksen jälkeen sekä tarkkuuden että nopeuden osalta, ja kerro myös säätimen virityksen vaikutuksesta. 1p.
- 6a. Laske alla olevan lohkokaaavion esittämän systeemin navat. 2p.
- 6b. Laske alla olevan lohkokaaavion systeemille siirtofunktio inputista r funktion x . 2p.
- 6c. Piirrä alla olevaa lohkokaaaviota vastaava signaalivirtauskaavio. 1p.

