

Järjestelmien ohjauk Viikkokokeet 01-07 & A- testi 28.10.2010

Tehtävien 1-7 numero-osa on viikkokokeen numero. Tehtävällä voi olla eri kirjaimin eroteltuja osia. Esimerkiksi Viikkokokeen 4 vastine on yhdistelmä 4a&4b. Voit palauttaa vastauksia viikkokokeista, joista et ole palauttanut vastausta aiemmin. A-testi kattaa kaikki tehtävät ja eliminoi mahdolliset aiemmat viikkokoe pisteet. Otsikoi valintasi mukaan vastauspaperi joko otsikolla **Viikkokokeita** tai otsikolla **A-testi**.

0. Tänään kendon eli manselaisittain kiakon SM-liigassa HIFK kohtaa Stadissa Ilveksen. HIFK:ssahan pelaa mm. runsaalla omatoimisella harjoittelulla huipuksi kehittynyt Mikael Granlund. Veikkaa ottelun lopputulos: luvassa on mainetta ja kunniaa, ei pisteitä. No niin, veikkaamisen tarpeesi lienee nyt tyydytetty: älä veikkaa enää tänä iltana mitään. Lotto on lauaintaina, kun taas automaation analyysi, suunnittelu ja käyttö 24/7 vaativat vakaata harkintaa ja systematiikkaa ja ... runsaasti edeltävää reeniä! Muuten, jäähallissakin on moottoreita ...

1. Esitä OK-talon sisälämpötilan modernin hallinnan hyvin dokumentoitu lohkokaavio vesikiertoista lattialämmitystä käytettäessä. Esitä myös moottori ja siihen kytkeytyvä komponentti lohkokaaviossa. 4 p.

2a. Johda ja esitele hihnakuljettimella siirrettävän aineen poistomassavirtauksen matemaattinen malli, kun inputina on aineen tulomassavirtaus: oletukset, laskelma, malliyhtälön tavanomainen esitysmuoto, kurssin ajaksi sovittu lohkokaavioesitys. Kuljettimen moottoria, säätimiä tms. oheisia ei tässä siis pyydetä. 2 p.

2b. DC-moottorin kulmanopeuden ω riippuvuutta moottorin saamasta jännitteestä V kuvataan alla annetulla vakiokertoimisella mallilla. Siinä i on moottorin erään virtapiirin virta, T_d on kuormitushäiriö, T on virran tuottama vääntömomentti, ja T_d on kuorman vääntömomentti. Esitä mallille alkeislohkokaavio.

$$L \cdot \frac{di}{dt} + R \cdot i = b \cdot V, \quad T = k \cdot i, \quad T_L = T - T_d, \quad J \cdot \frac{d\omega}{dt} + b \cdot \omega = T_L \quad 2 \text{ p.}$$

3a. Alla on erään sähkömoottorin pyörimisnopeuden ω eräs epälineaarinen malli, jonka inputeja ovat tuotettu vääntömomentti T ja kuormitushäiriö T_d . Tasapainotoimintapisteessä kuormitushäiriö on nolla ja pyörimisnopeudella on vakioarvo $\bar{\omega}$. Johda yksinkertainen lineaarinen dynaaminen malli, joka kuvaa pyörimisnopeuden vaihtelua tuotetun vääntömomentin ja kuormitushäiriön vaihdellessa hieman toimintapistearvojensa läheisyydessä.

$$\frac{d\omega}{dt} + f \cdot \omega + g \cdot \omega^2 = h \cdot (T - T_d) \quad 2 \text{ p.}$$

3b. Esitä Tehtävän 2b DC-moottorille lineaarinen vakiokertoiminen matriisinotaatiota standardinmukaisesti käyttävä tilamalli. Määrittele ja esitä mallin funktio-objektit huolellisesti, ja esitä mallirakenne ja sen vakiomatriisit selvästi ne malliyhtälöön sopivasti kytkien/liittäen/assosioiden. 2 p.

4a. Määrittele lineaarisen jatkuva-aikaisen tilamallin tarkkailtavuus verbaalisesti lyhyesti ja ytimekkäästi, toki matemaattisiin merkintöihin tarvittaessa viitaten mutta esittämättä kaavoja ja testiproseduureja. Voit halutessasi selventää vastaustasi kuvalla, jossa tilamuuttujien lukumääräksi oletetaan kaksi. Älä vastaa tähän tavalla, jota sinulta odotetaan b-kohdasta. 1 p.

4b. Erästä uima-allasta täytettiin moottorikäyttöisen pumpun avulla. Ohessa on altaan veden pinnankorkeuden mittausarvon m eräs malli, jossa w edustaa kahta tilavuusvirtausta. Onko systeemi tarkkailtavissa? Tutki asiaa kurssin esittelemällä standarditestillä. 2 p.

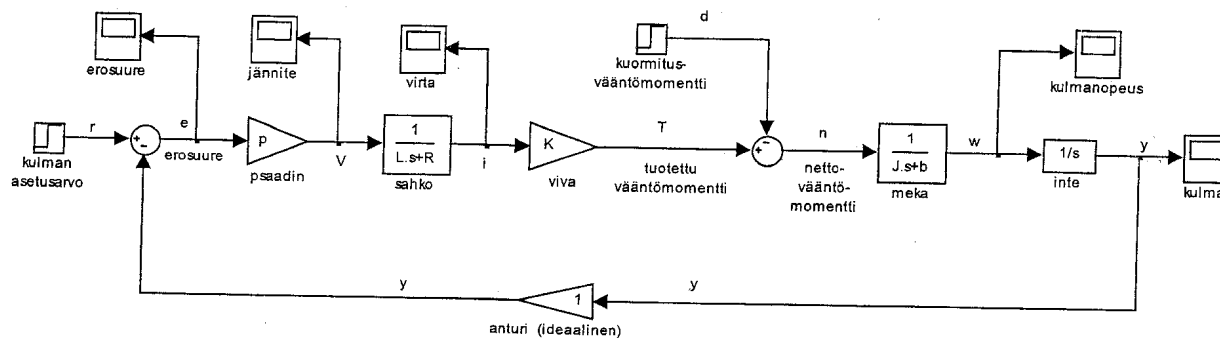
$$\dot{f} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \cdot f + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot w, \quad m = [c \quad 0] \cdot f$$

4c. Mikä on kolmen sekunnin viivästystä kuvaava siirtofunktio? Vain siirtofunktio, please! 1 p.

- 5a. Alla on DC-moottorin lineaariseen malliin sisältyvä osamalli, jossa moottorin aktiivin virtapiirin virran tunnus on i , ja T_d on kuormitushäiriö. Esitä tämä kahden inputin vaikutusta kuvaava malli sekä hyvin organisoituna **Laplace-polynomimallina** että (hyvin ...) **Laplace-siirtofunktiomallina**. 1.5 p.

$$J \cdot \frac{d\omega}{dt} = K_m \cdot i - T_d - b \cdot \omega$$

- 5b. Kuvassa on tietokoneen kovalevyn lukupään asentosäätöpiirin **Simulink**-lohkokaavio lisäkielkkeineen. Jo paljon lukupäätäsi vaatinut lukupää on kiinnitetty moottorin akselin pyörittämään käsivarren päähän ja kykenee siten liikkumaan pyörivän levyn päällä. Laske siirtofunktio **kuormitushäiriöstä** kulmaan ja esitä se standardimuotoisena rationaalifunktiona. 3 p.

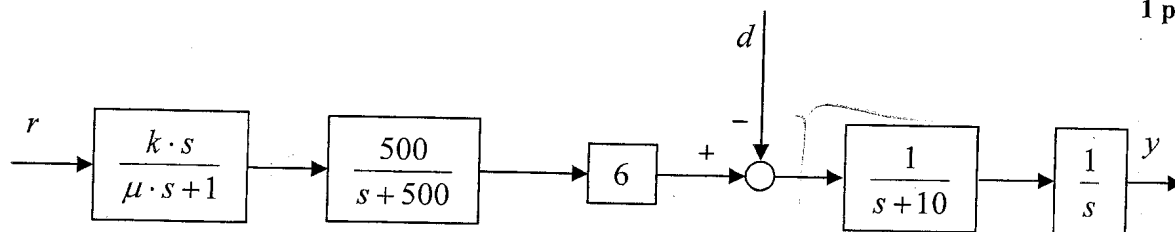


- 6a. Tehtävän 5b sovelluksessa siirtofunktio kulman **asetusarvosta** kulmaan on alla annettu. Etsi kyseisen mallin stabiiliusehdot **Routh**-testillä ja jalosta ne helposti luettavaan/tulkittavaan muotoon. 3 p.

$$G_{yr}(s) = \frac{Kp}{JL \cdot s^3 + (JR + bL) \cdot s^2 + Rb \cdot s + Kp}$$

(Ei, tämä ei ole T5b:n vastaus!)

- 6b. Jossakin rakkaan aaltopelti yliopistomme ulkopuolella joku ässäfani on juoninut moottorin akselin kulman ohjaukseen strategian, joka käy ilmi oheisesta kuvasta asetusarvolle r . Esitä **stabiiliusanalyysi!** 1 p.



- 6c. Johda Tehtävän 6b kahden viimeisen lohkon muodostaman osajärjestelmän polynomimalli lohkojen polynomimalleista käyttämättä sarjaankytkennän siirtofunktion kaavaa. 1 p.

- 7a. Laske ja esitä sievennetyssä muodossa alla annetun siirtofunktion G_1 amplitudivahvistus. 2 p.

- 7b. Laske ja esitä sievennetyssä muodossa alla annetun siirtofunktion G_1 vaihesiirto. 2 p.

$$G_1(s) = \frac{1-s}{1+s} \cdot \exp(-s)$$

- 7c. Erään systeemin pienin estokulmataajuus on 3, pienin läpäisykulmataajuus on 5 ja nollataajuuden amplitudivahvistus on 4. Systeemin operaattori kannattaa *Tapparaa*. Mikä on (lukuarvoltaan) systeemin amplitudivahvistus kaistanleveyden suuruisella kulmataajuudella? *Vihje*: Ei ole 8. 1 p.