

**ASE-1250 Järjestelmien ohjaus & ASE-1230 Systemitekniiikan perusteet 2**  
TTY A-testi & Pikkukokeita 20.06.2013

**Tehtävä 2** on myös **Pikkukoe 2** jne. Muutama tehtävä kuten mm. **T3** koostuu osista **T3a**, **T3b** jne. **ASE-1230:n** koe ei sisällä **Tehtäviä 1-3**. Yhden tai useamman tehtävän pistemäärä voidaan kirja myös pikkukoesysteemin pistelaskentaan, jos opiskelija ei ole palauttanut aiemmin vastaavan pikkukokeen vastausta.

**Tehtävä 1. Ohjaamistavoista**

OK-talonlämmitystä voidaan ohjata edistyksellisesti sekä servotehtävän että regulointitehtävän vaatimukset huomioon ottaen. Piirrä ja dokumentoi hyvin sellaisen ohjaustavan käyttöä kuvaava lohkokaavio, johon sisältyy myös ohjauksen kohteena oleva järjestelmä. Nimeä lohkokaaviosi keskeiset osasysteemit ja I/O-funktiot myös termikielellä. Älä ota kantaa lämmöntuottolaitteistoon: Vastauksesi tulee soveltua eri lämmitysmuodoille kuten patterilämmitys, lattialämmitys, kattolämmitys jne. **4p.**

**Tehtävä 2. Dynaamisen mallin alkeislohkokaavio**

Staattorihjatun DC-moottorin akselin kulmanopeus  $w$  riippuu moottorin ohjausjännitteestä  $v$  ja kuormitushäiriöstä  $T_d$  oheisen vakiokertoimisen mallin mukaisesti. Piirrä mallille alkeislohkokaavio.

$$L \cdot \frac{di(t)}{dt} + R \cdot i(t) = v(t), T(t) = K \cdot i(t), T_L(t) = T(t) - T_d(t), J \cdot \frac{dw(t)}{dt} = T_L(t) - b \cdot w(t) \quad \mathbf{4p.}$$

**Tehtävä 3a. Dynaamisen mallin linearisointi**

**2p.**

Pystysuoraan nousevan raketin nopeuden  $v$  riippuvuutta raketin työntövoimasta  $u$  kuvataan joskus lyhyehköllä aikavälillä oheisella vakioparametrisella mallilla. Siinä huomioidaan gravitaatio ja ilmanvastus mutta ei esimerkiksi massan pienenemistä polttoaineen vähenemisen vuoksi. Nopeuden haluttu tasapainoarvo olkoon  $v_0$ . Kirjoita tämän tasapainon ylläpitoon vaadittava työntövoiman vakioarvo  $u_0$  **sekä** lineaarinen vakiokertoiminen differentiaaliyhtälömalli, joka kuvaa työntövoiman poikkeaman  $u(t) - u_0$  aiheuttamaa nopeuspoikkeamaa  $v(t) - v_0$ . Mallin johtoa ei siis tarvitse esittää, jos osaat kirjoittaa kysytyn mallirakenteen ja laskea siinä esiintyvien parametrien arvot.

$$m \cdot \frac{dv(t)}{dt} = u(t) - m g - k \cdot v(t) \cdot v(t) \quad (\text{massalle } m, \text{ putoamiskiihtyvyydelle } g)$$

**Tehtävä 3b. Lineaarisen tilamallin matriisikertoiminen esitys**

**2p.**

**Tehtävän 2** moottorimallin kulmanopeudelle  $w$  halutaan standardimuotoinen tilaesitys

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

missä  $y = w$ . Valitse ja esitä sopivat vektorit  $u$  ja  $x$  sekä niihin sopivat matriisit  $A, B, C, D$ .

#### Tehtävä 4. Ohjattavuus ja tarkkailtavuus

Uima-allasta täytellään vedellä moottorikäyttöisen pumpun avulla. Ohessa on altaan veden pinnankorkeuden  $h$  eräs malli, jossa  $h_{ref}$  edustaa pinnankorkeuden haluttua arvoa.

$$\dot{f} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \cdot f + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot h_{ref}, \quad h = \begin{bmatrix} 0 & k \end{bmatrix} \cdot f$$

a) Tutki systeemin (mallin) ohjattavuutta kurssin esittelemällä matriisitestillä. **2p.**

b) Tutki systeemin (mallin) tarkkailtavuutta kurssin esittelemällä matriisitestillä. **2p.**

#### Tehtävä 5a. Laplace-muunnos

Johda yksikköaskelfunktion *Laplace*-muunnoksen lauseke (muunnoksen määritelmäintegraalin perusteella). **2p.**

#### Tehtävä 5b. Ensimmäisen kertaluvun I/O-differentiaaliyhtälön tilaesitys

Yhteistyökumppanisi on johtanut projektinne erään systeemin outputille  $y$  oheisen vakioker-toimisen mallin, jossa  $u$  on systeemin input. Johda ja esitä mallille alkeislohkokaavio, jokin tilaesitys ja (valitsemasi tilaesityksen) tilamuuttujan alkuarvo. **2p.**

$$\dot{y}(t) = a y(t) + b \dot{u}(t) + c u(t)$$

#### Tehtävä 6a. I/O-mallin esittäminen Laplace-muunnoksen avulla

Johda *Tehtävän 5b* mallille sekä polynomimalli että siirtofunktio ja osoita jälkimmäises-tä seuraavat osat/objektit: luonnollisen vasteen *Laplace*-muunnos, pakkovasteen *Laplace*-muunnos, siirtofunktio. Siirtofunktion saa tarkastaa jollakin kilpailevalla menetelmällä. **2p.**

#### Tehtävä 6b / Järjestelmien ohjaus: Säätorakenteista

Piirrä lohkokaavio, joka valottaa kaskadisäädön käyttöä DC-moottorin akselin kulman oh-jauksessa. **2p.**

#### Tehtävä 6b / Systeemitekniikan perusteet 2:

P-säätimen outputfunktion hetkellisarvo saadaan kaavasta  $u(t) = \bar{u} + K_p \cdot (r(t) - m(t))$ , mis-sä  $\bar{u}$  on vakio,  $r$  on asetusarvofunktio,  $m$  on mittausfunktio ja  $K_p$  on proportionaalivahvis-tus. Säätimellä on siis kaksi inputfunktioita,  $r$  ja  $m$ . Johda siirtofunktio funktiosta  $m$  funk-tioon  $u$ . **1p.**

#### Tehtävä 6c / Systeemitekniikan perusteet 2: Signal Flow Graph

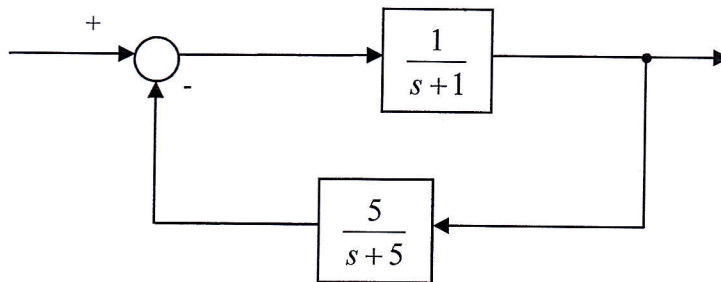
Piirrä *Tehtävän 6b* P-säätimen mallille jokin pätevä *Signal Flow Graph*. **1p.**

### Tehtävä 7

- a) Ohjattavan systeemin (toimilaitteen ja prosessin sarjaankytkennän) siirtofunktio on alla oleva  $G$ . Siirtofunktioksi prosessin outputin asetusarvosta prosessin outputiin halutaan alla oleva  $Q$ . Ohjausfunktion muodostajaksi päätetään valita etukompensaattori. Johda kyseisen etukompensaattorin siirtofunktio  $F$ . 1p.

$$G(s) = \frac{K_G}{T_G \cdot s + 1}, T_G > 0 \quad ; \quad Q(s) = \frac{1}{T_Q \cdot s + 1}, 0 < T_Q < T_G$$

- b) Muodosta oheisen lohkokkaavion kuvaaman kokonaissysteemin siirtofunktio ja esitä se kahden hyvin organisoidun polynomin osamääränä: 3p.



**Järjestävä palloseura** eli paikallinen ässävalmentaja apureineen toivottaa kotoisempiin asemiisi *rauhallista juhannusta* helpommin sulavin antimin. Huolehdi kotisi/mökkisi lämpötilasta, veden pumppauksesta. Toivottavasti antennin, ilmastointikojeen, kylmälaitteiden ja viihdelaitteiden moottorit jne. ovat hyvässä iskussa Tarkista **JMV**-osaamisellasi lenkkareidesi iskunvaimennus ennen lenkille lähtöä ja auton iskunvaimennus ennen huonoille teille lähtöä, etteivät kuoppaisen tien aiheuttamat impulssimaiset häiriöt pääse liiaksi kiusaamaan. Varjele reaktioaikaasi (⊗) valitsemalla tulovirtausnesteesi harkitusti. Huomioi kyydissäolijoiden ja tankatun bensen tai dieselin vaikutus auton massaan ja sen myötä ajo-ominaisuuksiin. Muista liikenteessä säätötekniset ohjausperiaatteet ja varaudu kitkakertoimen muutoksiin. Älä unohda liettä ja kiuasta päälle. Pyttipannua syödessäsi huomioi kylläisyyden tunteen dynamiikka ylensyönnin välttämiseksi. Muista sulkea erilaiset pohjaventtiilit, äläkä unohda veneen pohjatappiakaan. Älä keikuta venettä edes poistovirtaustarpeen yllättäessä. Ole varovainen säädelläessäsi veden lämpötilaa suihkussa käydessäsi. Palaa ajoissa ASEmiin ([www.ase.tut.fi](http://www.ase.tut.fi)) automaatiota TUTkimaan. Tekemisen puutteen yllättäessä ratkaise myös seuraava tehtävä **Simulink**'in avulla: Jos syöt pyttipannua vakiointensiteetillä  $k$  (yksikkö **g/min**), ja kylläisyyden tunteesi kehittyy aikavakiolla  $T$  (yksikkö **min**), niin kuinka paljon liikaa olet syönyt saavuttaessasi kylläisyyden tunteen? Älä testaa käytännössä, älä edes emuloi juomalla ... vaan juurikin simuloi, ellet jo nyt kykene pätevämpään analyysiin. Muista jatkossa sekä käydä JOukkeen yhteisissä reeneissä  $0 < x < 6$  h/aihe että reenata omatoimisesti  $(10-x)$  h/aihe. Reenaa joka tapauksessa tehokkuutesi **herkkyiden** viijaamassa määrin aiempaa enemmän, jos kokeen jälkeiset tehopisteesi eivät ole riittävän korkeat. Ilman kovaa työtä eivät tulleet *Kärppien* aiemman menestyksen taustalla olleet automaatiobusineksessa hankitut rahatkaan.