

Tehtävien 1-6 numero-osa vastaa viikkokokeen numeroa. Tehtävällä voi olla eri kirjaimin eroteltuja osia. Esimerkiksi Viikkokokeen 2 vastine on yhdistelmä 2a&2b. A-testi kattaa kaikki tehtävät.

0. Tänä iltana "kendon" eli manselaisittain *kiakon* SM-liigassa **HIFK** kohtaa *Stadissa* runsaalla omatoimisella harjoittelulla huipuksi kehittyneen (sanoo **IL 28.10.2009**) *Mikael Granlundin* johdolla **Porin Ässät**. Veikkaa ottelun lopputulos (mainetta ja kunniaa, ei pisteitä). No niin, veikkaamisen tarpeesi lienee nyt tyydytetty: älä veikkaa enää tänä iltana mitään, älä edes ässiä koskevissa tehtävissä. *Lotto* on lauantaina, kun taas automaatioanalyysi ja -suunnittelu arkena ja käyttö 24/7 vaativat vakaata harkintaa ja systematiikkaa.

1. Pelin jälkeen *Mikael* menee pukuhuoneen viereisen pesuhuoneen suihkun alle ja alkaa käännellä suihkun sekoittimen vipua tavoitteenaan saada sekoittimeen kiinnitetystä letkusta sopivanlämpöistä vettä iholleen. Suihkuavan veden lämpötilaa hän tunnustelee varpaallaan. Piirrä tapahtumasta säätötekniinen lohkokaavio nimeten lohkot ja niiden inputit ja outputit sekä erisnimin että yleisnimin. Älä esitä mitään matematiikkaa. **4 p.**

2a. Hallin vahtimestarin mukaan **10 litran** ämpäriin täyttäminen suihkun antaman veden avulla vie **20 sekuntia**, letkun pituus on **1.5 m**, ja letkun sisähalkaisija on **2 cm**. Mallinna letkusta ulos tulevan veden lämpötilan  $T_{out}$ -riippuvuus letkuun sekoittimelta menevän veden lämpötilasta  $T_{in}$  sopivin oletuksin, ja esitä malli sekä tavanomaisen malliyhtälön  $T_{out}(t) = \dots$  avulla että lohkokaaviokielellä. **2 p.** (mallin periaatteellinen muoto **1 p.**, laskelma **1 p.**)

2b. Veivaamiset mestarillisesti hallitseva *Mikael* kääntelee suihkun sekoittimen vipua sinnikkäästi, kunnes saa tyypilliseen tapansa vedelle haluamansa lämpötilan. Esitä *Mikaelin* ja sekoittimen yhteistoiminnalle mahdollisimman yksinkertainen lohkokaaviomuotoinen matemaattinen malli, jonka inputeja ovat lämpötilan asetusarvo ja lämpötilan mittausero. Mallin tulee tässä kuvata sekä tuota tarkkuusaspektia että nopeahermoston ja nopeakätisen *Mikaelin* operoinnin nopeutta, muuten saat olettaa jotakin. **2 p.**

3a. **HIFK:n** maalibiisin soittamiseen (toivottavasti turhaan tuumaa veskariässä *Eero Kilpeläinen*) varatun soittimen levyn kulmanopeuden  $\omega$  riippuvuutta soittimen sähkömagneettisen ilmiön tuottamasta vääntömomentista  $T$  ja soittimen tönimisestä johtuvasta kuormitushäiriöstä  $T_h$  arvioidaan alla annetulla vakio-kertoimisella mallilla. Kulmanopeuden nimellinen tasapainoarvo kuormituksen puuttuessa on  $\bar{\omega}$ . Johda yksinkertainen lineaarinen dynaaminen malli, joka kuvaa heikon kuormitushäiriön aiheuttamaa pyörimisnopeuden lisävirhettä kohtuutarkasti.

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

3b. Jäädystykoneen sähkömoottorin kulmanopeuden  $\omega$  riippuvuutta moottorin saamasta jännitteestä  $V$  kuvataan alla annetulla vakio-kertoimisella mallilla, jossa  $i$  on moottorin erään virtapiirin virta, ja  $T$  on virran tuottama vääntömomentti. Esitä malli matriisinotaatiota käyttävänä tilaesitysmallina.

$$\frac{di}{dt} + a \cdot i = b \cdot V, \quad T = k \cdot i, \quad \frac{d\omega}{dt} + c \cdot \omega = d \cdot T \quad 2 \text{ p.}$$

4a. **Ässävalmentaja Pekka "Rocky" Rautakallion** viimeisessä unessa *Idrottsföreningen Kamraterna* -fanit huutavat pelin alkaessa vakioäänenvoimakkuudella **a** joukkueensa nimen lyhenteen kunkin kirjaimen sekunnissa ja eri kirjaimet sekunnin välein (HOO-III-EFF-KOO; väliviivat kuvaavat sekunnin taukoa), kunnes ajassa 00.07 **Ässien Tommi Huhtala** lataa sydämensä kyllyydestä 0-1 -lukemat. Sen jälkeen 0-2 ja 0-3 seuraavat niin nopeasti, että fanit eivät enää kannusta Muodosta kannustushuutofunktion *Laplace*-muunnos (kannustushuuto on inputfunktio pelaajille!). **2 p.**

4b. Eräs automaatiotoimittaja tarjoaa **PLC**-ratkaisua hallin diskovalojen ohjaukseen. Mikä on **SCADA** ja mikä on sen merkitys ja tarkoitus **PLC**-asiayhteydessä? **1 p.**

4c. **VIP**-aition sisälämpötilan mittauseroa pitäisi kuvata virtaviestin avulla. Kerro *lyhyesti* aiheesta! **1 p.**  
Mitä tarkoittaa hallin ilmastoinnin instrumentointikaavion erään piirrosmerkin kirjainlyhenne **PIC**? **1 p.**

5a. *Ässien* keskushyökkääjä *Matti Kuparinen* yrittää seurata *Granolundia* tämän harhautellessa kohti *Ässä-*maalia takaperin luistelevaa ässäpakkia. *Kuparinen* kykeneekin tähän luisteluradan seurantaan pienellä viiveellä, joka pysyy vakioarvossa  $d$ . Mikä on *Kuparisen* siirtofunktio, jos mallin output on hänen luistelurataansa kuvaava funktio ja input on *Granolundin* luistelurataa kuvaava funktio? 1 p.

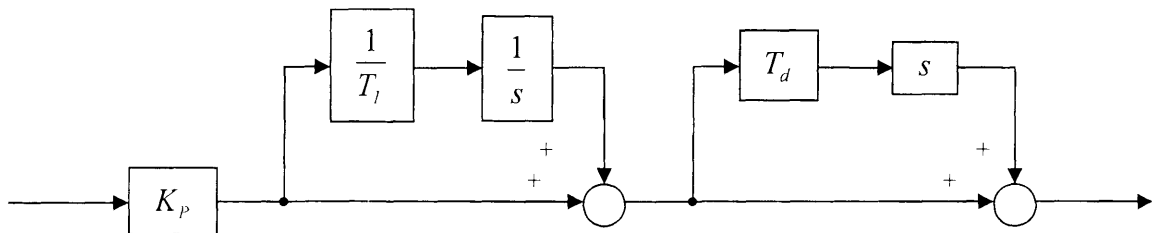
5b. Vaihtoaitiossa *Mikael* ottaa huikat energiajuomaa muovipullosta. Mikä on siirtofunktio pullosta tulevasta tilavuusvirtauksesta pullon juoman tilavuuteen? Ole tässä tarkkana kuin otteluvalvoja! 1 p.

5c. Hallin erästä ilmastointikojetta ohjaavan säätimen vakiokertoimen malli inputista  $e$  säätimen outputiin  $u$  on alla. Johda säätimelle siirtofunktio. 2 p.

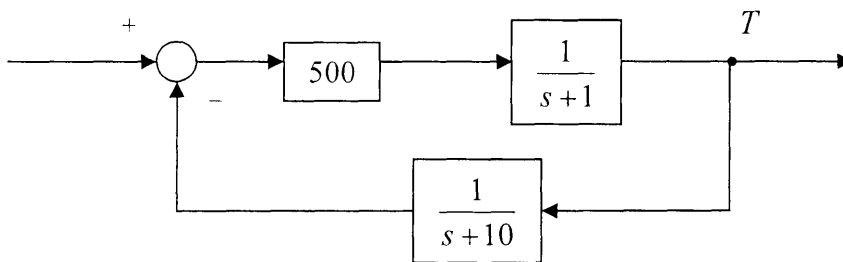
$$\frac{du}{dt} = a \cdot e + b \cdot \frac{de}{dt}$$

5d. *Tsadin Kingien* valmentaja *K. Jalonen* (*Kalliimpi Jalonen*) lohduttaa pelin aikana toistaiseksi pisteittä jäänyttä *Mikaelia* olkapäälle taputtaen ja sanoen: ”Kuule, jos lisäät ensi kesänä omatoimista treeniä 10% viime kesään nähden, niin tehopisteesi ensi kaudella ovat vielä 20% suuremmat kuin tällä kaudella.” Mikä on *Jalosen* arvion mukaan *Mikaelin* tehokkuuden herkkyys treenin määrän suhteen? 1 p.

6a. Laske alla olevan *jäädäysjärjestelmän säätimen* lohkokaaavion kuvaaman systeemin siirtofunktio ja sen nollat (nollakohdat). Esitä siirtofunktio aciallisesti. 2 p.



6b. Erätauolla ottelun pääkuuluttaja rentoutuu mutustelemalla *ÄssäMix-* ja *MissäX-*karkkeja ja kuuntelemalla CD-soittimestaan *Teekkarikuoron* kappaleen *Jollei jouluna ole lunta*. Alla oleva lohkokaavio kuvaa levyä pyörittävän moottorin tuottamaa vääntömomenttia  $T$ . Laske mallin navat. 2 p.



6c. *SM-liigan mainoskatko*: Piirrä sen aikana *Tehtävän 6b* lohkokaaviota vastaava *signaalivirtauskaavio*. 1 p.

**Järjestävä palloseura** eli paikallinen ässävalmentaja apureineen toivottaa sinulle *Rauhallisen Aciallista Pyhäinpäivän viikonloppua* helpommin sulavin antimin. Tarkista lenkkareidesi iskunvaimennus ennen lenkille lähtöä ja auton iskunvaimennus ennen huonoille teille lähtöä, etteivät kuoppaisen tien aiheuttamat impulssimaiset häiriöt pääse liaksi kiusaamaan. Varjele reaktioaikaasi valitsemalla tulovirtausnesteesi aciallisesti. Huomioi kyydissäolijoiden ja tankatun bensa tai dieselin vaikutus auton massaan ja sen myötä ajo-ominaisuuksiin. Muista liikenteessä säätötekniiset ohjausperiaatteet myötäkyytensä mukaanlukien ja varaudu kitkakertoimen muutoksiin. Älä unohda liettä ja kiuasta päälle (ei, en tässä viittaa matemaattisen päättelyn ehtoihin). Pyttipannua syödessäsi huomioi kylläisyyden tunteen dynamiikka ylensyönnin välttämiseksi. Muista sulkea erilaiset pohjajenttiilit, äläkä unohda veneen pohjatappia. 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 kehittyvä aikavakiolla  $T$  (yksikkö  $min$ ), niin kuinka paljon liikaa olet syönyt saavuttaessasi kylläisyyden tunteen? Älä testaa käytännössä, älä edes juomalla ... vaan simuloi ... ellet jo nyt kykene pätevämpään analyysiin. Muista jatkossa sekä käydä joukkueemme yhteisissä reeneissä  $0 < x < 6$  h/vko että reenata omatoimisesti  $(10-x)$  h/vko. Reenaa joka tapauksessa tehokkuutesi herkkyyden vihjaamassa määrin aiempaa enemmän, jos kokeen jälkeiset ATP-tehopisteesi eivät ole riittävän korkeat! Ilman kovaa työtä eivät tulleet *Mikaelin* edellisen seuran eli *Kärppien* aiemman menestyksen taustalla olleet automaatiobusineksessa hankitut rahatkaan.