

Ei laskimia, PC-tietokoneita, kännyköitä. Tableteista sallittuja ovat Burana ja Disperin. Ei omia dokumentteja. Saat lainaksi kaavaston. Palauta se ilman lisämerkintöjä.

0. Tänään klo 22.00 jalkapallon MM-kisoissa kohtaavat vuoden 2010 MM-kisojen finalistit Espanja ja Hollanti. Vuonna 2010 Hollannin *Nigel de Jong* demonstroi Espanjan tulevalle maailmanmestarille *Xabi Alonsolle* Kungfu-potkulla periaatetta *No Pain, No Gain, not even for Spain!*

http://yle.fi/urheilu/klassikkomatsi_kungfu-potkulla_vastustaja_kanveesiin_ja_peli_jatkuu/7268093?ref=leiki-urheilu

Arvaa tämän illan lopputulos. Tämä olkoon sitten iltpäivän ainoa arvauksesi, sillä turvallinen ja tuottava automaatio perustuu ahkeruuteen, analyttiseen ajatteluun ja huolelliseen toteutukseen 24/7 periaatteella *No Pain, No Gain*. Vastaa siis alla oleviin tehtäviin ahkeran treenisuomen tiedon perusteella:

- 1a. Piirrä huoneen lämpötilan modernia hallintaa kuvaava lohkokaavio. Nimeä sen osasysteemit ja koko systeemiin ulkopäin vaikuttavat inputfunktiot sekä sovelluskohtaisin sa-
noin että yleiskäyttöisin termein (käsittein). Ole huolellinen kaikissa yksityiskohdissa.
Lämmitysmuotoon ei tarvitse eikä pidäkään ottaa kantaa. **3.0p.**
- 1b. Luettele neljä keskeistä asiaa/ilmiötä, jotka voivat muuttaa säätöpiirin komponentin ja
siten myös koko säätöpiirin dynaamisia ja/tai staattisia ominaisuuksia. **1.0p.**
- 2a. *Metso Minerals*'in kivenmurskauslaitteistolla muodostettuja pieniä kivipartikkeleita siirretään varastosta A varastoon B hihnakuljettimella, jonka pituus on d . Partikkeleiden massavirtaus varastosta A kuljettimelle olkoon ajan funktio q_{in} . Partikkeleiden massavirtaus kuljettimen toisesta päästä varastoon B olkoon ajan funktio q_{out} . Kuljettimen moottoreiden hyvän ohjausstrategian ansiosta kuljettimen nopeus $v(t)$ on onnistuttu kutakuinkin reguloimaan vakioarvoon $\bar{v}$. Johda massavirtaukselle q_{out} matemaattinen malli ja ilmaise sen vasteen näytearvo muodossa $q_{out}(t) = \dots$. **2.0p.**
- 2b. DC-moottorin akseli pyörii nettovääntömomentin n ansiosta kulmanopeudella ω . Se yksikössä **rad** on mallinnettu oheisella vakiokertoimisella differentiaaliyhtälöllä. Piirrä mallille alkeislohkokaavio. Ei, älä käytä derivoilohkoa! **2.0p.**
- $$J \dot{\omega}(t) + b \omega(t) = n(t)$$

- 3a. Tehtävän 2b moottorin akselin kiertymis/kääntymiskulma yksikössä **rad** olkoon θ . Sen riippuvuutta nettovääntömomentista n halutaan tutkia. Fysiikan opettajan mukaan $\omega = \dot{\theta}$. Määrittele tilavektori x ja esitä/esittele sille muotoa

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

oleva matriisikertoiminen tiladifferentiaaliyhtälö, missä $u = n$. Kirjoita vastaukseesi selvästi objektien x , A ja B sisällöt. **2.5p.**

- 3b. Auton vakionopeuden säädön suunnittelussa on hyödynnetty nopeuden v oheista epälineaarista mallia ja oheista lineaarista differentiaaliyhtälömallirakennetta. Mallissa u on hyödyllinen ohjausfunktio, ja θ kuvaa tien kaltevuutta. Vakiot $\bar{v}$, $\bar{u}$ ja $\bar{\theta}$ ovat saman tasapainotoimintapisteen arvoja. Laske lineaarisen mallin kertoimelle c arvo nyt tentillä menetelmällä. Huomaa, että $\bar{\theta}$ ei välttämättä ole nolla. **1.5p.**

$$\dot{v}(t) = m^{-1} \alpha_n u(t) T(\alpha_n v(t)) - (g C_r \text{sign}(v(t)) + 0.5 m^{-1} \rho C_d A v^2(t) + g \sin(\theta(t)))$$

$$\frac{d}{dt}(v(t) - \bar{v}) = a(v(t) - \bar{v}) + b(u(t) - \bar{u}) + c(\theta(t) - \bar{\theta})$$

Tehtävä 4 / ASE-1250 & ASE-1251 Järjestelmien ohjaus

- 4a. Etukompensaattori ohjaa ulkona oleva uima-altaan täyttöä niin, että altaan vesitilavuuden v riippuvuutta asetusarvostaan v_{ref} kuvaa oheinen malli. Tutki sen ohjattavuutta sopivalla matriisilaskelmalla.

$$v = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot w, \quad \dot{w} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \cdot w + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot v_{ref}$$

2p.

- 4b. Laske a-kohdan mallin siirtofunktio sopivalla matriisilaskelmalla ja päättelee tuloksesta siirtofunktion navat. Oikean vastauksen on toki oltava sopusoinnussa a-kohdan oikean lopputuloksen kanssa! **2p.**

Tehtävä 4 / ASE-1130 Automaatio

- 4a. Mikä on / mihin tarkoitukseen sopii **metsoDNA**? **2p.**
- 4b. Millä / kuinka tislauskolonnin huipun lämpötilaa säädetään? **1p.**
- 4c. Mitä lyhenne **LC** tarkoittaa tislauskolonnilla? **1p.**