

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

0. Tänään klo 18.30 Hakametsän hallissa pelataan jääkiekkoliigan ottelu **Ilves-Lukko**. Arvaa ottelun lopputulos. Tämä olkoon sitten illan 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 treenisä mahdollistaman osaamisen perusteella:
- 1a. Piirrä huoneen lämpötilan modernia hallintaa kuvaava lohkokaavio. Nimeä sen osasysteemit ja koko systeemiin ulkopäin vaikuttavat inputfunktiot sekä sovelluskohtaisin sanoin että yleiskäyttöisin termein (käsittein). Lämmitysmuotoon ei tarvitse eikä pidäkään ottaa kantaa. Lohkokaaviossa ei tarvitse mutta saa viitata aritmeettisiin operaatioihin. Ole huolellinen kaikissa yksityiskohdissa. **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. Terästehtaassa suoralla radalla vakionopeudella v liikkuvaa teräsnauhaa yritetään prässätä halutun paksuiseksi. Nauhan prässäyskohdassa saavuttamaa paksuutta p mitataan etäisyydellä d prässäyskohdasta, tuloksena mittausfunktio m . Mittausfunktion näytearvo m hetkellä t olkoon $m(t)$. Lausu $m(t)$ funktion p sopivan näytearvon tai sopivien näytearvojen ja parametrien v ja d avulla. **2.0p.**
- 2b. Monen systeemin inputin u vaikutusta systeemin outputin y voidaan kuvata oheisella vakiokertoimisella mallirakenteella, jossa K on vahvistus (*Gain*) ja T on aikavakio (*Time Constant*). Piirrä mallille alkeislohkokaavio. Ei, älä käytä derivointiohkoa! **2.0p.**

$$T \cdot \dot{y}(t) + y(t) = K u(t)$$

- 3a. DC-moottorin akselin kiertymis/kääntymiskulma yksikössä **rad** olkoon θ . Sen riippuvuutta akselin kulmakiihtyvyydestä α kuvaavat fysiikan määritelmät $\alpha = \dot{\omega}$ ja $\omega = \dot{\theta}$, missä ω on akselin kulmanopeus. Määrittele sopiva tilavektori x ja esitä/esittele sille muotoa

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

$$y = Cx + Du$$

oleva matriisikertoiminen malli. Kirjoita vastaukseesi selvästi objektien u , x , A , B , y , C ja D sisällöt.

2.0p.

- 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. Funktio T on toisen asteen polynomi. Vakiot $\bar{v}$, $\bar{u}$ ja $\bar{\theta}$ ovat saman tasapainotoimintapisteen arvoja. Tasapainoarvo $\bar{\theta}$ ei välttämättä ole nolla.

- b1. Lausu tasapainoarvo $\bar{u}$ muiden tasapainoarvojen ($\bar{v}$ ja $\bar{\theta}$) funktiona. 0.5p.

- b2. Laske lineaarisen mallin kertoimelle c arvo nyt tentittävällä menetelmällä. 1.5p.

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

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

- 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.

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

2.0p.

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

2.0p.