

AUT.110 Automaatio, syksy 2021

Veli-Pekka Pyrhönen

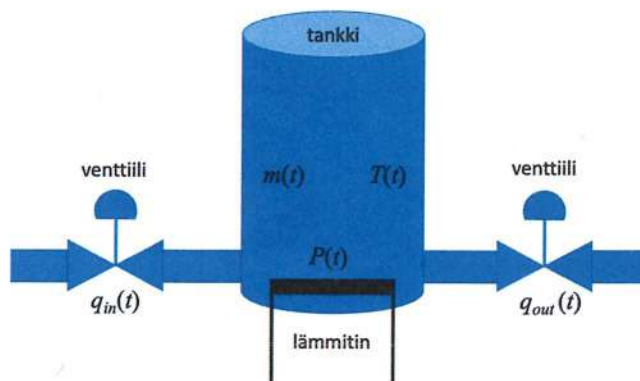
1. välikoe, ke 27.10.2021 klo 17–19

Ohjeet: Ei kirjallista materiaalia, eikä laskinta. Tenttikaavasto jaetaan. Älä tee mitään merkintöjä tenttikaavastoon. Palauta kaavasto valvojalle välikokeen kanssa. Välikokeessa on kaksi sivua ja kolme tehtävää. Koeaikaa on kaksi tuntia. Välikokeen maksimipistemäärä on 45 pistettä.

Tehtävä 1. Selitä alla olevat termit ja käsitteet maksimissaan kolmella virkkeellä (max 2,5 p. per termi/käsite).

- a) PI-säädin b) LTI-systeemi c) luonnollinen vaste d) siirtofunktio

Tehtävä 2. Alla olevassa kuvassa on veden lämmitysprosessin rakennekaavio ja siihen merkittävät matemaattisfysikaalisia suureita. Tankin poikkipinta-ala A on vakio. Tankissa olevan veden massa on $m(t)$ ja lämpötila $T(t)$. Tankin sisäänmeno- ja ulostulomassavirtaukset ovat $q_{in}(t)$ ja $q_{out}(t)$, joita voidaan tarvittaessa muuttaa venttiileitä avaamalla tai sulkemalla. Sisääntulovirtauksen lämpötila on $T_{in}(t)$ ja ulostulovirtauksen lämpötila on sama kuin tankissa olevan veden lämpötila eli $T(t)$. Veden ominaislämpökapasiteetti oletetaan vakioksi C .



Järjestelmän dynaamiseksi malliksi on saatu alla olevat DY:t, jotka voidaan johtaa massa- ja energiataseilla. Välivaiheet on jätetty tässä tarkoituksella pois.

$$\dot{m}(t) = q_{in}(t) - q_{out}(t), \quad \dot{T}(t) = \frac{q_{in}(t)}{m(t)} \cdot (T_{in}(t) - T(t)) + \frac{1}{C \cdot m(t)} \cdot P(t)$$

a) Oletetaan, että $q_{in}(t) = q_{out}(t) = \bar{q} = \text{vakio}$, jolloin $\dot{m}(t) = 0$. Oletetaan lisäksi, että $T_{in}(t) = \bar{T}_{in} = \text{vakio}$. Kirjoita lämmitysteholle $P(t)$ sellainen vakioarvo \bar{P} , jolla lämpötila $T(t)$ pysyisi mallin mukaan vakioarvossa \bar{T} . (4 p.)

b) Vaadittavan lämmitystehon vakioarvo \bar{P} riippuu mm. mallin kahden inputfunktion vakioarvosta. Miten \bar{P} :n arvo kasvaa inputfunktioiden vakioarvojen perusteella. (3 p.)

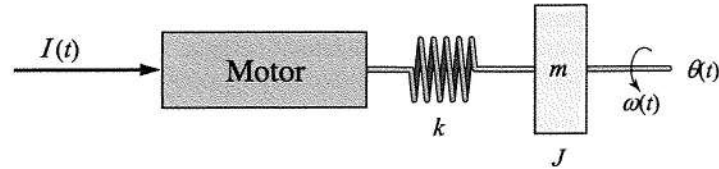
c) Mallin lämpötilan DY on epälineaarinen. Muodosta sen lineaarinen poikkeamamalli. (10 p.)

Tehtävä 3. Seuraavalla sivulla oleva yksinkertaistettu rakennekaavio kuvaa järjestelmää, joka koostuu moottorista ja sen joustavaan akseliin kiinnitetystä m -massaisesta kuormasta, jonka hitausmomentti on J . Joustavaa akselia on kuvattu torsiojousella ja sen jäykkyyttä parametrilla k .

AUT.110 Automaatio, syksy 2021

Veli-Pekka Pyrhönen

1. välikoe, ke 27.10.2021 klo 17–19



Järjestelmää kuvaavaksi LTI-DY-malliksi on saatu

$$J \cdot \ddot{\theta}(t) + c \cdot \dot{\theta}(t) + k \cdot \theta(t) = k_f \cdot I(t) - T_d(t),$$

jossa $\theta(t)$ on joustavan akselin ja siihen kiinnitetyn kuorman kääntymiskulma, $c > 0$ viskoosin vaimennuksen kerroin, $k_f > 0$ on moottorin vääntömomenttivakio, $I(t)$ on moottorin ohjausvirta ja $T_d(t)$ on kuormitusvääntömomentti.

- Piirrä DY-mallia vastaava alkeislohkokaavio, jonka sisäänmenot ovat $I(t)$ ja $T_d(t)$ ja jonka ulostulo on $\theta(t)$. (6 p.)
- Johda kääntymiskulman $\theta(t)$ ja ohjausvirran $I(t)$ välinen siirtofunktio. Välivaiheissa voit olettaa kaikki alkuarvot nolliksi. (6 p.)
- Kääntymiskulmaa säädetään automaattisesti jonkin hyvin suunnitellun säätöpiirin ansiosta. Jostain syystä kuormitushäiriömomentin $T_d(t)$ arvo muuttuu yhtäkkiä, minkä seurauksena kääntymiskulma muuttuu nykyisestä arvostaan. Tällöin syntyy nollasta poikkeava erosuure, jonka säädin havaitsee ja muuttaa siksi ohjaustaan nykyisestä arvosta.
 - Onko tilanteessa kyse regulointitehtävästä vai servotehtävästä? Perustele vastauksesi lyhyesti. (3 p.)
 - Onko säätöpiirissä syntyvä vaste tällöin luonnollinen vaste vai pakkovaste? Perustele vastauksesi lyhyesti. (3 p.)