

1. Ohjauspäätöksen teosta

DC-moottorin akselin ja siihen kiinnitetyn kuorman halutaan pyörivän sopivalla kulmanopeudella. Moottorin ohjausjännite voidaan valita kahdella vaihtoehtoisella periaatteella (strategialla). Kuvaa nämä periaatteet hyvin dokumentoitujen lohkoakaavioiden avulla. Tässä ei pyydetä mitään P/I/PI/PD/PID-vertailuja tms. Vastaa siis karkeammalla, yleisemmällä tasolla, ja kuvaa kummankin vaihtoehdon ohjauspäätösten vaatimat lähtötiedot. Kerro lyhyesti myös esittelemiesi vaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet. **4p.**

2. Matemaattinen mallinnus tuottavan työn turvalliseksi mahdollistamiseksi

- a) DC-moottorin erään käämityksen virta i riippuu käämityksen saamasta jännitteestä v oheisen mallin mukaisesti. Piirrä mallille alkeislohkoakavio olettaen induktanssi L ja resistanssi R vakioiksi. **2p.**

$$L \frac{d}{dt} i + R i = v$$

- b) Hihnakuuljetin, jonka pituus on $10m$, siirtää murskauksen juuri tuottamia pikkukiviä varastosäiliöön keskinopeudella $2m/s$. Kivien kaksi kiinnostavaa massavirtaa ovat: murskauksesta kuljettimelle q_{in} , kuljettimelta varastosäiliöön q_{out} . Lausu hetken t näytearvo $q_{out}(t)$ viittaamalla sopivalla tavalla funktioon q_{in} . **2p.**

3. Linearisointia saatetaan tarvita mahdollistamaan Laplace-muunnoksen käyttö.

- a) Vesilaitoksen erään säiliön veden pinnankorkeus y riippuu tulovirtauksen tilavuusvirtauksesta u oheisen mallin mukaisesti. Funktion y haluttu tasapainoarvo on 4 . **a1)** Päättele funktiolta u vaadittu tasapainoarvo u_p . **a2)** Muodosta lineaarinen differentiaaliyhtälö, jonka avulla voisimme arvioida pinnankorkeutta tilavuusvirtauksen vaihdellessa hieman tasapainoarvonsa u_p ympäristössä. Yhtälön rakenteen esittäminen ja kertoimien laskenta riittää, ts. yhtälön rakennetta ja kertoimien kaavoja ei tarvitse mitenkään perustella.

$$y(t) = u(t) - 0.03 \sqrt{y(t)} \quad , \quad \sqrt{y} = y^{0.5} \quad \mathbf{2p.}$$

- b) Eräs jännitefunktio u määritellään alla. Johda funktion Laplace-muunnos muunnoksen määritelmäintegraalista integroimalla: **2p.**

$$u(t) = \begin{cases} 0 & , \quad t < 7 \\ 0.1 & , \quad t \geq 7 \end{cases}$$

4. Laplace-muunnos ja Laplace-siirtofunktio myöhempää analyysia varten

- a) Ideaalinen anturi on LTI-anturi, jonka vahvistus on 1. Mikä on sen siirtofunktio? **0.5p.**
 b) Mikä on derivoijan siirtofunktio? **0.5p.**
 c) Mikä on integraattorin siirtofunktio? **0.5p.**
 d) Mikä on vakioviivesysteemin siirtofunktio, jos viive on 2? **0.5p.**
 e) Alla on erään toisen kertaluvun suotimen vakiokertoiminen differentiaaliyhtälö. Johda suotimelle sekä luonnollisen vasteen Laplace-muunnos että siirtofunktio. **2.0p.**

$$a y(t) + b y(t) + y(t) = u(t) \quad (\text{RC-kaskadisuoitin?})$$