

Ei laskinta.

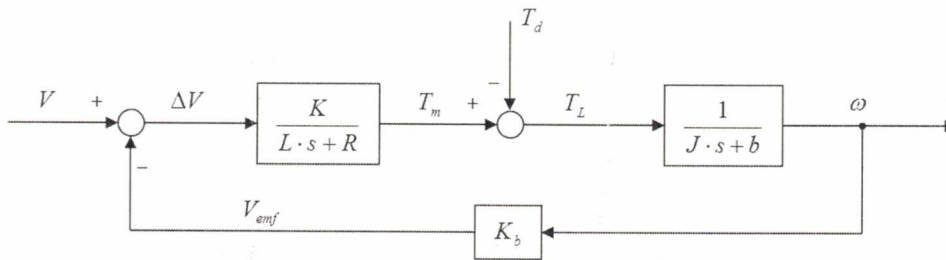
Tenttikaavasto jaetaan. Kaavastoon ei saa tehdä merkintöjä! Kaavasto palautetaan vastauspaperin yhteydessä. Kysymyspaperia ei tarvitse palauttaa.

1. Säiliössä olevan nesteen kemikaalipitoisuutta c mallinnetaan differentiaaliyhtälömallilla

$$\dot{c} = \frac{c_{in} - c}{T},$$

missä c on säiliössä vallitseva pitoisuus, c_{in} on säiliöön tulevan nesteen pitoisuus ja T säiliön tilavuudesta riippuva aikavakio. Johda mallille **siirtofunktio** $G(s)$. Ota johdossa huomioon myös alkuarvo, vaikka se ei itse siirtofunktioon vaikutakaan. Ilmoita vastauksessasi selvästi, mikä on $G(s)$. (3 pistettä)

2. Alla oleva lohkokaavio kuvaa ankkuriohjatun DC-moottorin kulmanopeuden ω riippuvuutta ankkurin jännitteestä V ja kuormitushäiriöstä T_d . Johda, sievennä ja esitä **standardimuotoinen siirtofunktio** kuormitushäiriöstä kulmanopeuteen. (4 pistettä)



3. Eräessä säätöpiirissä suljetun systeemin siirtofunktio on

$$G(s) = \frac{kTs + k}{Ts^3 + (1 + T)s^2 + s + k}$$

missä k on säätimen vahvistus ja T anturin aikavakio. Johda vahvistukselle k **stabiiliusehdot** Routhin testillä. Ilmoita ehdot selkeinä epäyhtälöinä. (4 pistettä)

4. Keksi esimerkki järjestelmästä, josta voi tunnistaa sekä pakkovasteen että luonnollisen vasteen. Esimerkki voi olla jokin kurssilla käsitellyistä tai todellisessa maailmassa esiintyvä järjestelmä. Kuvaile sanallisesti esimerkkijärjestelmäsi **pakkovaste** ja **luonnollinen vaste**. Matemaattisia yhtälöitä ei tarvita, vaan tärkeää on osoittaa, että olet ymmärtänyt nämä kaksi käsitettä oikein. (4 pistettä)

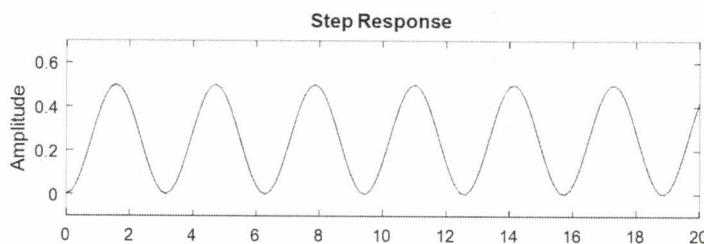
5. Ovatko seuraavat systeemit BIBO-stabiileja? Perustele. (1 piste per kohta.)

a) $G(s) = \frac{K}{5s+1}$

b) Tasaisella nurmikentällä vierivä pallo, johon vaikuttavat alustan vierintävastus ja ilmanvastus. Systeemin input on pallon kohdistuva potku (**impulssi**) ja output pallon **nopeus**.

c) Sama pallo kuin edellisessä kohdassa, mutta nyt systeemin output on pallon **paikka**.

d)



e) Toisen kertaluvun LTI-systeemi, jonka siirtofunktion navat ovat $s_1 = -2 + j$ ja $s_2 = -2 - j$.