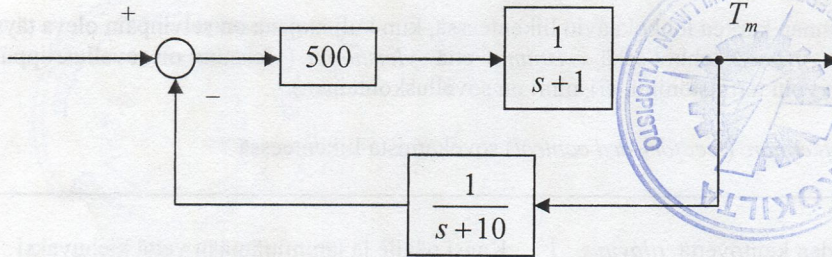
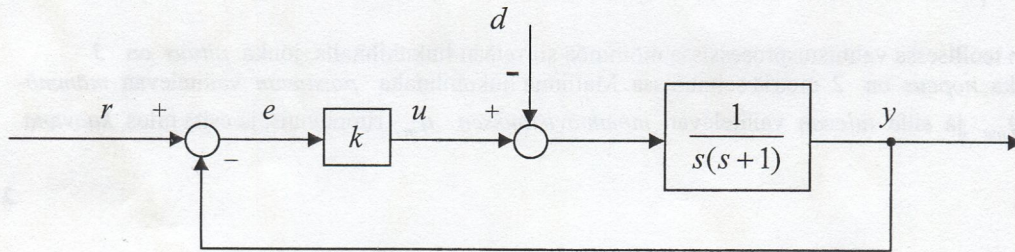


- 4c. Auton nopeuden  $v$  karkea malli on  $m \cdot \dot{v} = u - b \cdot v$ , missä  $u$  on moottorin tuottama voima,  $m$  on auton vakioksi arvioitu massa ja  $b$  on vakio. Johda mallin siirtofunktio. 2 p.

- 5a. Kyläilemään saapuva murrosikäinen maalaisserkkusi haluaa taas välttämättä kuunnella Antti Tuiskun uutta levyä CD-soittimestaan. Ao. lohkokkaavio kuvaa levyä (aivan liian usein) pyörittävän moottorin tuottamaa vääntömomenttia  $T_m$ . Johda mallin karakteristinen polynomi. 2 p.



- 5b. Katolla on moottorin avulla käänneltävissä oleva antenni. Harmi vaan, että tuulenpuuskat vaikuttavat antennin kääntymiseen. Antennin kääntymäkulman  $y$  riippuvuutta asetusarvostaan  $r$  ja tuulen aiheuttamasta häiriöstä  $d$  kuvataan ao. lohkoksen mallilla. Laske (johda) siirtofunktio häiriöstä  $d$  kääntymäkulmaan  $y$ . 2 p.



- 6a. Viikon aikana ulkoilman lämpötila  $T_{ilma}$  vaihtelee sinimäisesti vuorokauden jaksonajalla arvojen  $3^\circ C$  ja  $15^\circ C$  välillä. Pihassa olevan avouima-altaan vesi sekoittuu melko hyvin tuulisen sään ansiosta. Siirtofunktio lämpötilasta  $T_{ilma}$  veden lämpötilaan  $T_{vesi}$  on, aikayksikön ollessa *tunti*, alla annettu  $G(s)$ . Laske veden lämpötilan vaihteluväli lämpötilan eksponentiaalisesti vaimenevan termin ollessa hyvin lähellä nollaa. 2.5 p.

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

- 6b. Olet piknikillä Suolijärven rannalla. Vastarannalla on toinen suomalainen, joka huutelee sinulle pitkään yhtäsuntoista sinimäisesti vaihtelevalla äänenvoimakkuudella. Vastarannalla käytetyn äänenvoimakkuuden ja havaitsemasi äänenvoimakkuuden riippuvuutta kuvaa alla annettu siirtofunktio  $D(s)$ . Esitä mallin vaihesiirtofunktion kuvaaja sopivalle taajuusvälille lineaarista taajuusasteikkoa käyttäen. Merkitse kuvaan vaihesiirron  $P$  arvo yhdellä kulmataajuudella  $w = x$  symbolisessa muodossa  $P = f(h, x)$  niin, että määrittelet selvästi funktion  $f$ .

$$D(s) = \exp(-h \cdot s)$$

$S \cdot Y(s)$   
1/4



Tentin eräs variaatio koostuu tämän 2-puoleisen kysymyspaperin tehtävistä ja eri paperilla olevasta B-osasta. Tentin vaihtoehtoisen variaation kaikki kysymykset ovat kolmannella paperilla kaksipuolisesti. Valitse jompikumpi variaatio!

Ei laskinta, ei omia kaavastoja. Vedä vastauspaperiin ulkomarginaaliviivat.

Tehtävän tunnuksen (esim. 2b) numero (tässä 2) on vastaavan pikkukokeen numeron.

- 1a. Piirrä auton nopeuden hallinnan karkea lohkokaavio liikenteessä, kun kuljettajana on selvinpään oleva täysi-ikäinen vastuullinen ihminen. Nimeä lohkot sekä *erisnimin* että *yleisnimin* (yleisnimi on sovellusriippumaton tietyn osajärjestelmätyyppin termistönimi, erisnimi on sovelluskohtainen). 3 p.

- 1b. Mikä voisi olla ns. *myötäkytkennän* (*feedforward control*) soveltamista liikenteessä? 1 p.

- 2a. Kattilaan kaadetaan perunoiden keittovettä tilavuus  $V_1$ . Kansi päälle ja lämmittämään vettä kiehuvaaksi (ennen perunoiden kattilaan laittamista) vaihtelevalla teholla  $P$ . Oleta lämpöhäviöt niin vähäisiksi, että ne voidaan jättää huomiotta, ja piirrä veden lämpötilan kasvulle  $\Delta T$  alkeislohkokaavio, jossa esiintyy myös veden vastaanottama lämpömäärä  $\Delta Q$ , joka ainakin aluksi on suuruusluokkaa

$$\Delta Q = c \cdot \rho \cdot V_1 \cdot \Delta T \quad 2 \text{ p.}$$

- 2b. Erään herkun teollisessa valmistusprosessissa mömmöä siirretään liukuhihnalla, jonka pituus on 3 metriä ja jonka nopeus on 2 metriä sekunnissa. Mallinna liukuhihnalta poistuvan vaihtelevan mömmövirtauksen  $q_{out}$  ja sille tulevan vaihtelevan mömmövirtauksen  $q_{in}$  riippuvuus, ja esitä tulos kaavana

$$q_{out}(t) = \dots \quad 2 \text{ p.}$$

- 3a. Pumppaat mökillä vettä mökin sisällä olevaan säiliöön. Mutta voi: säiliön pohjaventtiili on unohtunut auki. Ennen kuin huomaat sen ja ehdit sulkea venttiilin, vettä pääsee lattialle aika paljon. Haluat jälkikäteen arvioida kotivakuutusta varten lattialle valuneen veden määrän lineaarisen dynaamisen mallin avulla. Johda moinen malli, kun säiliön veden pinnankorkeus  $h$  riippuu pumpatusta tulovirtauksesta  $q$  alla annetun differentiaaliyhtälön mukaisesti ja toimintapiste on  $h = 0.25$ :

$$\dot{h} = 10 \cdot q - 0.01 \cdot h^{0.5} \quad 2 \text{ p.}$$

- 3b. Mökin upouutta sähkökiuasta lämmitetään  $8 \text{ kW}$ :n teholla tunnin ajan, minkä jälkeen teho kytketään nolli. Laske ilman kaavaston Laplace-taulukkoa eli sopivalla integrointilaskelmalla sähkötehofunktion Laplace-muunnos olettaen, että lämmitys alkoi hetkellä nolla. 2 p.

- 4a. Ajokunnossa olevan kuskin reaktioaika on 0.2 sekuntia. Mikä on tätä reaktioaikaa vastaava siirtofunktio? 1 p.

- 4b. Tehtävän 2a vedenkaato-operaation dynaaminen malli on  $\dot{V} = q$  missä  $q$  on vaihteleva tilavuusvirtaus, ja  $V$  on kattilan kasvava vesitilavuus, joka saavuttaa lopulta arvon  $V_1$ . Mikä on operaation siirtofunktio? 1 p.

<sup>1</sup> Double-Sided-High-Density -testi: siis KÄÄNNÄ!