

Ei laskimia eikä omaa materiaalia. Saat lainaksi kaavaston. Älä tee siihen mitään merkintöjä. Palauta se poistuessasi.

Lue kysymykset huolellisesti. Tunnista mahdollisista kuvista niiden yksityiskohdat tarkasti. Sievennä symboliset lausekkeet helposti tulkittavaan muotoon. Esimerkkejä: Esitä rationaalifunktiot kahden hyvin organisoidun polynomin osamääränä (suhteenä). Esitä polynomien jokaisen potenssin kerroin sievennettynä lausekkeena. Esitä reaaliarvoiset lausekkeet ilman viittausta imaginaariyksikköön. Suorita kohtuulliset päässä-laskutoimitukset kokonaisluvuilla, murtoluvuilla ja helpoilla desimaaliluvuilla. Esimerkiksi  $2/3 + 5/7$  ei ole riittävästi sievennety vastaus jne. Tyyppiä  $(0.123\ 5.71)/7.2$  tai tyyppiä  $p^{-3} \sqrt{2} \cos(e^5) / \tan(a^7)$  tms. olevat lausekkeet kelpaavat lopullisiksi vastauksiksi, koska triviaali päättely ei muuta mahdollista.

Älä johda/todistele tarpeettomasti. Pyri esseevastauksissa lyhyeseen, ytimekkääseen, selkeään vastaukseen.

0. *Vain seminaarista poissaolleille:* a) Selosta digitaalista P-säätöä. b) Shannonin Näytteenottoteoreema. Funktion monimutkaista kaavaa ei tarvitse esittää.

1. Piirrä ja dokumentoi lohkokaavio, joka havainnollistaa kannettavan tietokoneen kiintolevyn (kovalevyn) lukupään sijainnin säätöä ja sen uhkia. Lukupää on kiinnitetty käsivarteeseen, joka on kiinnitetty DC-moottorin akseliin. Moottoria ohjataan jänniteinputilla. Nimeä alisysteemit ja niiden inputfunktiot ja outputfunktiot sekä sovelluskohtaisilla erisnimillä että yleisen terminologia käsitteillä eli termeillä, jos se on mahdollista ilman erityistietämystä. **3p.**

2. Luettele negatiivisen takaisinkytkennän edut (vahvuudet) järjestelmien ohjauksessa. **3p.**

3. Kerro ytimekkäästi käsitteestä *differentiaaliherkkyys* tämän opintojakson tarpeisiin:

- a) Perustele käsitteen hyödyllisyys käytännön näkökohdilla/ilmiöillä. **1p.**
- b) Mikä on differentiaaliherkkyuden määritelmäkaava? **1p.**
- c) Mikä on differentiaaliherkkyuden kätevä laskukaava? **1p.**
- d) Millaiset herkkyuden arvot ovat hyviä? Perustele vastauksesi. **1p.**

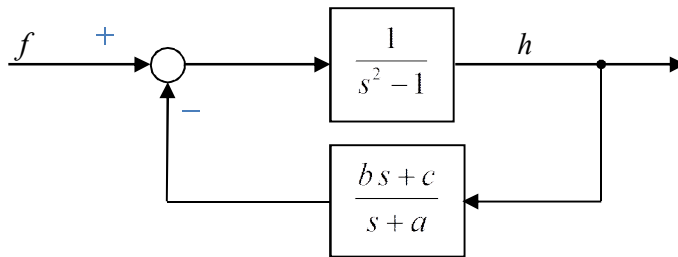
4. Oheinen standardimalli kuvaa monen LTI-systeemin inputin  $u$  vaikutusta systeemin outputiin  $y$ . Mallin parametria  $T$  kutsutaan aikavakioksi:

$$T y(t) + y(t) = u(t)$$

- a) Piirrä mallille alkeislohkokaavio. **2p.**
- b) Johda pienin askelin mallille Laplace-siirtofunktio. **2p.**
- c) Esitä mallille sopiva standarditilaesitys. Siinä on enemmän kuin yksi yhtälö. **2p.**

5. Tutki oheisen systeemin BIBO-stabiiliutta sopivan mallinnuksen, sopivien nyrkkisääntöjen ja Routh-testin avulla.

6p.



6. Systeemin, jonka siirtofunktio  $G(s)$  on alla, input on askelfunktio, jonka amplitudi on  $a$ . Sovella systeemin ko. askelvasteelle Loppuarvoteoremaa.

3p.

$$G(s) = \frac{c}{s+b}, \quad c \neq 0$$

7. a) Erään LTI-systeemin output siirtyy tasapainoarvosta 3 uuteen tasapainoarvoon 5 ilman ylitystä. Mikä arvo outputilla on, kun muutosilmion alusta on kulunut asettumisajan verran? **1.5p.**
- b) Laske Tehtävän 6 askelvasteen IE-luku ilman Laplace-käänteismuunnosta. **1.5p.**

8. Erään mm. asentosäätötehtävissä käytetyn alisysteemin siirtofunktio  $F(s)$  on alla.

- a) Johda systeemin magnitudin (amplitudivasteen, amplitudivahvistuksen) lauseke.
- b) Johda systeemin vaiheen (vaihevasteen, vaihesiirron) lauseke.

$$F(s) = c \frac{bs+1}{as+1}$$

4p.

9. Oheisessa taulukossa on erään negatiivisen takaisinkytkennän sisältävän dynaamisen systeemin menohaaran (myötähaaran) alisysteemin ja paluuhaaran alisysteemin kuvaukset. Siinä  $w$  on kulmataajuus standardiyksikössä  $\text{rad/s}$ . Päättele piirille

- a) ylävarmuuskerroin (ylävahvistusvarakerroin)    b) vaihevara asteina    c) viivevara

	siirtofunktio	magnitudi	vaihesiirto
menohaara	$\frac{1}{s}$	$\frac{1}{w}$	$-90^\circ$
paluuhaara	$\exp(-s)$	1	$-w$

6p.

10. Selosta lyhyesti mutta täsmällisesti käsitteiden *ohjattavuus*, *tarkkailtavuus*, *Kalman-dekompositio*, *ominaisarvot*, *navat*, *nollat* (tällä opintojaksolla esitetyjä) yhteyksiä. Käytä vastauksessasi tarvittaessa muita sopivia käsitteitä.

3p.