

**Ohjeet:** Ei kirjallista materiaalia, eikä laskinta. Tenttikaavasto jaetaan. Älä tee mitään merkintöjä tenttikaavastoon. Palauta kaavasto valvojalle Välikokeen 1 kanssa. Välikokeessa 1 on 5 tehtävää ja yksi BONUS-tehtävä. **Välikokeen 1 maksimipistemäärä on 25 pistettä.**

**Tehtävä 1.** Selitä alla olevat termit ja käsitteet (max +1p per termi/käsite).

- |  |                |                 |
|--|----------------|-----------------|
| a) Häiriön kompensointi myötäkytkennällä | b) erosuure    | c) KILL-ilmiöt  |
| d) polynomimalli                         | e) OiVa-sääntö | d) LTI-systeemi |

**Tehtävä 2.** Ajat autolla kaupungilla. Mietiskelet samalla Automaatio-kurssin asioita. Ajaessasi huomaat yhtymäkohtia käytännön elämän ja kurssin asioiden välillä. Yksi niistä on auton nopeuden hallinta. Piirrä auton nopeuden hallinnan karkea lohkokaavio, jossa on seuraavat lohkot:

- säädin
- toimilaite
- mittausjärjestelmä
- myötäkytkentäkompensoittori
- prosessi

Kirjoita lohkojen yläpuolelle lohkoja fysikaalisesti kuvaavat nimet esim. kaasupoljin. Merkitse kaavioon myös lohkoihin tulevien ja lohkoista lähtevien funktioiden tunnuksset. Esimerkki: prosessilohkon ulostulo on auton nopeus, jonka tunnus on  $v$ . Nimeä tunnukselliset signaalit. Esimerkki:  $v$  on auton nopeus. Saat valita funktioiden tunnuksset itse. (4p)

**Tehtävä 3.** DC- ja AC-moottorien malleihin sisältyy oheinen vakioikertoiminen osamalli, joka selittää moottorin akselin kulmanopeuden  $\omega$  riippuvuuden ohjaavasta nettovääntömomentista  $n$ . Mallissa vakio  $J$  on akselin ja siihen kiinnitetyn kuorman huomioiva hitausmomentti, ja vakio  $b$  on viskoosin vaimennuksen kerroin.

$$J \cdot \dot{\omega}(t) = n(t) - \underline{n} \cdot \omega(t) \quad (1)$$

- Piirrä osamallin alkeislohkokaavio. (2p)
- Johda vastefunktion  $\omega(t)$  Laplace-muunnos. (1p)
- Kirjoita systeemin luonnollisen vasteen muunnos. (1p)
- Kirjoita systeemin pakkovasteen muunnos. (1p)
- Kirjoita systeemin luonnollinen vaste. (1p)
- Kirjoita systeemin siirtofunktio. (1p)

$$y'' + 2y' = f(x)$$

$$f(x) = 2x^2 + 3x + 1$$

$$y_p = Ax^2 + Bx + C$$

$$y_p' = 2Ax + B$$

$$y_p'' = 2A$$

$$Ax^2 + Bx + C + 4Ax + 4B = f(x)$$

$$Ax^2 + Bx + 4Ax + 4B + C = f(x)$$

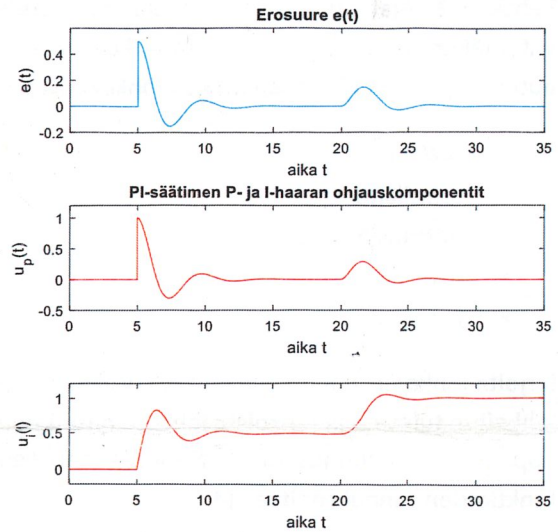
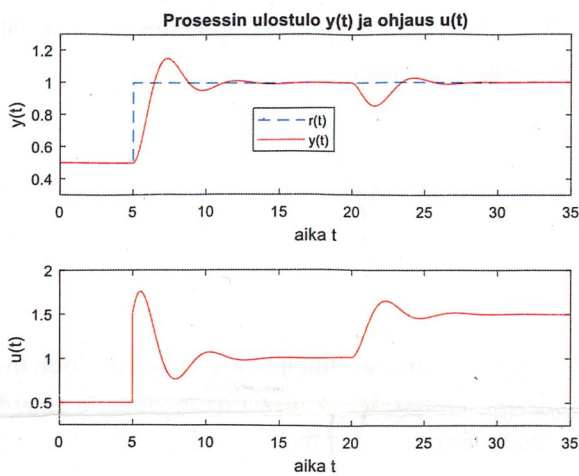
$$Ax^2 + (B+4A)x + 4B + C = 2x^2 + 3x + 1$$

$$\begin{cases} A = 2 \\ B + 4A = 3 \\ 4B + C = 1 \end{cases}$$

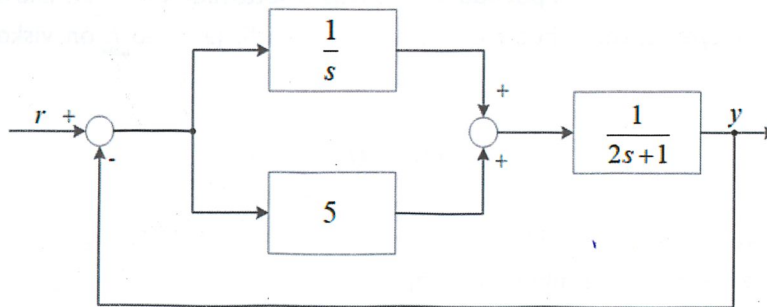
**Tehtävä 4.** Kaavassa (2) on erään PI-säätimen ohjauksen  $u(t)$  päättelyalgoritmi.

$$u(t) = u_c + K_p \cdot e(t) + \int_0^t K_I \cdot e(\tau) d\tau, \quad e(t) = r(t) - y(t) \quad (2)$$

- a) Piirrä kaavan (2) mukainen lohkokaavio, jonka output on ohjaus  $u(t)$  ja jonka inputit ovat  $r(t)$  ja  $y(t)$ . Merkitse lohkokaavioon huolellisesti nuolien suunnat, haarautumispisteet ja jokaisessa haarassa kulkevat signaalit. (2p)
- b) Alla olevissa kuvissa on erään prosessin asetusrvo- ja häiriövaste, kun prosessia on säädetty kaavan (2) mukaisella PI-säätimellä. Kuviin on piirretty ajanfunktiona myös erosuure sekä PI-säätimen P- ja I-haarojen ohjauskomponentit. Selosta PI-säätimen P- ja I-haaran toimintaperiaatteet kuvien vasteiden avulla. (4p)



**Tehtävä 5.** Muodosta alla olevan systeemin siirtofunktio  $r$ :stä  $y$ :hyn. (2p)



**BONUS-tehtävä.** Pisteytä oma välikoe tehtäväkohtaisesti ja laske tehtäväkohtaiset pisteet yhteen. Olkoon  $p$  välikokeen kokonaispisteet. Käytä alla olevia pisterajoja välikokeesi arvosanan arvioinnissa.

0,  $p < 11.25$

1,  $11.50 \leq p \leq 13.75$

2,  $14.00 \leq p \leq 16.25$

3,  $16.50 \leq p \leq 18.75$

4,  $19.00 \leq p \leq 21.25$

5,  $p \geq 21.50$

Oikea arvosana: +2p, arvosanan virhe  $\pm 1$  arvosanaa: +1p, muutoin: 0p.