

Ei laskimia, ei omia kaavastoja tai vastauspapereita. Vedä vastauspaperin kunkin sivun ulkoreunaan sivumarginaaliviiva, marginaalin leveys 2 ruutua.

A-testi sisältää kaikki tehtävät. Tehtävien tunnuksen (esim. 2b) numero (esim. 2) viittaa vastaavan pikkukokeen numeroon. Sinulla on oikeus yrittää pikkukoea ensimmäistä tai toista mutta ei kolmatta kertaa.

0. Veikkaa illan SM-liiga -ottelun Ässät-JYP lopputulos (olethan ässäfani jo ja vasta T4:ssa?) No niin, veikkaamisen halusi lienee nyt tyydytetty, joten vastaapa ao. kysymyksiin tiedon eikä arvausten pohjalta!

1a. Erääseen astiaan pitäisi syöttää kädenlämpöistä vettä jatkuvasti vakiotilavuusvirtauksella. Saatavilla on sopiva tilavuusvirtaus kylmää vettä, jonka lämpötila  $T_m$  vaihtelee välillä  $5 \cdot ^\circ C \leq T_m \leq 10 \cdot ^\circ C$ . Lämmitys päätetään toteuttaa lämmitysvastuksella varustetussa läpivirtaussäiliössä. Kerro sanoin, kuvin, lohkokaavioin ja yksinkertaisin kaavoin, kuinka tuota lämmitysvastusta kannattaa ohjata. 4 p.

1b. Käännä suomeksi automaatiotermi **plant** (Ei, ”kasvi”, ”istuttaa” jne. eivät nyt kelpaa vastaukseksi!) 1 p.

2a. Erään moottorin pyörimisnopeuden  $\omega$  vakiokertoiminen differentiaaliyhtälömalli on  $J \cdot \dot{\omega} = T_m - b \cdot \omega$ , missä  $T_m$  on ajasta riippuva vääntömomentti. Piirrä pyörimisnopeudelle alkeislohkokaavio. 2 p.

2b. Metallilevyn paksuuden säädössä levyn paksuus muokkauskohdassa hetkellä  $t$  olkoon  $x(t)$ . Levy liikkuu nopeudella  $1.0 \cdot m/s$ . Paksuuden mittauskohdan etäisyys muokkauskohdasta on  $50 \cdot cm$ . Paksuuden mittauservo hetkellä  $t$  olkoon  $m(t)$ . Esitä arvolle  $m(t)$  funktioon  $x$  viittaava kaava. 1 p.

2c. Miksi dynaamisten järjestelmien riittävän varhainen simulointi on järkevää? 1 p.

3a. Erään säiliön nestetilavuuden  $V$  riippuvuus säiliöön tulevan nesteen tilavuusvirtauksesta  $q_m$  on

$$\dot{V}(t) = q_m(t) - 0.03 \cdot \sqrt{V(t)} \quad (\sqrt{V} = V^{0.5})$$

Linearisoi malli toimintapisteeseen  $V = 4$ , ja esitä lineaarinen malli muodossa

$$\Delta \dot{V}(t) = \alpha \cdot \Delta V(t) + \beta \cdot \Delta q_m(t) \quad 2 \text{ p.}$$

3b. Asetusarvo välillä  $0 < t < 1$  on ykkönen, sen jälkeen nolla. Johda ko. funktion Laplace-muunnos. 2 p.

4a. Maan ja Kuun välinen tietoliikenneviive on noin 1.3 sekuntia. Mikä on tätä siirtoilmiötä kuvaava siirtofunktio? 1 p.

4b. Mikä on integraattorin siirtofunktio? 1 p.

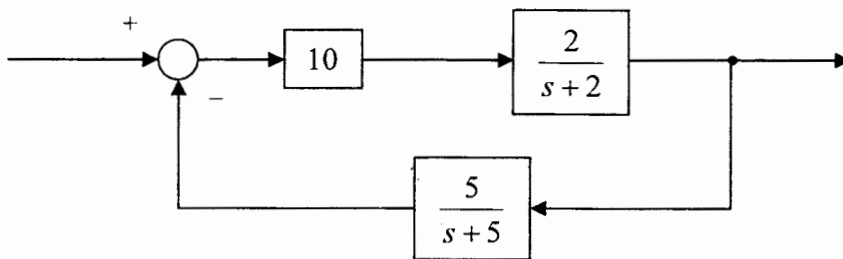
4c. Mikä on Tehtävän 2a moottorimallin siirtofunktio? 1 p.

4d. Esitä mallille  $y(t) = u_1(t-3) + u_2(t-4)$  siirtofunktio (malli  $(u_1, u_2)$  voisivat olla eri putkien tilavuusvirtauksia ko. putkien eräissä kohdissa, ja  $y$  voisi olla niistä sopivasti koottu kokonaistilavuusvirtaus). 1 p.

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

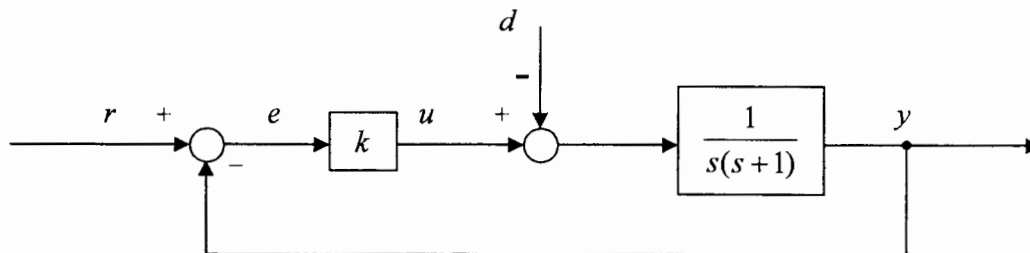
5a. Erään systeemin lohkokkaavio on alla. Johda piirin karakteristinen polynomi :

2 p.



5b. Laske (johda) siirtofunktio häiriöstä  $d$  kulmaan  $y$ .

2 p.



5c. Yo. (T5b) lohkokkaavioon sisältyy erotuksen  $e = r - y$  muodostaminen. Esitä (pelkästään) tätä kaavaa vastaava signaalivirtauskaavio (Signal Flow Graph) muuttujatunnuksetkin kuvaan merkiten.

1 p.

6a. Erään anturin siirtofunktio on

$$T(s) = \frac{c \cdot s + b}{s^2 + a \cdot s + b}$$

Mitattava funktio on yksikkörampifunktio (yksikköpengerfunktio, lue huolellisesti!). Millä ehdoilla mittausvirhe suppenee nolnaan? Vastauksesi tulee sisältää parametriehtoja.

3 p.

6b. Laske funktion  $f$ ,

$$f(x) = x + 1$$

herkkyys muuttujan  $x$  suhteen pisteessä  $x = 1$ .

1 p.

ACI-20010 Automaatiotekniikan perusteet B-testi / Pikkukokeiden 07-12 uusinnat / Tentin B-osa

Ei laskimia, ei omia kaavastoja tai vastauspapereita. Vedä vastauspaperin kunkin sivun ulkoreunaan sivumarginaaliviiva, marginaalin leveys 2 ruutua.

B-testi sisältää tehtävät 07-12. Tehtävien tunnuksen (esim. 07b) numero-osa (esim. 07) viittaa vastaavan pikkukokeen numeroon. Sinulla on oikeus yrittää pikkukoetta ensimmäistä tai toista kertaa.

- 
0. Veikkaa illan SM-liiga -ottelun Tappara-TPS lopputulos. No niin, veikkaamisen halusi lienee nyt tyydytetty, joten vastaapa ao. kysymyksiin tiedon eikä arvausten pohjalta!
- 

- 07a. Erään toimilaitteen yksikköaskelvaste on  $y(t) = 10 - 10 \cdot \exp(-t)$ , kun  $t > 0$ .  
Laske toimilaitteen asettumisaika. Vastaus saa sisältää viittauksia funktiolaskimen funktioihin. 2 p.

- 07b. Erään systeemin siirtofunktio on  $G(s) = k / (s^2 + 4 \cdot s + k)$ , missä  $k$  on säätimen vahvistus.  
Mitoita  $k$  niin, että systeemin yksikköaskelvaste on mahdollisimman nopea mutta monotoninen. 2 p.
- 

08. a) Mitä tarkoitetaan termillä BIBO-stabiilius? 1 p.

- b) Eräässä säätöpiirissä suljetun systeemin (sinulle valmiiksi laskettu!) siirtofunktio on

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

missä  $k$  on I-säätimen vahvistus ja  $T$  on anturin aikavakio. Johda säätöpiirin stabiiliusehdot ja esitä ne kootusti epäyhtälökokoelmana. Vihje: Osa ehdoista viittaa sekä aikavakioon että vahvistukseen. Tässä tehtävässä ko. ehdot kannattaa esittää vahvistuksen ala- ja/tai ylärajaehtoina. 3 p.

---

- 09a. Lämpötila-anturin tuottama lämpötilan mittaustulos värähtelee sinimäisesti erään keskiarvon ympärillä. Em. värähtelyn jaksonaika on  $J$  ja sen amplitudi on  $A$ . Anturin siirtofunktio on  $H(s) = 1 / (1 + B \cdot s)$ . Päätele lämpötilan värähtelyn todellinen amplitudi. 3 p.

- 09b. Erään moottorin siirtofunktio ohjausjännitteestä nopeuteen on alla. Sen parametrit ovat positiivisia lukuja. Johda siirtofunktion taajuusvasteen vaihesiirrolle funktiolaskinlaskentaan sopiva(t) laskukaava(t):

$$G(s) = \frac{K_m}{(J \cdot s + b) \cdot (L \cdot s + R)} \quad 1 \text{ p.}$$

- 09c. Systeemin taajuusvasteen vahvistuskäyrästä voidaan päätellä systeemin askelvasteen eräitä ominaisuuksia. Kerropa lyhyesti, mitä voi päätellä mistä! 1 p.
-

10. Erään säätöpiirin *prosessille* on saatu ao. taulukon taajuusvastearvot (**huom:** amplitudivahvistus eli amplitudivaste ei ole sama kuin dB-vahvistus!):

<i>taajuus (Hz)</i>	1/3	1/2	3/4	1	5/4
<i>amplitudivahvistus (ei dB - arvo)</i>	2	1	1/2	1/3	1/4
<i>vaihesiirto</i>	-120°	-135°	-150°	-180°	-240°

Oletetaan, että vahvistus ja vaihesiirto ovat kulmataajuuden väheneviä (pieneneviä) funktioita. Anturi on *ideaalinen*. Säätimenä on P-säädin, jonka vahvistus  $K_p$  on aseteltavissa. Määritä säätöpiirille

- kriittinen vahvistus (vahvistuksen  $K_p$  kriittinen arvo).
- dB-vahvistusvara (vahvistusvara desibeleinä), kun  $K_p = 1$ .
- vaihevara asteina, kun  $K_p = 1$ .
- vaihevara asteina, kun  $K_p = 2$ .

11. Tutkitaan edelleen *Tehtävän 10* säätöpiiriä, jossa prosessin em. taajuusvaste on yhä pätevä, ja anturi on vieläkin *ideaalinen*. Tehtävän alaosassa on taulukko ja kaavoja, joista saattaa olla hyötyä.

- P-säätimen vahvistus olkoon ykkönen ( $K_p = 1$ ). Laske piirin *viivevara*. 1 p.
- P-säätimen vahvistus olkoon ykkönen ( $K_p = 1$ ). Laske *herkkyys* taajuudella  $1 \cdot \text{Hz}$ . 2 p.
- Valitse P-säätimen vahvistus  $K_p$  niin, että *vaihevaraksi* saadaan  $60^\circ$ .  
*Perustele huolellisesti valintasi.* 2 p.

**Apuja:**

$x$	$120^\circ$	$135^\circ$	$150^\circ$	$180^\circ$	$240^\circ$
$\cos(x)$	-1/2	$-\sqrt{2}/2$	$-\sqrt{3}/2$	-1	-1/2
$\sin(x)$	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{2}/2$	1/2	0	$-\sqrt{3}/2$

$$\cos(-x) = \cos(x) \quad , \quad \sin(-x) = -\sin(x)$$

- 12a. Kerro **sanoin, kuvin ja kaavoin**, kuinka toimilaitteen analoginen inputfunktio muodostetaan digitaalista P-säätöä käytettäessä, kun saatavilla on analoginen mittaus. Vastauksesi odotetaan sisältävän **lohkokaavion**, *on-line* -säätöön liittyviä **laskusääntöjä** (kaavoja) ja lyhyen sanallisen selostuksen! 2 p.

- 12b. Kerro *metsoDNA*-järjestelmästä: mikä se on, mihin se soveltuu, mitä vahvuuksia sillä on? 2 p.