

Ei laskimia, PC-tietokoneita, kännyköitä. Tableteista sallittuja ovat Burana ja Disperin. Ei omia dokumentteja. Saat lainaksi kaavaston. Palauta se ilman lisämerkintöjä.

Tehtävien 5-8 numerointi vastaa luentojen ja laskuharjoitusten numerointia. Tulostiedostossa ne numeroidaan tunnuksin B5-B8.

0. Huomenna eli pe 14.11.2014 Budapestissa pelataan jalkapallon EM-kisojen 2016 karsintalohkon ottelu Unkari-Suomi. Toivottavasti vuoden 1997 karsintaottelun flipperimaalin kaltaisia takaiskuja ei nyt nähdä. Arvaa pelin lopputulos. Tämä olkoon sitten testin ainoa arvauksesi, sillä turvallinen ja tuottava automaatio perustuu ahkeruuteen, analyttiseen ajatteluun ja huolelliseen toteutukseen 24/7. Vastaa siis alla oleviin tehtäviin ahkeran treenisuomen tiedon perusteella:

5. a) Mikä on yksikköimpulssin eli **Dirac**-impulssin **Laplace**-muunnos? Lauseke/vastaus riittää, eli johtoa ei tarvitse esittää. **0.5p.**

- b) Johda **Laplace**-muunnoksen määritelmästä alkaen sopivan integrointilaskelman avulla funktion f **Laplace**-muunnoksen $F(s)$ lauseke, kun **2.5p.**

$$f(t) = \begin{cases} 0 & , \quad t < 4 \\ 1 & , \quad t \geq 4 \end{cases}$$

- c) Piirrä kuvaaja aikamuuttujan funktiolle, jonka **Laplace**-muunnos on $\frac{e^{-s}}{s^2}$. **1.0p.**

6. Kesävaaran kaivokselta virtaa myrkyllistä vettä läheiseen järveen, jossa on melko tasainen pohja ja melkein pystysuorat rantaseinämät. Järvestä vesi pääsee valitettavasti vielä eteenpäinkin pientä puroa pitkin. Järven veden myrkkypitoisuuden c riippuvuutta kaivokselta tulevan veden myrkkypitoisuudesta c_{in} arvioidaan oheisen vakioparametrisen mallin avulla.

- a) Johda pienin askelin funktion c **Laplace**-muunnoksen lauseke. **2.5p.**

- b) Päätele a-kohdan tuloksesta luonnollisen vasteen **Laplace**-muunnos. **0.5p.**

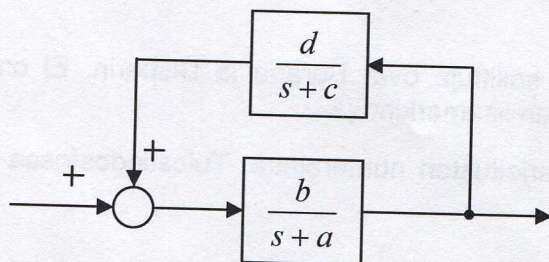
- c) Päätele a-kohdan tuloksesta pakkovasteen **Laplace**-muunnos. **0.5p.**

- d) Päätele a-kohdan tuloksesta **Laplace**-siirtofunktio funktiosta c_{in} funktioon c . **0.5p.**

$$\dot{c}(t) = \frac{q \cdot (c_{in}(t) - c(t))}{V}$$

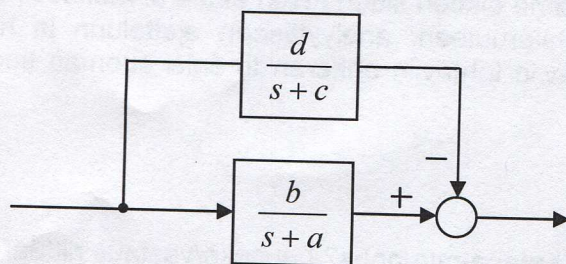
7. a) Johda oheisen systeemin siirtofunktio, esitä se standardimuodossa:

2p.



b) Johda oheisen systeemin siirtofunktio, ja esitä se standardimuodossa:

1p.



c) Staattoriorhjatun DC-moottorin siirtofunktio ohjausjännitteestä akselin kulmanopeuteen on alla mainittu $G(s)$. Siirtofunktioksi kulmanopeuden asetusarvosta kulmanopeuteen haluttaisiin alla mainittu $Q(s)$, joka on parametroitu positiivisen luonnollisen kulmataajuuden ω_n ja positiivisen vaimennusvakion ζ avulla. DI **Will Manstrand** haluaa ohjata moottoria etukompensaattorilla. Johda suunnitteluspeksin täyttävän etukompensaattorin siirtofunktio $P(s)$.

1p.

$$G(s) = \frac{K}{(Ls + R)(Js + b)}, \quad Q(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

8. a) Luokittele ilman **Routh**-testiä alla mainitut siirtofunktiot kategorioihin **BIBO-stabiili**, **marginaalisesti I/O-stabiili** ja **I/O-epästabiili**. Puuttuvasta luokittelusta vähennetään **0.25p.**, väärästä luokittelusta vähennetään **0.50p.**, mutta loppupistemäärä on kuitenkin ei-negatiivinen. Siirtofunktiot:

1p.

$$s+1, \quad \frac{1}{s+1}, \quad \frac{1}{s^2}, \quad \frac{1}{s^2+1}, \quad e^{-s}$$

b) Sähkötekniikan diplomi-insinöörien ja tohtorien suuri sankari **J. C. Maxwell** hairahtui aikanaan tutkimaan myös mekaanisten järjestelmien stabiiliutta. Vuoden 1868 (!) julkaisussaan *On Governors* hän tutkikin oheista karakteristista polynomia κ . Polynomin parametrit B, F, G, M ja Y ovat positiivisia lukuja. Tutki (vasta hieman myöhemmin kehitetyn) **Routh**-testin avulla, millä ehdoilla polynomi κ ilmaisee edustamansa systeemin stabiiliutta.

3p.

$$\kappa(s) = MB \cdot s^3 + (MY + FB) \cdot s^2 + FY \cdot s + FG$$