

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. Tänäpä jalkapallon MM-kisoissa kohtaavat USA ja Saksa, joiden valmentajat Jygä Klinsmann ja Jogi Löw valmensivat aiemmin yhdessä Saksan kovakuntoista maajoukkuetta No Pain No Gain -hengessä. Arvaa pelin lopputulos ja Miroslav Klosen tekemien maalien lukumäärä. Nä-mä olkoot sitten iltapäivän ainoat arvauksesi, sillä turvallinen ja tuottava automaatio perustuu ahkeruuteen, analyttiseen ajatteluun ja huolelliseen toteutukseen 24/7 No Pain No Gain -hen-gessä. Vastaa siis alla oleviin tehtäviin ahkeran treenisi suoman tiedon perusteella:

5. a) Mikä on yksikköimpulssin eli Dirac-impulssin Laplace-muunnos? Lauseke riittää. **0.5p.**

b) Johda 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 kaivoksen läheisyydessä olevan järven veden myrkkypitoisuuden c riippuvuutta järveen virtaavan puron veden myrkkypitoisuudesta c_{in} arvioidaan oheisen vakioparametrisen mallin avulla. **4p.**

a) Johda Tenttikaavaston avulla pienin askelin funktion c Laplace-muunnoksen lauseke.

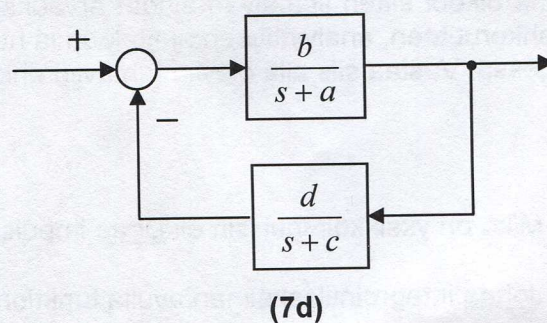
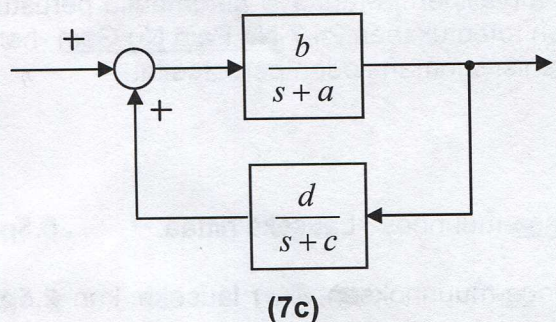
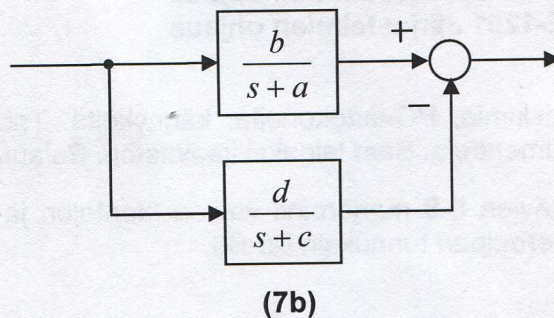
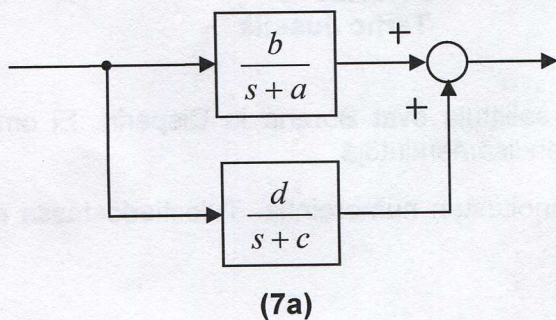
b) Päätele mallin luonnollisen vasteen Laplace-muunnos.

c) Päätele mallin pakkovasteen Laplace-muunnos.

d) Päätele mallin Laplace-siirtofunktio funktiosta c_{in} funktioon c .

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

7. a-d) Johda, sievennä hyvin ja esitä standardimuodossa seuraavien systeemien siirtofunktiot:



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

$$s, \frac{1}{s+1}, \frac{1}{s^2}, \frac{1}{(s-1)^2+1}$$

b) Vuoden 1868 julkaisussaan *On Governors* J. C. Maxwell tutki erään jatkuva-aikaisen mekaanisen **LTI**-systeemin stabiiliutta ja siksi oheisen karakteristisen polynomin κ juurten sijaintia kompleksitasossa. Parametrit B, F, G, M, Y ovat positiivisia lukuja:

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

Tutki Routh-testin avulla, millä ehdoilla polynomin κ juuret ilmaisevat systeemin sisäistä ja ulkoista stabiiliutta. **3.0p.**