

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

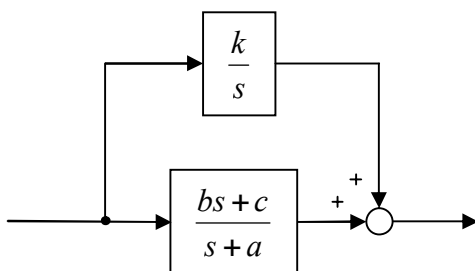
Tehtävien 5-8 numerointi vastaa luentojen, laskuharjoitusten ja viikkokokeiden numerointia.

Rationaalifunktio tulee esittää polynomien osamääränä. Polynomi tulee esittää eri potenssien termien summana. Summassa potenssit tulee esittää alenevassa järjestyksessä. Kunkin potenssin kerroin on esitettävä mahdollisimman yksinkertaisessa ja tiivissä muodossa. Tämä saattaa edellyttää esimerkiksi kokonaislukujen, murtolukujen ja helppojen desimaalilukujen manipuloitua.

Tehtävä 5

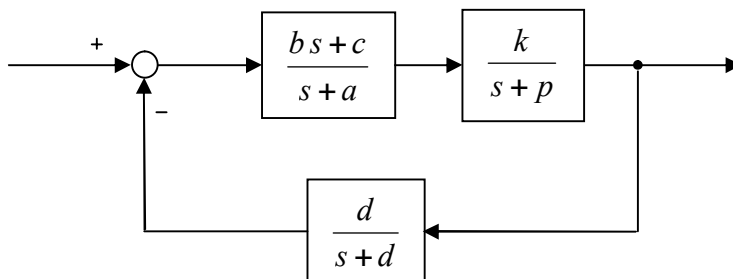
a. Laske oheisen lohkokkaavion kuvaaman systeemin siirtofunktio, ja esitä se ohjeen mukaan:

1.5p.



b. Laske oheisen lohkokkaavion kuvaaman systeemin siirtofunktio, ja esitä se ohjeen mukaan:

2.5p.



Tehtävä 6

a. Luokittele ilman **Routh**-testiä alla mainitut siirtofunktiot kategorioihin BIBO-stabiili, kriittisesti 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.**

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

b. Sähkötekniikan diplomi-insinöörien ja tohtorien suuri sankari **J. C. Maxwell** hairahtui aikanaan tutkimaan mekaanisten järjestelmien stabiiliutta. Vuoden 1868 julkaisussaan *On Governors* hän tutkikin oheista karakteristista polynomia k . Polynomin parametrit B, F, G, M ja Y ovat positiivisia lukuja. Tutki **Routh**-testin avulla, millä ehdoilla polynomi k ilmaisee edustamansa systeemin stabiiliutta. Tee havainnoistasi helppolukuinen tiivis yhteenveto: **3p.**

$$k(s) = M B s^3 + (M Y + F B) s^2 + F Y s + F G$$

Tehtävä 7

- a. Erään prosessin outputin y riippuvuutta asetusarvostaan r kuvaa alla annettu siirtofunktio. Funktio r kasvaa alkuarvosta 0 lineaarisesti kulmakertoimella k . Tutki Loppuarvoteoreemalla säätövirheen käyttäytymistä ajan kasvaessa rajatta. Esitä analyysisi ja sen loppupäätelmä niin täsmällisesti ja hyvin perustellen kuin on mahdollista: **2p.**

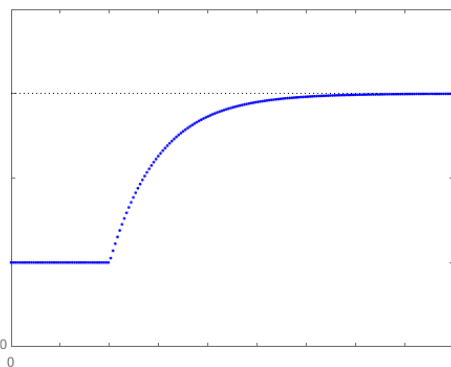
$$H(s) = \frac{1}{as^2 + bs + 1}$$

- b. Esitä differentiaaliherkkyyden määritelmä huolellisesti. **1p.**
- c. Johda säätötekniikalle erittäin tärkeän funktion f differentiaaliherkkyyden lauseke: **1p.**

$$f(x) = \frac{x}{x+1}$$

Tehtävä 8

- a. Systeemin vaimennuskerroin on 0.6, ominaiskulmataajuus (luonnollinen kulmataajuus) on 5, ja DC-vahvistus on 2. Mikä on systeemin siirtofunktion lauseke? **1p.**
- b. Alivaimennetun systeemin asettumisajalle johdettiin yksinkertainen approksimointikaava, jota suunnittelijat käyttävät. Mainitse ainakin kaksi syytä sen epätarkkuudelle. **1p.**
- c. Alla on erään systeemin askelvastekuvaaja, jota voi kuvata systeemin aikavakiolla ja kahdella muulla parametrilla. Esitä/selosta/näytä pelkän piirroksen tai piirroksen ja sanojen tai piirroksen, sanojen ja kaavojen avulla, kuinka aikavakio T voidaan tunnistaa kuvaajasta. **1p.**



- d. Piirrä systeemin *napa-nolla* -kuvio, kun systeemin askelvasteen käyrämuoto on alla oleva: **1p.**

