

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

Tehtävätunnusten B05-B08 numero-osa on luentojen, harjoitusten ja viikkokokeiden numero.

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 laskuoperaatioita.

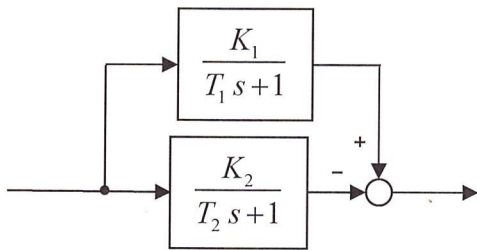
B00 eli arvailun lopettaminen

Huuhkajat pelaa Nations League -ottelut Kreikka-Suomi Ateenassa to 15.11. ja Unkari-Suomi Budapestissa su 18.11. Arvaa otteluiden *lopputulokset*. Nämä olkootkin illan ainoita arvauksiasi, sillä turvallinen ja tuottava automaatio edellyttävät arvauksia laadukkaampaa työskentelyä 24/7.

B05. Lohkokaavioiden sieventely / Siirtofunktio alisysteemien siirtofunktioista

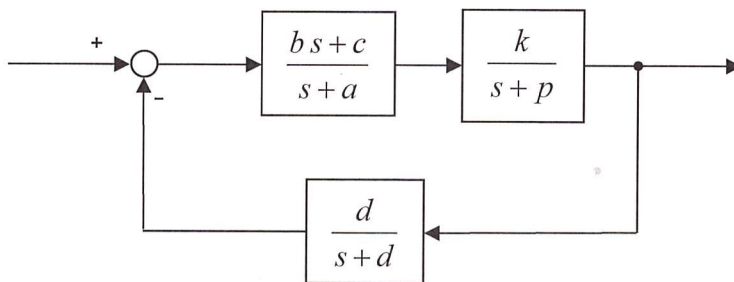
a. Laske oheisen lohkokaavion kuvaaman systeemin siirtofunktio, ja esitä se ohjeen mukaan:

1.25p



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

2.75p.

**B06. Stabiilius, Osa 1.**

a. Ideaalisen PD-säätimen siirtofunktio voidaan esittää muodossa $K_p(T_D s + 1)$, missä K_p on proportionaalivahvistus ja T_D on derivointiaika. Tutki siirtofunktion perusteella, onko kyseinen säädin BIBO-stabiili.

0.75p.

b. Tutki siirtofunktion perusteella, onko kahden integraattorin sarjaankytkentä eli kaksoisintegraattori (double integrator) BIBO-stabiili, kriittisesti I/O-stabiili vai I/O-epästabiili. Perustele väitteesi.

0.75p.

c. Erään systeemin outputin L-muunnoksen $Y(s)$ ja inputin L-muunnoksen $R(s)$ välinen polynomi-malli on alla. Sen parametri T on positiivinen. Johda piirin BIBO-stabiiliuden välttämättömät ja riittävät ehdot, ja esitä ne kootusti mahdollisimman selvästi.

2.50p.

$$\left[T s^3 + (1+T) s^2 + s + k \right] Y(s) = k R(s)$$

B07. Lopputarkkuus & Häiriön myötäkytkentäkompensoinnista

- a. Erään prosessin outputin y riippuvuutta alla kuvatusta asetusarvostaan r kuvaa alla annettu siirtofunktio T . Tutki Loppuarvoteoreemalla säätövirheen käyttäytymistä ajan kasvaessa rajatta. Esitä analyysisi ja sen loppupäätelmä niin täsmällisesti ja hyvin perustellen kuin on mahdollista:

2p.

$$T(s) = \frac{as + b}{s^2 + as + b}, \quad r(t) = kt^2$$

- b. Prosessin output y riippuu ohjauksesta u ja häiriöstä d oheisen mallin mukaisesti. Häiriö kyetään mittaamaan virheittä. Johda myötäkytkentäkompensointorille teoreettinen siirtofunktio, ja analysoi sen relevanttisuutta lyhyesti ja ytimekkäästi käytännön sopivia näkökohtia huomioon ottaen.

2p.

$$Y(s) = \frac{f}{as^2 + bs + c} e^{-ds} U(s) + \frac{n}{s + p} e^{-hs} D(s)$$

B08. Transienttivasteen dynamiikka

- a. Systeemin vaimennuskerroin on 0.6, ominaiskulmataajuus (luonnollinen kulmataajuus) on 5, ja DC-vahvistus on 2. Mikä on systeemin siirtofunktion lauseke?
- b. Prosessia, jonka aikavakio on T ja jonka vahvistus on K , säädetään I-säätimen avulla. Säätimen vahvistus on K_I . Anturin siirtofunktio on yksi. Suljetun systeemin siirtofunktio on oheinen $Q(s)$. Valitse K_I niin, että asetusarvon yksikköaskelmuutokselle saatavassa pakkovasteessa ei ole ylitystä mutta vaste kasvaa mahdollisimman nopeasti ja suppenee äärelliseen loppuarvoon.

1p.

1p.

$$Q(s) = \frac{K K_I}{T s^2 + s + K K_I}$$

- c. Jos tämän tehtävän b-kohdan suljettu systeemi on alivaimennettu, niin sen askelvasteen asetumisaikaa approksimoidaan usein siirtofunktion $Q(s)$ navan reaaliosan avulla. Approksimaatio ei aina ole kovin tarkka. Kerro mahdollisen epätarkkuuden syyt sanallisesti ja ehkä kuvaakin käyttäen mutta ilman kaavoja/laskelmia.

1p.

- d. Siirtofunktio prosessin outputin asetusarvosta prosessin outputiin on alla. Millä parametrin c arvoilla prosessin vaste asetusarvonsa yksikköaskelmuutokseen on ei-negatiivinen ja loppuarvonsa ylittävä?

1p.

$$Z(s) = \frac{cs + 1}{(as + 1)(bs + 1)}$$