

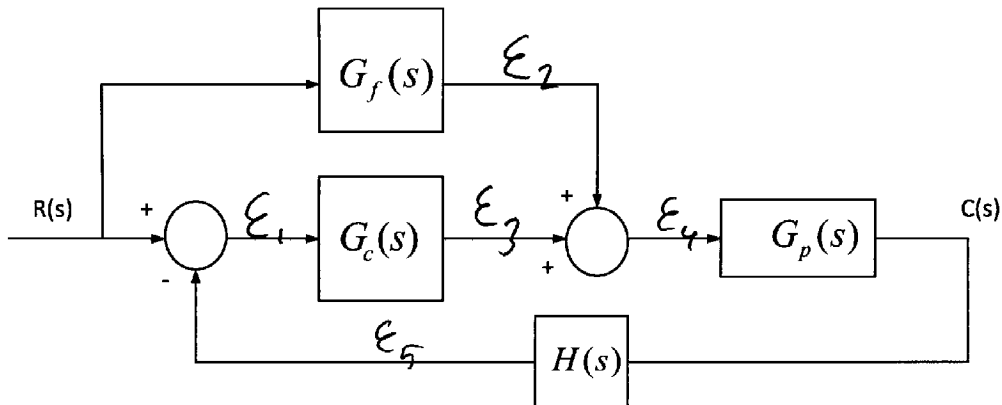
ELEC-C1230 Sääteotekniikka

Tentti 9. 5. 2016

- Merkitse kaikkiin vastauspapereihin kurssin nimi, oma nimi, koulutusohjelma, vuosikurssi ja opiskelijanumero.
- Kokeessa on viisi (5) tehtävää ja kaikkiin pitää vastata.
- Kokeessa ei saa käyttää mitään kirjallisuutta. Funktiolaskin on sallittu.
- Kaavakokoelma on palautettava, jos olet saanut sen tentin valvojalta.
- Merkitse vastauspaperiin selvästi: TENTTI

Maksimipistemäärä jokaisesta tehtävästä 6p.

1. Määritä alla olevan järjestelmän kokonaissiirtofunktio, siis siirtofunktio $R \rightarrow C$. (6 p)



2. Tarkastellaan PID-säädintä, jonka perusversio ("oppikirjaversio") on

$$u(t) = K \left(e(t) + \frac{1}{T_I} \int_{-\infty}^t e(s) ds + T_D \frac{de(t)}{dt} \right)$$

Symbolit vastaavat kurssilla käytettyjä merkintöjä.

- Esitä säätäjä Laplace-tasossa ja piirrä Simulinkin kaltainen diagrammi säätimestä. (2 p)
 - Minkälaisia modifikaatioita derivointitermissä yleensä käytetään? Miksi? (2p)
 - Minkälaisia seikkoja on otettava huomioon, kun valitaan jatkuva säädintä imitoivan diskreetti-aikaisen säätimen näyteväliä? (2p)
3. Negatiivisesti takaisinkytketyssä järjestelmässä avoimen järjestelmän siirtofunktio on

$$L(s) = \frac{Ke^{-\tau s}}{s(s+1)} \quad \text{jossa } K = 5.$$

- Selitä, mikä on eksponenttitermin merkitys siirtofunktiossa? (2p)

b. Mikä on parametrin τ maksimiarvo, jolla suljettu systeemi pysyy vielä stabiilina? (4p)

4. Muodosta diskreettiaikaista järjestelmää

$$y(k+2) + ay(k+1) + by(k) = u(k)$$

kuvaava pulssinsiirtofunktio, kun $a = 1/2$, $b = 1/16$.

Säädetään sitten prosessia P -säätäjällä, jonka vahvistus on $K > 0$. Millä K :n arvoilla suljettu systeemi on stabiili? Mikä on staattinen vahvistus referenssistä ulostuloon tällöin? (6p)

5. Tarkastellaan jatkuva-aikaista prosessia

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -5 & -2 \\ 2 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0,5 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = [0 \quad 1] x(t)$$

Tehtävänäsi on suunnitella tilatakaisinkytkentään perustuva diskreettiaikainen tietokonesäätö siten, että suljettu systeemi täyttää seuraavat ehdot: Referenssiin tulee yksikköaskel ja tällöin

- | | | |
|------|---|------|
| i. | ylitys vasteessa on noin 1% | (2p) |
| ii. | vasteen 2% asettumisaika on vähemmän kuin 1 sekunti | (2p) |
| iii. | suljetun systeemin staattinen vahvistus on 1. | (2p) |

Oletetaan, että prosessin tilat ovat mitattavissa.

Ohje: Suunnittele ensin jatkuva-aikainen tilatakaisinkytketty säätölaki muotoa $u(t) = -Lx(t) + \alpha r(t)$ joka täyttää vaaditut ehdot. Diskretoi säätölaki.

Liite:

$$Z(x(k+1)) = zX(z) - zx(0), \quad Z(x(k+2)) = z^2 X(z) - z^2 x(0) - zx(1)$$

$$G(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

$$\%OS = 100e^{-\left(\frac{\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right)}$$

$$t_s(2\%) \approx \begin{cases} \frac{4}{\zeta\omega_n}, & \zeta \leq 0.88 \\ \frac{10\zeta - 4.2}{\omega_n}, & 0.88 < \zeta \leq 1.4 \end{cases}$$