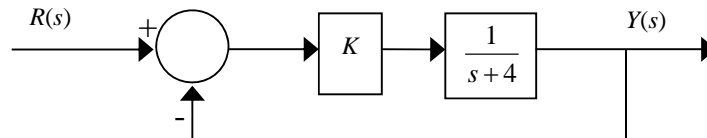


ELEC-C1230 Säättötekniikka

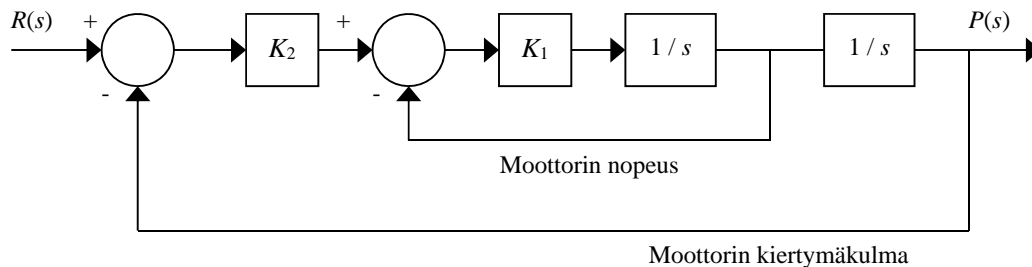
9. laskuharjoitus

Toimivuuskriteereitä, toisen kertaluvun dynamiikkaa.

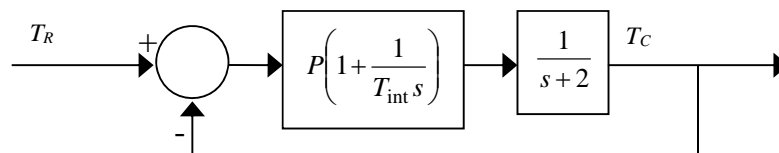
- Määritä seuraavan kuvan mukaiselle systeemille ($K = 10$ ja $K = 100$):
 - staattinen vahvistus,
 - 5 % asettumisaika askelvasteeseen,
 - 3 dB kaistanleveys, hahmottele myös $20 \log_{10} |Y(i\omega) / R(i\omega)|$.



- Alla olevassa kuvassa on servomotoorin kaskadisäätösystemi. Se on viritetty siten, että $K_1 = 5$ ja $K_2 = 10$. Määritä
 - siirtofunktio $G(s) = P(s) / R(s)$,
 - $G(s)$:n navat, vaimennussuhde ja ominaistajuus,
 - askelvasteen ylitys ja 5 % asettumisaika.
 - Hahmottele taajuusvasteen amplitudikäyrä $20 \log_{10} |G(s)|$ sekä määritä amplitudimaksimin korkeus ja taajuus.
 - Miten systeemistä saisi nopeamman ja paremmin käyttäytyvän?

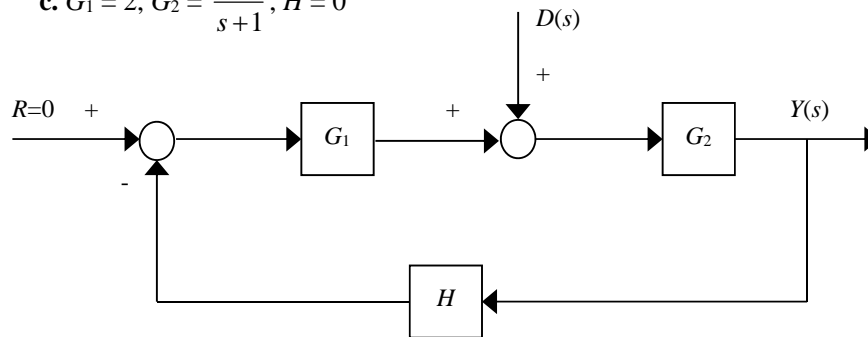


- Suunnittele alla olevan kuvan mukaiseen lämpötilansäätöprosessiin PI-säätäjä (eli ratkaise parametrit P ja T_{int}) siten, että jatkuvuustilan virhe on nolla askelmaiselle muutokselle, vaimennussuhde on 1 ja ominaistajuus on 4 rad/s .



- 4.* Eräästä systeemistä on mitattu 25 % maksimiylitys yksikköaskelvasteelle ajanhetkellä 0.9 s ja ulostulon lopullinen arvo on 3. Systeemin oletetaan olevan toista kertalukua ilman äärellisiä nollia. Määritä systeemin siirtofunktio.
- 5.* Millä seuraavista vaihtoehtoista on paras häiriönesto alla olevan kuvan mukaisessa systeemissä? Käsittele tapausta, kun s lähestyy nollaa.

- a. $G_1 = 2, G_2 = \frac{10}{s+1}, H = 0.2$
- b. $G_1 = 10, G_2 = \frac{2}{s+1}, H = 0.2$
- c. $G_1 = 2, G_2 = \frac{2}{s+1}, H = 0$



Toisen kertaluvun dynamiikka:

$$\text{Siirtofunktio: } G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2},$$

missä: K = prosessin vahvistus,

ω_n = prosessin ominaistajuuus,

ζ = prosessin vaimennussuhde.

($K, \omega_n \neq 0$)

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

$$\text{Huiipun ajankohta: } t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}}$$

$$\text{5 \%:n asettumisaika: } t_{\text{set}} (5\%) \approx \frac{3}{\zeta\omega_n}$$

$$\text{PID-säätimen siirtofunktio: } G_{PID}(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$