

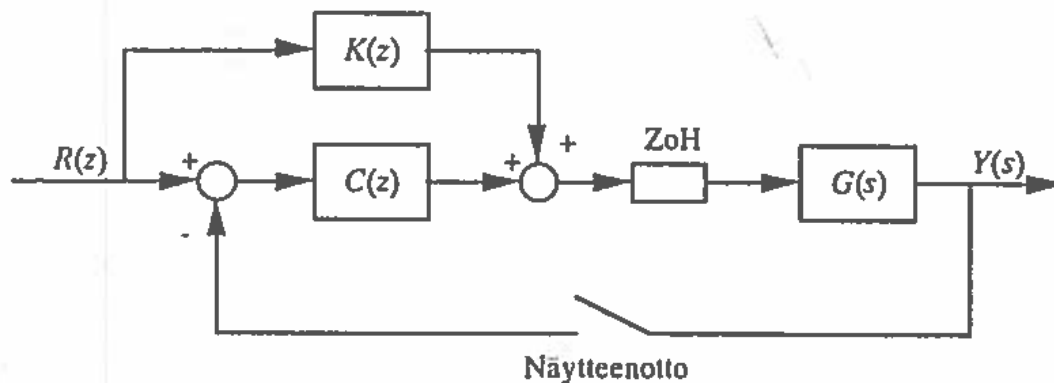
Merkitse vastauspaperiin selvästi, minkä opintojakson tenttiin osallistut (Aut-74.107 vai Aut-74.109).

Mikäli olet osallistunut valvottuihin laskuharjoituksiin ja olet oikeutettu lisäpisteisiin tentissä, kirjoita ensimmäisen vastauspaperin yläreunaan "lisäpisteet" ja valvottujen laskuharjoitusten suoritusajankohta (esim. *lisäpisteet kevät-96: 2p*).

Tentissä saa olla mukana kirja *Virkkunen: Sääntötekniikan matematiikka*.

Muistathan, että osallistut nyt vaihtoehtoiseen tenttiin, joka korvaa toukokuun tentin!

1. Kuvassa on esitetty lohkokaaviorakenne järjestelmästä, jossa jatkuvaa prosessia säädetään diskreetillä säätöstrategialla.



$$G(s) = \frac{5}{s}, \quad C(z) = K_p = 3, \quad K(z) = \frac{2z}{2z-1}$$

ZoH (Zero order hold, nollannen kertaluvun pito)
 Näytteenottoväli $T = 0.1$.

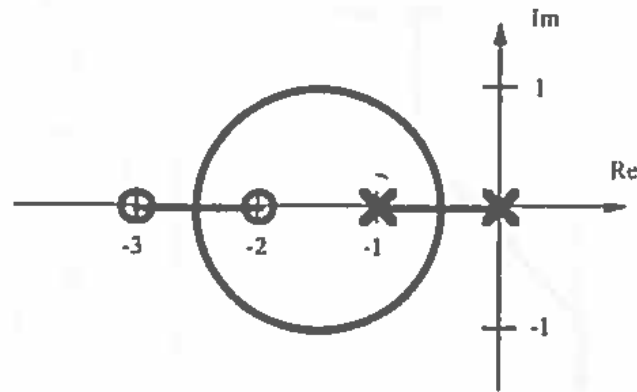
Kehitä diskreetti kokonaissiirtofunktio $G_{TOT}(z) = \frac{Y(z)}{R(z)}$.

2. Epästabiilia prosessia kuvaa tilaesitys:

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = \begin{bmatrix} -2 & 3 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) \end{cases}$$

Prosessia säädetään joko P, PI, PD tai PID-säätimellä. Millä em. säätimistä prosessi saadaan stabiiliksi ja värähtelemättömäksi? Perustele vastauksesi.

3. Negatiivisesti takaisinkytketyn järjestelmän juuriura on esitetty alla kokonaisvahvistuksen K_{TOT} funktiona (K_{TOT} sisältää sekä säätimen vahvistuksen K_P että prosessin vahvistuksen K_{PROC}). Säädin on PI-säädin, jonka kokonaisvahvistus on K_P ja jonka integrointiaika (I-aika) $T_I = 0.5s$.
- Kirjoita prosessin siirtofunktio. Vahvistusta K_{PROC} ei tarvitse määrittää.
 - Millä K_{TOT} :in arvoilla suljettu säätöpiiri on stabiili?



4. Prosessin siirtofunktio on muotoa

$$G(s) = \frac{10(-s-2)}{(s+1)(s+1)(s+10)}$$

- a. Valitse seuraavista vaihtoehdoista oikeat (tutkittavan prosessin kannalta):

- a1. Boden vahvistuskäyrä alkaa arvosta A, jolle pätee:

- $A > 0$ dB
- $A = 0$ dB
- $A < 0$ dB

- a2. Boden vahvistuskäyrän käännepisteet ovat:

- 10, 20 ja 100
- 1, 2 ja 10
- 0.1, 0.5 ja 1

- a3. Boden vahvistuskäyrä on taajuuden funktiona:

- aina laskeva (tai vakio)
- aina nouseva (tai vakio)
- jollain taajuusalueella nouseva ja toisella laskeva (tai vakio)

- b. Määrittele prosessin Boden approksimoidun vaihekäyrän:

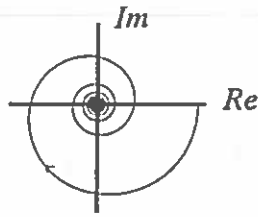
- alku- ja loppukulmat (Kulma, kun ω lähestyy nolaa/ääretöntä)
- käännepisteet
- nousu- ja laskujyrkkyydet käännepisteiden välillä

5. Oheisessa liitteessä on kuutta systeemiä (A - F) kuvattu eri tavoin. Lisäksi liitteessä on kuusi impulssivastetta (I - VI). Impulssi on syötetty prosessiin ajanhetkellä $t = 0$. Määritä mitkä impulssivasteet voivat kuvata kutakin systeemimallia. Kaikille malleille ei löydy sopivaa impulssivastetta. Perustele miksi malli ja löytämäsi impulssivaste voivat kuvata samaa järjestelmää ja miksi mikään impulssivasteista ei kuvaa jotain tarkastelemaasi mallia.

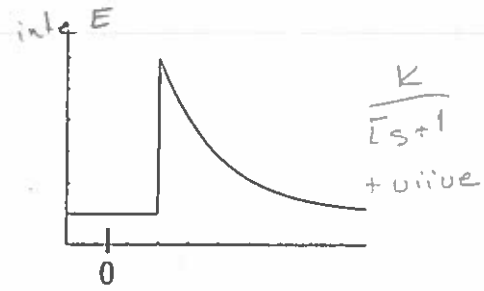
Systemien mallit

Aikatason impulssivasteet

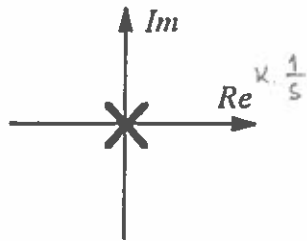
A.



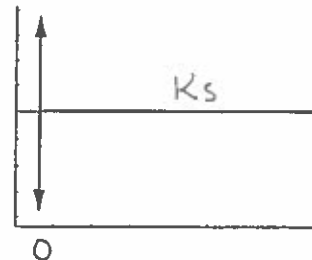
I.



~~B.~~



II.

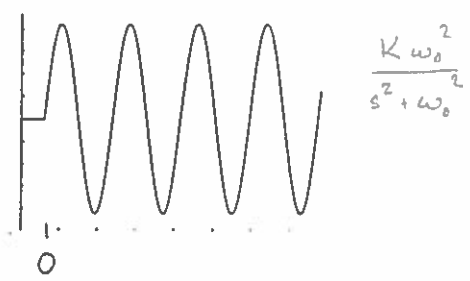


~~C.~~

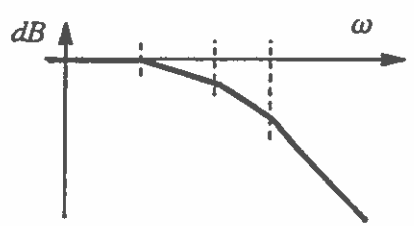
$$\begin{cases} \dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ -2 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = [1 \ 0] \mathbf{x}(t) \end{cases}$$

$$G(s) = \frac{0s + 2}{s^2 + 0s + 2}$$

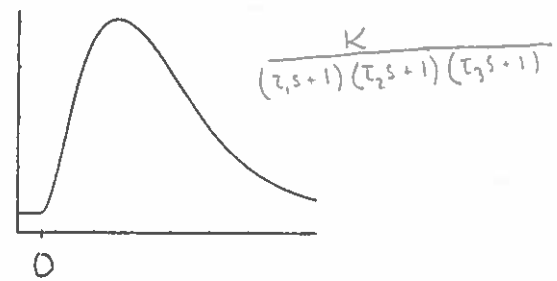
~~III.~~



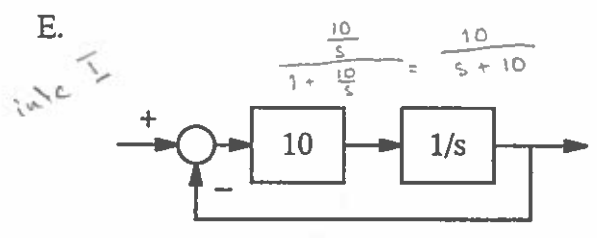
~~D.~~



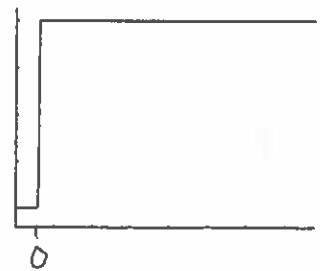
~~IV.~~



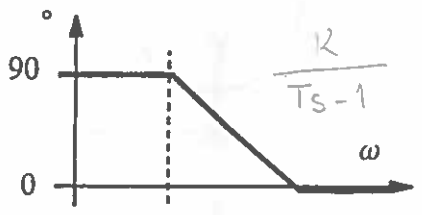
E.



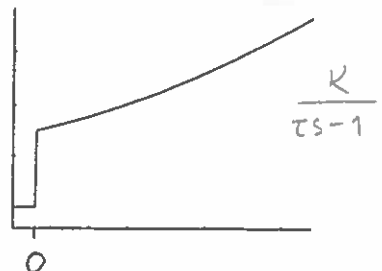
~~V.~~



~~F.~~



~~VI.~~



LIITE: Tehtävän 5. systeemien mallit ja aikataason impulssivasteet