

AS-74.2111 Analoginen säätö

Tentti 30.8.2006

- Merkitse kaikkiin vastauspapereihin kurssin nimi, oma nimi, osasto, vuosikurssi ja opiskelijanumero.
- Tentissä on viisi (5) tehtävää ja kaikkiin tulee vastata.
- Tentissä ei saa käyttää mitään kirjallisuutta.
- Kaavakokoelma on palautettava.
- Jokainen tehtävä tulee aloittaa uudelta sivulta.

1. Vastaa kysymyksiin lyhyesti. Mitä tarkoittavat systeemiteeniikassa

- Lineaarinen järjestelmä? (1 p)
- Staatinnainen vahvistus? (static gain) (1 p)
- Suljettu järjestelmä? (closed-loop system) (1 p)
- Mikä on integraattorin askelvaste? (1 p)
- Milloin järjestelmä on Routhin kaavion mukaan asympotoottisesti stabiili? (1 p)
- Mitä Boden diagrammi kuvaa? (1 p)

2. Olkoon systeemin siirtofunktio

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

- Laske järjestelmän askelvaste. Onko se värähtelevä? Peruste! (3 p)
- Prosessia $G(s)$ säädetään PI-säätimellä, jonka siirtofunktio on

$$G_{PI}(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s}\right)$$

Onko suljettu järjestelmä stabiili parametrien arvoilla $K_P = 20$ ja $T_I = 0.1$? (3 p)

3. Tarkastellaan seuraavaa järjestelmää:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -4 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = [1 \quad 0] x(t) \end{cases}$$

- Onko järjestelmä saavutettava? (1 p)
- Onko järjestelmä tarkkailtava? (1 p)
- Onko mahdollista löytää tilatakaisinkytkentä, jonka avulla takaisinkytketyn järjestelmän navat saadaan mielivaltaisiin pisteisiin a ja b ($a, b \in \mathbb{C}$)? Perustelee vastauksesi. Jos on, niin kirjoita yhtälöt tilatakaisinkytkennän parametreille a :n ja b :n funktiona. Jos ei ole, mitä rajoituksia napojen paikoilla on? (4 p)

4. Tarkastellaan seuraavaa järjestelmää:

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

Kuvassa 1 on esitetty säädetyn prosessin juuriuria, joissa prosessia $G(s)$ on säädetty joko P, PI tai PD- säätimellä siten, että vapaana parametrinä (joka vaihtelee nolasta äärettömään) on jokin säätimen parametreista K_P, T_D tai T_I . Muut säätimen parametrit ovat kiinnitettyjä eikä niiden arvoja tarvitse tietää ellei niitä ole erikseen annettu. Kuvien akselien skaalat ovat samoja, joten kuvat ovat keskenään vertailukelpoisia. PERUSTELE VASTAUKSESI HUOLELLISESTI!

- Mikä kuvan juuriurista (A, B, C, D) esittää tilannetta jossa prosessia $G(s)$ säädetään PD-säätimellä, kun (2 p)

$$G_{PD}(s) = K_P(1 + T_D s)$$

$$K_P = 2$$

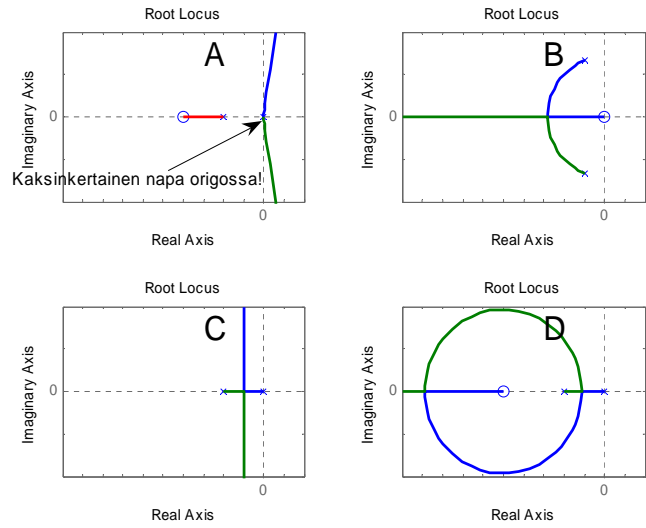
$$T_D : 0 \rightarrow \infty$$

- Kerro millä säätimillä systeemi on säädetty ja minkä parametrin suhteen juuriura on piirretty kussakin kuvassa A,B,C,D? (2 p)
- Mikä säätimistä kannattaa valita, kun vaatimuskriteerit ovat (tässä järjestyksessä):
 - stabiilisuus
 - värähtelemättömyys
 - askelmaisen referenssimuutoksen pysyvän poikkeaman poistaminen
 - nopeus

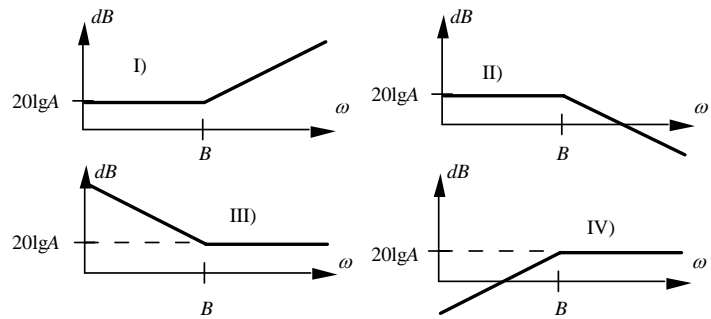
Valinnassa on otettava huomioon, että toimilaitteiden rajoituksista johtuen millekään säätimen parametrin arvolle ei voida antaa suhteettoman suuria arvoja (juuriura parametrin lähestyessä ääretöntä ei käytännössä ole realistinen valinta). (2 p)

5.

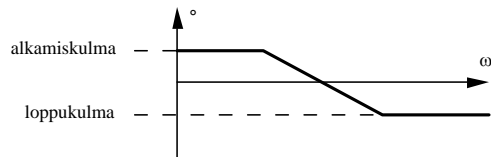
- Kuvassa 2 on neljä Boden likimääräistä vahvistuskäyrää. Yksi käyrästä esittää PI-säädintä ja toinen PD-säädintä. Etsi kyseiset kaksi käyrää, esitä säätimien siirtofunktiot ja määritä diagrammien vakiot A ja B molemmille säätimille säätimen parametrien funktiona. (4 p)
- Mitkä kuvan 2 neljän käyrän (I - IV) kuvaamien järjestelmien vaihekyyrät vastaavat kuvassa 3 esitettyä Boden likimääräisen vaihekyrän muotoa? Määritä alku- ja loppukulmat eri tapauksissa, jotka vastaavat kuvan 2 vahvistuskäyriä. (2 p)



Kuva 1. Tehtävässä 4 tarvittavia juuriuria.



Kuva 2. Tehtävässä 5 tarvittavat approksimatiiviset Bodein vahvistuskäyrät.



Kuva 3. Tehtävässä 5b tarvittava Bodein vaihekäyrä.