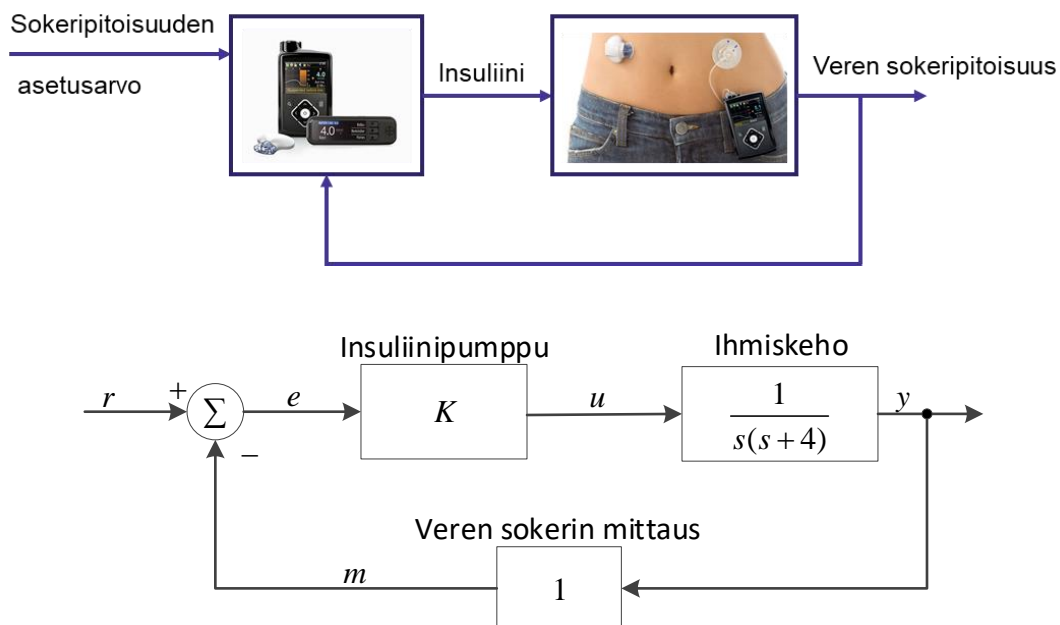


Ohjeet: Ei kirjallista materiaalia. Ei laskinta. Tenttikaavasto jaetaan. Älä tee mitään merkintöjä tenttikaavastoon. Palauta kaavasto valvojalle Välikokeen 2 kysymyspaperin kanssa. Välikokeessa 2 on 3 sivua ja 5 tehtävää. **Maksimipistemäärä on 25 pistettä.**

Tehtävä 1. Selitä alla olevat termit ja käsitteet (max +1p per termi/käsite).

- | | | |
|-------------------|-----------------|----------------------|
| a) stabiiliusvara | b) Routh-testi | c) taajuusvaste |
| d) skenaariopiiri | e) DC-vahvistus | f) loppuarvoteoreema |

Tehtävä 2. Insuliinipumppu on jatkuvatoiminen lääkinnällinen laite, joka tarkkailee ihmiskehon veren sokeriarvoja ja joka annostelee insuliinia diabeetikon verenkiertoon. Insuliinipumppuhoidolla saavutetaan paremmat hoitotulokset kuin pistohoidolla, jolloin se parantaa diabeetikoiden elämänlaatua. Insuliinipumppuun perustuvan veren sokeripitoisuuden säätöpiirin periaatekuva ja lohkokaavio ovat alla.



Kuva 1. Veren sokeripitoisuuden säätöpiirin periaatekuva ja lohkokaavio.

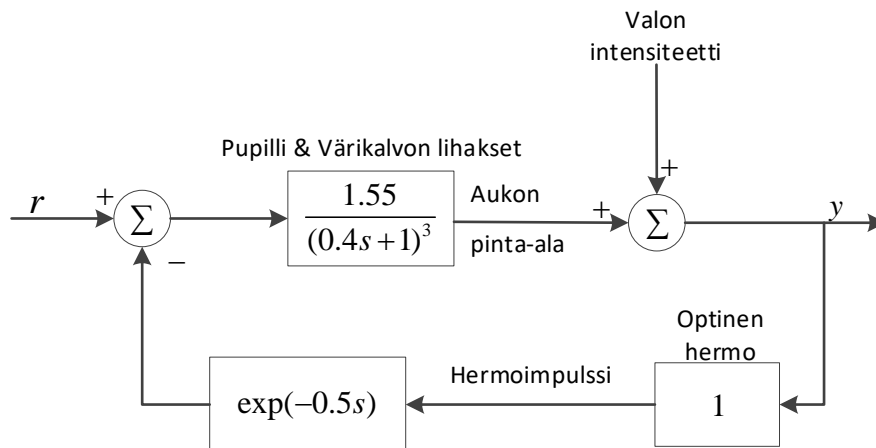
Mitoita insuliinipumpun vahvistus K siten, että veren sokeripitoisuuden säätöpiirin askelvaste on kriittisesti vaimennettu. Ratkaise säätöpiirin navat, kun K on mitoitettu. (4p)

Vihje:
$$G(s) = \frac{k\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

Tehtävä 3. Ihmissilmän pupillin eli mustuaisen koko muuttuu automaattisesti valaistusolosuhteiden mukaan. Pupillin aukon kokoa ohjaa silmän värikalvossa olevat lihakset, jotka säätelevät verkkokalvolle pääsevän valon määrää. Pupillin aukko laajenee hämärässä ja pienenee kirkkaassa valaistuksessa.

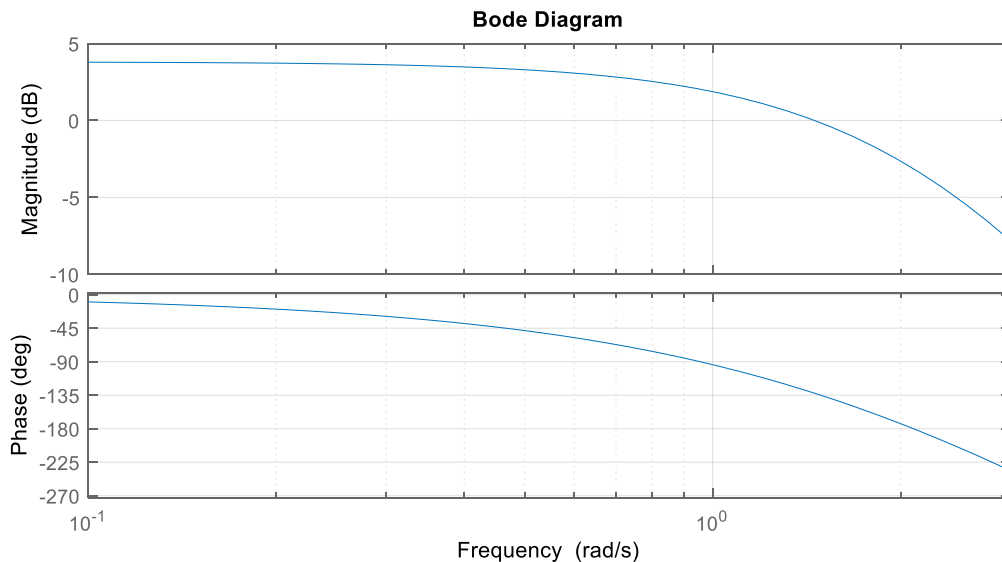


Tutkijat ovat saaneet selville, että pupillisyhteimen biologisen säätöpiirin lohkokkaavio ja osasysteemit ovat Kuvan 2 lohkokkaavio mukaiset.



Kuva 2. Pupillisyhteimen säätöpiirin lohkokkaavio.

Avoimen pupillisyhteimen Boden-diagrammi on Kuvassa 3.



Kuva 3. Avoimen pupillisyhteimen Boden-diagrammi.

a) Määritä pupillisyhteimen vahvistusvara dB:ssä, vaihevara asteina ja viivevara sekunteina. Merkitse Kuvaan 3 vahvistuksen ja vaiheen ylimenokulmataajuudet. (3p)

b) Ihmisen ikääntyessä aukon pinta-alaa säätelevän osasysteemin aikavakio kasvaa ja vahvistus pienenee. Minkälaisia vaikutuksia näillä on pupillisyhteimen staattiseen ja dynaamiseen käyttäytymiseen? (2p)

Tehtävä 4. Tarkastellaan Kuvan 4 hitsausrobottia, jonka hitsauspäää liikutellaan tarkasti paikasta toiseen laadukkaan hitsausseaman aikaansaamiseksi. Tarkka liike pystytään toteuttamaan fiksulla säädöllä.



Kuva 4. Hitsausrobotti.

Hitsausrobotin hitsauspään (yksinkertaistetun) säätöpiirin karakteristiseksi yhtälöksi on saatu

$$s^3 + (1 + K) \cdot s^2 + 10s + (5 + 20K) = 0, \quad (1)$$

jossa K on säätimen vahvistus.

- Määritä vahvistukselle K arvoväli, jolla säätöpiiri on BIBO-stabiili. (3p)
- Kirjoita hitsausrobotin hitsauspäälle sellainen siirtofunktio, jolla hitsauspään paikkasäätö on lopulta tarkka huolimatta askelasetusarvon koosta. Perustele vastauksesi. (2p)

Tehtävä 5. Veden lämmityslaboratoriotyön PT-100 lämpötila-anturin siirtofunktioimalli on

$$G_{PT-100}(s) = \frac{1}{1.5s+1} \exp(-0.3s). \quad (2)$$

- Piirrä lämpötila-anturin yksikköaskelvaste. Merkkää kuvaan aikavakio, viive ja vasteen loppuarvo. (1.5p)
- Kirjoita lämpötila-anturin taajuusvasteen amplitudivaste ja vaihesiirto. (1.5p)
- Veden lämpötilaa säädetään PI-säätimellä, joka on viritetty nimellisen prosessimallin ja ideaalisen anturimallin perusteella. Miten säätöpiirin stabiiliusvarat muuttuvat, kun PT-100 anturin malli huomioidaan stabiiliusvaralaskuissa? (2p)