

Ole harkitseva ja huolellinen. Kiinnitä myös sanallisissa vastauksissa huomiota loogisuuteen ja selkeyteen. Vastauksen rakenteen hahmottelu ennen detaljien kimppuun ryntäämistä lienee järkevää. Lue tehtävät huolellisesti ja pyri vastaamaan tehtävän jokaiseen kysymykseen äläkä vastaa muuhun kuin kysytyyn. Älä esitä erikoistapauksissa päteviä asioita yleisinä.

08. Oheisessa taulukossa on erään säätöpiirin komponenttien taajuusvastetietoa kulmataajuudelle w .

- Mikä dB-vahvistusvara saadaan, jos $p = \pi/24$?
- Mikä vaihevara saadaan, jos $p = \pi/24$?
- Mikä viivevara saadaan, jos $p = \pi/24$?

	prosessi	anturi	säädin
amplitudivahvistus	$\frac{1}{w}$	1	p
radiaanivaihesiirto	$-\frac{\pi}{2} - 5 \cdot w$	$-w$	0

09. Eräässä säätöpiirissä prosessin siirtofunktio G , anturin siirtofunktio H ja säätimen siirtofunktio F ovat alla annetut.

- Mitkä Re-akselin pisteet voivat tulla kysymykseen säätöpiirin napoina, kun $k > 0$? 1.0p.
- Laske juuriuran (Re-akselilla olevat) murtopisteet ja saapumispisteet, kun $k > 0$.
Niitä ei tarvitse tässä luokitella/erotella toisistaan. 1.5p.
- Juurten halutaan täyttävän ehto $\text{Re}\{s\} < -2$. Tutki ilman toisen asteen polynomien juurten kaavaa, millä vahvistuksen k arvoilla tämä onnistuu. 1.5p.

$$G(s) = \frac{-s+1}{(s+1) \cdot (s+6)}, \quad H(s) = 1, \quad F(s) = k$$

10a. Tehtävässä 08 esitellylle säätöpiirille halutaan vaihevaraksi 60° . Millä parametrin p arvolla se onnistuu?

10b. Eräässä säätöpiirissä prosessin taajuusvastenäyte ei-negatiiviselle kulmataajuudelle w on $\cos(w) - j \cdot \sin(w)$. Anturi on ideaalinen, ja säätimenä on P-säädin, jonka vahvistus on 2. Tutki säätöpiirin stabiiliutta Nyquist'in laajan stabiiliusteoreeman avulla päättelyäsi huolellisesti dokumentoiden ja perustellen. Saat tukeutua yleisiin mainitsemiisi tosiasioihin todistamatta/johtamatta niitä.

11a. Erään prosessin outputin riippuvuutta asetusarvostaan kuvaa alla annettu siirtofunktio. Asetusarvo kasvaa lineaarisesti alkuarvosta nolla kulmakertoimella 2. Päätele yleispätevällä raja-arvometodilla eli kurssin esitelmällä loppuarvusteoreeman versiolla kuinka säätövirhe käyttäytyy ajan kasvaessa rajatta. Esitä analyysisi ja sen loppupäätelmä niin täsmällisesti kuin on mahdollista. 3p.

$$T(s) = \frac{k}{s^3 + s^2 + s + k}$$

11b. RC-piirin siirtofunktio inputjännitteestä outputjännitteeseen on alla. Sen parametrit ovat resistanssi R ja kapasitanssi C . Mikä on piirin taajuusvasteen herkkyyden suhteen? 2p.

$$T(s) = \frac{1}{RC \cdot s + 1}$$

12a. Erään stabiilin toisen kertaluvun systeemin vaste ajetaan alkutasapainotilan arvosta 2 uuteen tasapainoarvoon 5 ohjaamalla systeemiä askelfunktiolla, jonka epäjatkuvuushyppy osuu hetkeen $t = 7$. Systeemillä on nolla pisteessä -5 sekä navat pisteissä -3 ja -4. **Hahmottele** karkeasti vasteen käyrämuoto ilman laskelmaa. **Mikä** on vasteen arvo hetkellä, jolta systeemin asettumisaika on luettavissa? **2p.**

12b. Erään säätöpiirin siirtofunktio G on alla. Siinä k on aseteltavissa oleva parametri. Mitoita parametri k niin, että säätöpiirin yksikköaskelvaste on mahdollisimman nopea mutta vailla ylitystä. **2p.**

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

13a. Takaisinkytkentää hyödyntävän ohjaustavan vahvuudet ja heikkoudet? **3p.**

13b. Mitä tarkoitetaan *kaskadisäädöllä*? **1p.**

13c. Esitä prosessin G , anturin H ja säätimen F sisältävän säätöpiirin *signaalivirtauskaavio*. **1p.**

14a. Mitä väittää *Shannon*'in näytteenottoteoreema? **2p.**

14b. Selosta ytimekkäästi digitaalista **PI**-säättöä analogisen säädön perusteellisesti tuntevalle henkilölle, jolla ei ole perustietoja digitaalisesta säädöstä. Vastauksen kaivataan lohkokaavio, funktioiden graafisia esityksiä, kaavoja, jotain tärkeää subjektiivisista valinnoista, sekä algoritminen/proseduraalinen kuvaus, jonka avulla säädön toimintaperiaate on kunnolla ymmärrettävissä. **3p.**