

Tehtävä 1: Selitystehtävä --- Uppgift 1: Förklaringsuppgift (10p)

Selitä muutamalla virkkeellä --- Förklara med några meningar:

- a) Impulssivaste ja askelvaste, hahmottele lisäksi molemmille kuvaajat missä näkyy sekä syöte että vaste (yleisessä tapauksessa). (3p)

Impulssvar och stegsvar, skissa också grafer för dem båda som visar både insignal och svar (i vanliga fall).

- b) PID-säätimen osat ja sen parametrien merkitykset. (3p)

PID-regulatorns delar och betydelsen av dess parametrar.

- c) Differentiaaliyhtälön ja Laplace-tasossa olevan yhtälön eroavaisuudet, sekä hyvät ja huonot puolet säätötekniikan sovelluksissa. (4p)

Skillnaderna mellan en differentialekvation och en ekvation i Laplaceplanet samt deras fördelar och nackdelar i reglertekniska tillämpningar.

Tehtävä 2: Laplace-muunnokset --- Uppgift 2: Laplacetransformer (12p)

- a) Laplace-muunna seuraava differentiaaliyhtälö ja ratkaise $Y(s)$. (4p)

Laplacetransformera följande differentialekvation och lös $Y(s)$.

$$3\ddot{y}(t) - 6\dot{y}(t) + 4y(t) - 2u(t) = 1, \text{ kun } t \geq 0$$

$$y(0) = 4, \quad \dot{y}(0) = 7$$

- b) Etsi Laplace-käänteismuunnos seuraavalle siirtofunktiolle: (4p)

Sök en invers Laplacetransform för följande överföringsfunktion:

$$G(s) = \frac{4}{s^2 + 5s + 6}$$

- c) Systemin siirtofunktio on $G(s) = \frac{8s+26}{s+5+\frac{4}{s}}$. Laske järjestelmälle askelvaste aikatasossa. (4p)

Ett system har överföringsfunktionen $G(s) = \frac{8s+26}{s+5+\frac{4}{s}}$. Beräkna systemets stegsvar i tidsplanet.

Tehtävä 3: Säätimet, stabiilisuus, lohkokaaviot --- **Uppgift 3:** Regulatorer, stabilitet, blockscheman (13p)

Systemi koostuu kahdesta sarjaan kytketystä prosessista G_1 ja G_2 . Näiden prosessien siirtofunktiot ovat: $G_1 = \frac{s^2+6s+9}{s+3}$ ja $G_2 = \frac{1}{s+3}$. Systemiä säädetään takaisinkytkennän avulla hyödyntäen PID-säädintä, jonka arvot on asetettu seuraavasti $K_P = 5$, $K_I = 0$, $K_D = 2$. Säätimen siirtofunktiota merkitään G_C . Mittaavan anturin siirtofunktio on lisäksi $G_M = \frac{1}{s^2}$.

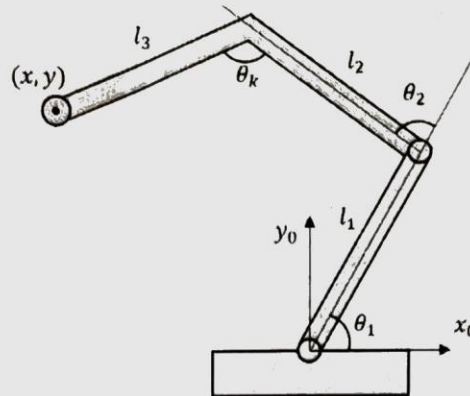
Ett system består av de två seriekopplade processerna G_1 och G_2 . Överföringsfunktionerna för dessa processer är: $G_1 = \frac{s^2+6s+9}{s+3}$ och $G_2 = \frac{1}{s+3}$. Systemet regleras genom återkoppling med en PID-regulator, vars värden är $K_P = 5$, $K_I = 0$, $K_D = 2$. Regulatorns överföringsfunktion betecknas G_C .

Överföringsfunktionen för mätgivaren är $G_M = \frac{1}{s^2}$.

- a) Piirrä systeemiä kuvaava lohkokaavio (3p)
Rita ett blockschema för systemet
- b) Johda systeemille siirtofunktio (4p)
Härled överföringsfunktionen för systemet.
- c) Laske siirtofunktiosta systeemin navat ja nollat (3p)
Beräkna systemets poler och nollställen ur överföringsfunktionen.
- d) Piirrä napa-nolla kuvio ja kerro sen perusteella systeemin käyttäytymisestä. (3p)
Rita ett pol-nollställe-diagram och berätta utgående från det hur systemet beter sig.

Tehtävä 4: Robotin kinematiikka --- Uppgift 4: Robotens kinematik (15p)

Varsi arm	Pituus längd
l_1	0.85m
l_2	0.40m
l_3	0.40m



- a) Muodosta yllä olevalle tasossa toimivalle robottimanipulaattorille suorankinematiikanmatriisit käyttäen homogeenisia muutoksia. Missä työkalupiste (x, y) sijaitsee koordinaatistossa (x_0, y_0) . Laske matriiseja käyttäen missä työkalupiste sijaitsee kun nivelien kulmat ovat:

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}, \theta_2 = \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$

Varret l_2 ja l_3 ovat kiinteästi kiinni toisissaan niiden välinen kulma $\theta_k = \frac{2\pi}{3}$.

Huom! Matriisien kertolaskujen jokaista välivaiheita ei tarvitse esittää. (8p)

Skapa matriser för direkt kinematik för robotmanipulatorn som verkar i planet ovan genom att använda homogena transformationer. Var ligger arbetspunkten (x, y) i koordinatsystemet (x_0, y_0) ? Beräkna matriserna utgående från arbetspunktens placering när ledernas vinklar är:

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}, \theta_2 = \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$

Armarna l_2 och l_3 är fixerade i varandra och vinkeln mellan dem är $\theta_k = \frac{2\pi}{3}$.

Obs! Du behöver inte presentera varje mellansteg i matrismultiplikationerna.

- b) Laske samalle robotille käännteinen kinematiikka. Laske nivelten kulmat kun työkalupiste on koordinaateissa $(1.0\text{m}, 0.8\text{m})$. Etsi kaikki mahdolliset ratkaisut. (7p)

Beräkna den inversa kinematiken för samma robot. Beräkna ledernas vinklar när arbetspunkten har koordinaterna $(1.0\text{m}, 0.8\text{m})$. Sök alla tänkbara lösningar.