

Ei laskimia, PC-tietokoneita, kännykkää tms. Ei kirjallisuutta eikä omia kaavastoja. Saat lainaksi kaavaston. Älä piirrä äläkä kirjoita siihen mitään. Palauta kaavasto poistuessasi.

Tehtävä 1**4p.**

Kiintolevyn lukupään paikkakoordinaatin y riippuvuutta asetusarvofunktiostaan y_r ja kuorimitushäiriöfunktioista (häiriövääntömomentista) d kuvataan oheisella mallilla, jossa $Y(s)$, $Y_r(s)$ ja $D(s)$ ovat funktioiden y , y_r ja d Laplace-muunnokset. Oletetaan, että y_r ja d ovat rajoitettuja funktioita. Päätele sopivan testin avulla säätimen vahvistuksen p arvot, joita käytettäessä vaste y on rajoitettu.

$$Y(s) = \frac{K p}{J L s^3 + (J R + b L) s^2 + b R s + K p} \cdot Y_r(s) + \frac{-L s + (-R)}{J L s^3 + (J R + b L) s^2 + b R s + K p} \cdot D(s)$$

Tehtävä 2**4p.**

Autossa on ilmapvirran lämmitin. Sen siirtofunktio lämmitystehosta ilman lämpötilaan on alla oleva Q . Johda ja esitä sen amplitudivahvistuksen (amplitudivasteen) M ja vaihesiirron (vaihevasteen) P riippuvuus kulmataajuudesta ω :

$$Q(s) = \frac{K \exp(-d s)}{T s + 1}$$

Tehtävä 3**4p.**

Eräessä kiintolevyssä toimilaitteen ja prosessin yhdistelmän siirtofunktio on oheinen $G_m(s)$. Aikayksikkö olkoon sekunti, ja kiertymäkulman yksikkö olkoon radiaani. Siirtofunktion $G_m(s)$ Bode-diagrammi on sekä sivulla 2 että sivulla 3. Palautemittaussysteemin siirtofunktio on yksi. Säätimeksi valitaan P-säädin. Säätimen vahvistus olkoon 10. Ota sekin huomioon ja päätele säätöpiirin dB-vahvistusvara, vaihevara ja viivevara. Tee diagrammiin päättelyäsi tukevia merkintöjä ja dokumentoi ne kunnolla. Palauta sivu 3 nimelläsi varustettuna konseptisi välissä. Sivun 2 diagrammi on luonnostelua/harjoittelua varten & arkistoosi.

$$G_m(s) = \frac{5}{s(s+20)(0.001s+1)}$$

AM

Tehtävä 4

4p.

Erään auton vakionopeuden säädössä auton nopeuden perturbaatio y riippuu asetusarvo-funktiostaan r ja mm. tien kaltevuutta kuvaavasta häiriöfunktioista d . Mainittujen funktioiden Laplace-muunnoksille $Y(s)$, $R(s)$ ja $D(s)$ on johdettu oheinen malli, jossa p ja k ovat PI-säätimen proportionaalivahvistus ja integrointivahvistus. Tutki Loppuarvoteoreemalla säätövirheen käyttäytymistä ajan kasvaessa, kun $r(t) \equiv 0$ ja $d(t) \equiv \bar{d}$, missä $\bar{d} \neq 0$ on vakio.

$$Y(s) = \frac{b p s + b k}{s^2 + (a + b p) s + b k} \cdot R(s) + \frac{c s}{s^2 + (a + b p) s + b k} \cdot D(s)$$

Tehtävä 5 (LAB + DEMO)

- a) Millaisissa sovelluksissa **PI/PID**-säädin kannattaa toteuttaa analogiaelektronikalla? **1p.**
- b) Mikä erityinen heikkous **PI/PID**-säätimien analogiatoteutuksilla on? **1p.**
- c) Mikä on / mihin tarkoitukseen sopii **metsoDNA**? Lyhyehkö, ytimekäs vastaus riittää! **2p.**
- d) Millä / kuinka tislaukolonnin huipun lämpötilaa säädetään? **1p.**
- e) Luettele 4 keskeistä tislaukolonnin säätöön vaikuttavaa häiriötä. **2p.**
- f) Jossakin kontekstissa **LC** on Lions Club, mutta mitä se tarkoittaa tislaukolonnilla? **1p.**

Tehtävän 3 Bode-diagrammi harjoitteluun & arkistoon, palauta sivu 3

