

Lauram

0. Pisपालan portaissa hikoillut Tappara pelaa tänään klo 18:30 alkaen Hakametsässä semifinaalien Game Seven'in Rauman Lukkoa vastaan. Taklauksia, kahvauksia, poikittaisia mailoja jne. lie-nee luvassa viimeistään maalintekosektorilla. Eipä ole siis helppoa Tapparallakaan, jos ei sinul-lakaan. Arvaapa ottelun lopputulos. Tämä olkoon sitten illan ainoa arvauksesi, sillä turvallinen ja tuottava automaatio edellyttää harkittua, suunnitelmallista työtä mallinnuksen ja siihen perustu-van analyysin ja synteessin avulla. Metsäkonekaan ei toimi matalan tason arvausten varassa. Vastaa alla oleviin kysymyksiin siis oman kovan treenisi perusteella, huolellisesti ja harkitusti:

Voit vastata Tehtävään 3a vain, jos et vastannut Osatentin 1/3 Tehtävään 3a:

- 3a. Autoa työnnetään vaakasuoralla tiellä voimalla f . Sen ansiosta auto liikkuu positiivisella no-peudella v . Sitä kuvataan vakioparametrisella mallilla (1). Nopeuden vakioasetusarvo on v_r . Sen saavuttamisen jälkeen sen ylläpitäminen onnistuisi sopivalla vakiovoimalla f_r . Nopeu-den poikkeamaa asetusarvostaan arvioidaan vakio kertoimisella mallilla (2).

a1. Arvioi mallin (1) perusteella vakionopeuden v_r edellyttämä vakiovoima f_r . **0.75p.**

a2. Laske mallin (2) kertoimelle a arvo mallin (1) perusteella. **1.25p.**

$$m\dot{v}(t) = f(t) - mg - C_r - 0.5 \rho C_d A v^2(t) \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt}(v(t) - v_r) = a(v(t) - v_r) + b(f(t) - f_r) \quad (2)$$

Voit vastata Tehtävään TIS vain, jos et vastannut Osatentin 1/3 TIS-tehtävään:

TIS = Tislauskolonnidemoon liittyvä tehtävä

a) Mitä lyhenne PIC tarkoittaa PI-kaaviossa? **1.0p.**

b) Mitä demon työhöje kertoi PIDSQ-säätöalgoritmista? **1.0p.**

c) Mitä tarkoitetaan binääritislauksella ja mitä siinä tapahtuu? **2.0p.**

Aiheiden 06-10 Tehtävät:

6a. Miksi stabiiliutta ei voi tutkia pätevästi numeerisella simuloinnilla? **1.0p.**

6b. Esitä marginaalisen eli kriittisen stabiiliuden määritelmä. Määritelmässä ei mainita siirto-funktiota eikä siirtofunktiosta laskettavissa/tunnistettavissa olevia lukuja. **1.0p.**

6c. Systeemin siirtofunktio on alla. Tutki Routh-testin avulla, onko systeemi BIBO-stabiili:

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 6s^2 + 5s + 10} \quad 2.0p.$$

7a. Ulkolämpötila vaihteli pitkään lähes sinimäisesti vuorokauden jaksonajalla arvojen 10 ja 20 välillä. Tämä aiheutti järven veden lämpötilaan jaksollisen vaihtelun arvojen 13 ja 17 välillä. Päätele annetuista tiedoista ilman lämpötilan ja veden lämpötilan välisen mallin amplitudivahvistuksen kuvaajan yhden pisteen molemmat koordinaatit. **1.0p.**

7b. Kondensaattorin siirtofunktio sähkövirrasta i kondensaattorin jännitteeseen v on alla oleva $G_{vi}(s)$. Parametri C on kondensaattorin positiivinen kapasitanssi. Muodosta mallin taajuusvaste kulmataajuudelle ω , päätele taajuusvasteen Re- ja Im-koordinaatit ja johda taajuusvasteen amplitudivahvistus (amplitudivaste) ja vaihe (vaihesiirto, vaihevaste). **3.0p.**

$$G_{vi}(s) = \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{s}$$

8a. Esitä stabiiliusvaran määritelmä (ei seurauksia!) lyhyesti mutta täsmällisesti. **1.0p.**

8b. Eräässä kiintolevyssä toimilaitteen ja prosessin yhdistelmän siirtofunktio on oheinen $G_m(s)$. Sen Bode-diagrammi on sivulla 3. Palautemittausjärjestelmän siirtofunktio on yksi. Säätimeksi valitaan P-säädin. Säätimen vahvistus on 100. Ota sekin huomioon ja päätele säätöpiiriin dB-vahvistusvara ja vaihevara. Tee diagrammiin päättelyäsi tukevia merkintöjä ja dokumentoi ne kunnolla. Palauta sivu 3 nimelläsi varustettuna konseptisi välissä. **3.0p.**

$$G_m(s) = \frac{5000}{s(s+20)(s+1000)}$$

9a. Prosessin outputin y riippuvuutta asetusarvostaan r voidaan kuvata oheisella siirtofunktiolla. Tutki Loppuarvoteoreeman avulla säätövirheen käyttäytymistä ajan kasvaessa rajatta, kun asetusarvofunktio on $r(t) = kt, t \geq 0$: **2.5p.**

$$G_{yr}(s) = \frac{b}{s^2 + as + b}$$

9b. Elektroniikassa, mittaustekniikassa ja säätötekniikassa saatetaan tutkia funktiota f , jonka lauseke on alla. Tavoitteena on valita p niin, että f on riittävän lähellä ykköstä jopa silloin, kun k poikkeaa hieman nimellisarvostaan (oletetusta arvostaan) k_n . Muodosta funktion f differentiaaliherkkyys muuttujan k suhteen pisteelle k_n . Kuinka tätä herkkyyttä voi parantaa? **1.5p.**

$$f = \frac{pk}{1 + pk}$$

10. Valitse kohdista a, b, c korkeintaan kaksi:

a. Lämpötilaa mitattiin Pt-100 -anturilla. Lämpötilan yksikköaskelmuutoksen tuottaman mittaustuloksen nousuaika, asettumisaika ja IE-luku olivat 3.3 sekuntia, 6.2 sekuntia ja 1.8 Celsiussekuntia. Mittausfunktio lähetettiin valvomoon tietoliikenneteitse. Valvomoon tulokset ehtivät 0.6 sekunnin viiveellä. Päätele valvomossa havaitun funktion nousuaika, asettumisaika ja IE-luku. **2.0p.**

b. Tehtävän 9a mallin parametri a olkoon jo valittu mutta parametria b saa vielä viritellä. Viritä b niin, että mallin askelvaste on mahdollisimman nopea ylityksetön funktio. **2.0p.**

c. Luettele säädön eli palautteeseen perustuvan ohjaustavan neljä etua/vahvuutta. **2.0p.**