

Kirjoita vastauksesi eri papereille seuraavasti: P 1 – tehtävä 1; P 2 - tehtävät 2 ja 3; P 3 - tehtävä 4.

*Vastaa paperille 1*

1. Kuvaa fysikaalisen mallinnuksen kolme vaihetta. Mitä saadaan kunkin vaiheen lopputuloksena? (6 p.)

*Vastaa paperille 2*

2. a) Erään läpivirtaussäiliön nesteen tilavuus  $V$  riippuu tulovirtauksen tilavuusvirtauksesta  $q$  oheisen epälineaarisen differentiaaliyhtälömallin mallin mukaisesti. Halutussa tasapainossa tilavuuden arvo on  $\bar{V} = 4$ . **Laske** tilavuusvirtauksen  $q$  vastaava tasapainoarvo  $\bar{q}$ . **Laske** sitten myös oheisen lineaarisen differentiaaliyhtälömallin parametrille  $a$  arvo, jolla kyseisen mallin avulla voidaan arvioida tilavuuden  $V$  vaihtelua arvon  $\bar{V} = 4$  ympäristössä funktion  $q$  vaihdellessa hieman arvon  $\bar{q}$  ympäristössä. Voit käyttää kenties muistamaasi laskukaavaa sitä johtamatta/todistelematta. Muista sisällyttää vastaukseeni sekä  $\bar{q}$  että  $a$  numeerisina arvoina!

$$\dot{V}(t) = q(t) - 0.04 \cdot V^{0.5}(t)$$

$$\frac{d}{dt}(V(t) - \bar{V}) = a \cdot (V(t) - \bar{V}) + (q(t) - \bar{q}) \quad (3 \text{ p.})$$

- b) Auton kiihtyvyyden  $a$  vaikutusta sen nopeuteen  $v$  ja sijainnin (paikan) muutokseen  $p$  kuvaa oheinen differentiaaliyhtälöpari. Esitä kyseinen malli matriisinotaatiota käyttävänä standardimuotoisena tilamallina. Määrittele selvästi systeemin inputfunktio, tilavektori ja outputfunktio. Ilmaise selvästi tilamallin objektien  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  sisältö. (3 p.)

$$DY\text{-pari } \dot{v} = a, \quad \dot{p} = v; \quad \text{tilamallirakenne } \dot{x} = Ax + Bu, \quad y = Cx + Du$$

3. a) Mikä on integraattorin siirtofunktio? (1 p.)
- b) Millaista/mitä *input-output* -relaatiota kuvaa siirtofunktio  $e^{-3 \cdot s} = \exp(-3 \cdot s)$ ? (1 p.)
- c) Selosta lohkokaaavion, funktioiden kuvaajien ja sopivan algoritmikuvauksen kera käsitettä *digitaalinen (diskreettiaikainen) P-säätö*. Joutuessasi viittaamaan tietokonesäädön muihin käsitteisiin selitä niitäkin sopivassa laajuudessa. (4 p.)

*Vastaa paperille 3*

4. a) Mikä merkitys on PID-säätimen P-, I- ja D-osilla? Mitkä ovat niiden hyvät ja toisaalta huonot puolet? (4 p.)
- b) Miten määritellään säätimen toimituunta? Mitä merkitystä on sen valinnalla? (2 p.)