

Ei kirjallisuutta. Kaikki laskimet sallittuja. Laskimen muisteista on tyhjennettävä kaikki kurssin aihepiiriin liittyvä informaatio. Kirjoita eri luennoitsijoiden kysymysten vastaukset eri papereille. Tehtävien numerointi ei vastaa luentojen numerointia. Erotta jokaisen sivun ulkoreunasta pystyviivalla kahden ruudun ulkoreunamarginaali. Palauta tilaisuudessa jaettu kaavasto ilman lisämerkintöjä.

Tehtävä 1 (Lekkala ; vastauspaperille 1)

Selitä, mitä ovat *Thevenin*'in ja *Norton*'in ekvivalenttipiirit. Kuvaa pietsosähköisen anturin malli käyttäen ko. ekvivalenttipiirejä. 6p.

Tehtävä 2 (Halttunen; vastauspaperille 2)

- a) Piirrä periaatekuva siitä, miten kvantisoitunut *Hall*-resistanssi muuttuu magneettivuon tiheyden funktiona 1p.
- b) Selosta *Josephson*-jännitennormaalien toimintaperiaate. 1p.
- c) Määrittele systemaattinen virhe. 1p.
- d) Tiedetään suureen mitattu arvo x ja vertailuarvo a . Kirjoita lausekkeet absoluuttiselle ja suhteelliselle mittausvirheelle. 1p.
- e) Määrittele nousuaika. 1p.
- f) Määrittele askelvasteaika. 1p.

Tehtävä 3 (Halttunen ; vastauspaperille 2)

DC mittarin virherajat virta-alueella on ilmoitettu muodossa

$$\pm(0,2 \% \text{ lukemasta} + 0,1 \% \text{ mittausalueesta})$$

Mittarin lukema on 10 mA ja käytetty mittausalue on 20 mA. Laske näiden tietojen perusteella mittauksen B-tyyppin mukainen standardiepävarmuus ja laajennettu epävarmuus kattavuuskertoimen arvolla $k = 2$. 6p.

Tehtävä 4 (Jussila ; vastauspaperille 3)

Erään uima-altaan vesitilavuuden V asetusarvofunktio on V_{ref} . Ohjausfunktiona oleva veden tilavuusvirtaus päätettiin valita niin, että mainittujen funktioiden riippuvuutta kuvaa alla annettu tilaesitysmalli, jossa kerroin d on viritysparameetri.

- a) Tutki matriisitestillä (mallin) tilan ohjattavuuden riippuvuutta kertoimesta d . 2p.
- b) Laske mallin siirtofunktio matriisimenetelmällä. 2p.
- c) Päättele/johda/laske ja ilmaise mallin ominaisarvot ja navat kertoimen d funktiona. 2p.

$$\dot{f}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot f(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ d \end{bmatrix} \cdot V_{ref}(t) \quad , \quad V(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot f(t)$$