

Kirjoita vastauksesi eri papereille seuraavasti: paperi 1 - tehtävät 1 ja 2; paperi 2 - tehtävät 3 ja 4.

*Vastaa paperille 1*

1. Selosta lyhyesti:

- a) metrologia (1 p.)
- b) kalibrointi (1 p.)
- c) mittausepävarmuus (1 p.)
- d) metrologinen jäljitettävyys (1 p.)

2. Mitataan jännitettä digitaalisella jännitemittarilla. Mittarin spesifikaatiossa virherajat on esitetty muodossa:

$$\pm(0,01 \% \text{ lukemasta} + 0,005 \% \text{ alueesta})$$

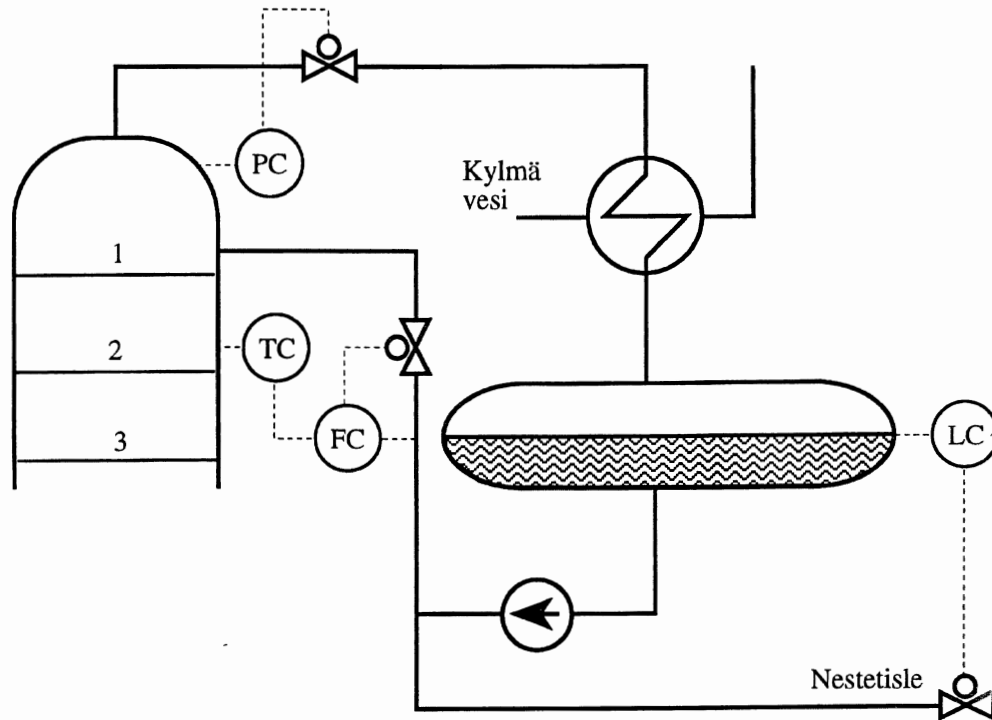
Kaikkien vaikutussuureiden osuuden oletetaan sisältyvän spesifikaatioon. Käytetty mitta-alue on 10 V. Toistetuista mittauksista on saatu seuraavat lukemat: 5,0009 V; 5,0019 V; 4,9992 V; 4,9998 V; 5,0011 V; 4,9989 V; 5,0007 V; 5,0003 V; 4,9995 V; 5,0014 V.

- a) Laske mittauksella saatu jännitteen arvo (1 p.)
- b) Laske mittauksen A-tyypin mukainen standardiepävarmuus (1 p.)
- c) Laske mittauksen B-tyypin mukainen standardiepävarmuus (1 p.)
- d) Laske yhdistetty standardiepävarmuus (1 p.)

*Vastaa paperille 2*

3. a) Millä tavoin voidaan toteuttaa kapasitiivinen siirtymäanturi? Onko kapasitanssin muutos liikkeen suhteen lineaarinen vai epälineaarinen? Jos kapasitiivisen anturin kapasitanssi on  $C = 34 \text{ pF}$ , niin mikä on sen impedanssi taajuudella  $f = 210 \text{ kHz}$ ? (4 p.)
- b) Mitä tarkoitetaan mittauksen häiriölähteillä? Mistä häiriöt syntyvät ja miten ne tavallisesti jaotellaan? (4 p.)

4. a) Kuvassa on esitetty osa tislusprosessista eli tislaukolonnin yläosa ja sen toimintaan liittyvät laitteet. Mitä siinä tapahtuu (mitataan, säädetään,...)? Mitä toimilaitteita on käytetty? Mitä säätökytkentää on käytetty kohdassa TC ↔ FC ja miksi? Itse prosessin toimintaa ei tarvitse selittää. (4 p.)



- b) Virtauksen säätö kierrosnopeuden avulla. Selitä idea ja sen edut **toiminta- ja painehäviökäyrien avulla** verrattuna säätöventtiilin käyttöön sekä lyhyesti, miten säätö tapahtuu sähkömoottorikäytön avulla toisaalta tasavirta- ja toisaalta vaihtovirtamoottorilla. (4 p.)