1. Selitä lyhyesti seuraavat asiat:

   a) laajennettu epävarmuus b) (mittauslaitteen) herkkyys c) vaikutussuure

   d) ilmaisin e) mittanormaali f) ajautuma

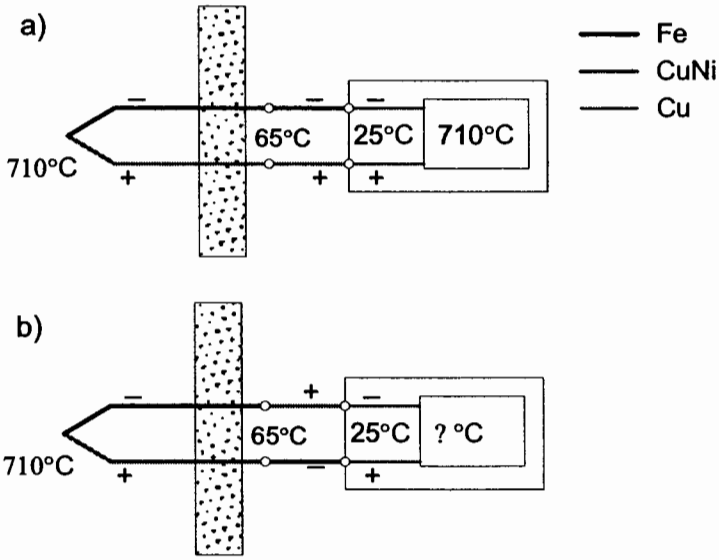
2. Termoparimittauksessa käytetään anturin ja mittarin välillä jatkojohtoa kuvan 1 ensimmäisen vaihtoehdon (a) tapaan. Laske mittaustulos tapauksessa b, jossa jatkojohdot (välillä 65°C...25°C) on kytketty väärin päin. Miten tulokseen vaikuttaisi, jos jatkojohtoina käytettäisiin kuparijohtimia? (Huomaa liitteenä oleva taulukko.)

   J-tyypin (rauta-konstantaani) termoparille 0°C verrannolliset termojännitteet kuvan lämpötiloissa ovat

   $e_{AB}(710^\circ\mathrm{C}) = 39{,}755\ \mathrm{mV}$

   $e_{AB}(65^\circ\mathrm{C}) = 3{,}382\ \mathrm{mV}$

   $e_{AB}(25^\circ\mathrm{C}) = 1{,}277\ \mathrm{mV}$



   Kuva 1. Termoparimittauksen kytkentävaihtoehdot. a) oikein tehty kytkentä, b) jatkojohdon napaisuus virheellinen.

3. Suunnittele mittausjärjestelmä käyttäen 10-bittistä A/D-muunninta, jonka jännitealue on ±10 V. Anturin tuottaman analogiamuotoisen signaalin huippuarvo on +5 mV ja keskiarvo on 0 V. Signaalin sisältämä taajuudeltaan suurin mittauksen kannalta merkittävä taajuuskomponentti on 500 Hz, mutta signaalissa esiintyy suurempiakin taajuuksia. Mittausaika on 20 s.

   a) Piirrä lohkokaaviokuva mittausjärjestelmästä tarvittavine osineen.

   Määritä A/D-muuntimen

   b) erottelukynnys ja

   c) dynamiikka.

   Ilmoita (perustellen vastauksesi) mittausjärjestelmässä tarvittava

   d) vahvistus sekä

   e) esisuodatuksen rajataajuus ja näytteistystaajuus.

   Mikä on näytteistetyn signaalin

   f) näytemäärä?

4. Tehtävänäsi on selvittää vastuksessa kuluva teho P virta- ja jännitemittausten perusteella. Laskennassa tarvittava yhtälö on muotoa $P = UI$. Mittausepävarmuuden selvittämiseksi tehdään koe, jonka aikana mitataan sekä jännite että virta 4-numeroisella digitaalisella yleismittarilla 20 kertaa. Kumpaankin mittaukseen käytetään omaa mittaria: jännitemittarin nimellisalue on 10 V ja epävarmuus on ±(0,4% mittaustuloksesta + 1 numero (*digit*), $k = 2$), virtamittarin nimellisalue on 1 mA ja epävarmuus on ±(1,0% mittaustuloksesta + 5 numeroa, $k = 2$). Mittaustulosten keskiarvot ovat $U = 4{,}00$ V ja $I = 250$ µA. Jännitemittaustulosten keskihajonta $s_U = 20$ mV ja virtamittaustulosten keskihajonta $s_I = 5$ µA. Määritä mittaustuloksen P yhdistetty epävarmuus ja laajennettu epävarmuus, kun kattavuuskerroin $k = 2$.

5. Oskilloskooppi on DC-kytketty ja nollataso on säädetty keskelle kuvaruutua. Mittaukset on tehty käyttäen 10 kertaa vaimentavaa mittapäätä.

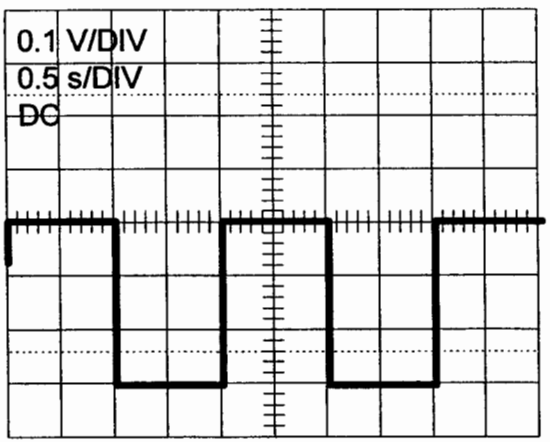
   a) Mikä on kuvan 2 signaalin taajuus ja jännitetasot U_{max} ja U_{min}? (2 p)

   Kuinka suuri on signaalin

   b) vaihtokomponentin tehollisarvo? (1 p)

   c) kokonaistehollisarvo? (1 p)

   d) Miltä signaali näyttää ja miten se sijoittuu kuvaputkelle, jos oskilloskooppi on AC-kytketty? Perustele vastauksesi. (2 p)



Kuva 2. Oskilloskoopin näyttö.