

16.3.2023

Tekijät

Tekijä 1 (Etunimi Sukunimi)

Tekijä 2 (Etunimi Sukunimi)

Tekijä 3 (Etunimi Sukunimi)

Päivämäärä

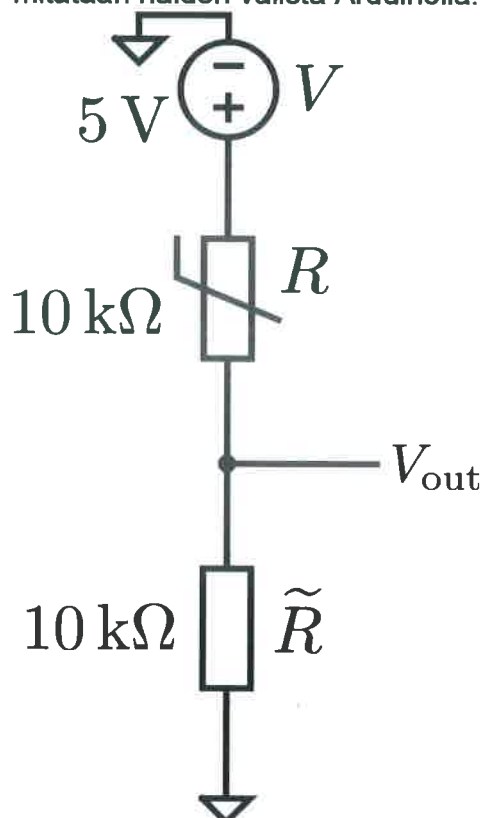
XX.XX.XXX

Työn sisältö

Työssä rakennetaan yksinkertainen lämpömittari käyttämällä NTC-termistoria ja Arduinoa.

Tehtävä:

Termistorin resistanssin R määrittämiseen käytetään kuvassa näkyvää yksinkertaista jännitteenjakajaa, jossa termistorin kanssa sarjaan on kytketty kiinteä vastus. Jännitettä mitataan näiden välistä Arduinoa.



16.3.2023

- a) Mittaa yleismittarilla käyttämäsi vastuksen $\tilde{R}$ tarkka arvo.

$\tilde{R}$	xxxx (Ω)
-------------	-------------------

- b) Rakenna kuvan kytkentä koekytkentäalustalle. Käytä jännitelähteenä Arduinon 5V-pinniä ja maana Arduinon maapinniä GND. (Voit käyttää myös muuta jännitelähdettä, mutta käytä tällöin samaa jännitelähdettä Arduinon analogisen syötteen referenssijännitteenä.) Mittaa jännitettä V_{out} termistorin ja vastuksen välistä Arduinon analogiapinnillä A0.

Lisää tähän kuva kytkennästä.

(EI OLLUT VIELÄ LUENTOJA)

Siirrytään sitten raudasta koodin puolelle. Luennolla nähtiin, että Termistorin resistanssi saadaan laskettua yhtälön

$$R = \tilde{R} \cdot \left(\frac{V}{V_{out}} - 1 \right)$$

avulla. Koska jännite V toimii sekä piirin jännitelähteenä että Arduinon kymmenbittisen A/D-muuntimen referenssinä, pinniltä A0 luetun kokonaislukuarvon x ja jännitteen V_{out} välillä pätee yhteys $V_{out} = x \cdot \frac{V}{1023}$. Näin ollen jännitteiden suhteelle saadaan yksinkertainen lauseke

$$\frac{V}{V_{out}} = \frac{1023}{x}$$

Tämä on siitä kiva tulos, että nyt ei haittaa, vaikka V ei olisikaan täsmälleen 5 voltia.

(Yllä oleva yleisty helposti myös eri resoluution A/D-muuntimille: korvaa vain nimittäjässä luku 1023 luvulla $2^b - 1$, missä b on muuntimen resoluutio eli bittien määrä.)

- c) Kirjoita Arduinolle ohjelma, joka loop()-funktiossa jokaisella kierroksella laskee yllä olevien yhtälöiden perusteella termistorin resistanssin R kymmenen kertaa 0,1 sekunnin välein ja laskee näistä tuloksista keskiarvon $\bar{R}$. Lisäksi ohjelma tulostaa lasketun keskiarvon sarjaporttiin. Keskiarvon laskeminen vähentää kohinaa.

Lisää tähän koodi tai kuva koodista.

16.3.2023

Edellä kirjoitetulla ohjelmalla voidaan suorittaa mittarin kalibrointi ~~luennolla kuvatulla tavalla~~, jos pystytään samalla mittaamaan lämpötilaa tarkasti. Koska meillä on varsin rajalliset välineet käytössä, käytetään stabiiliuden vuoksi analyysissä Steinhart-Hart-yhtälön yksinkertaisempaa muotoa, jossa parametri c asetetaan nollassi:

$$\frac{1}{T} = a + b \ln R.$$

- d) Mittaa termistorin resistanssi neljässä eri lämpötilassa (periaatteessa kaksi riittää, mutta sovittamalla useampaan datapisteeseen saadaan yleensä luotettavampi tulos). Lämpötilan mittaamiseen voi käyttää labrasta löytyvää infrapunalämpömittaria. Yksi lämpötila voi olla esimerkiksi huoneenlämpö. Muita varten on keksittävä keino joko nostaa tai laskea lämpötilaa. Yksi keino on lämmittää termistoria ensin labrasta löytyvällä hiustenkuivaajalla, laittaa kuivaaja pois päältä ja ottaa ylös resistanssin arvoja, kun lämpötila laskee. Myös ulkona saa käydä mittaamassa. Kirjaa mittaustulokset ylös oheiseen taulukkoon. Lämpötilat saavat olla erit.

Mittaus 1	25 °C	Resistanssi xxxx (Ω)
Mittaus 2	30 °C	Resistanssi xxxx (Ω)
Mittaus 3	35 °C	Resistanssi xxxx (Ω)
Mittaus 4	40 °C	Resistanssi xxxx (Ω)

Jos haluat, voit toistaa nämä mittaukset useampaan kertaan, niin tarkkuuden pitäisi parantua.

Jos rakennat itsellesi oikeasti lämpömittaria, on kalibrointimittaukset tehtävä huolellisemmin.

- e) Määritä yksinkertaistetussa Steinhart-Hart-yhtälössä

$$\frac{1}{T} = a + b \ln R$$

esiintyvät parametrit a ja b käyttämällä luentomateriaaleista löytyvää Octave-koodia "Labra_1.m". Koodissa sinun tarvitsee muuttaa vain alussa määriteltyjä taulukoita TCelsius ja R vastaamaan mittaustuloksiasi.

a	xxxx
b	xxxx

TAULUKKO ARVOT

$$a = \frac{1,316}{1000} \quad \text{JA} \quad b = \frac{2,128}{10000}$$

- f) Edellä käytetty Octave-koodi "Labra_1.m" piirtää myös kuvaajan, jossa näkyy sekä datapisteet että sovitettu käyrä. Näyttävätkö datapisteet sijaitsevan käyrällä? Mistä mahdolliset poikkeamat voivat johtua?

Vastaus ...

16.3.2023

- g) Datalehdistäkin mahdollisesti löytyvä B-parametri saadaan laskettua yhtälön

$$B = \frac{1}{b}$$

mukaisesti. Laske tämä.

B	XXXX
---	------

- h) Kirjoitetaan kalibrointikoodin kaveriksi vielä toinen ohjelma, joka sitten varsinaisesti toteuttaa lämpömittarin. Käytä aiempaa koodia pohjana, koska lasket siinä jo resistanssin arvon. Laske nyt lisäksi lämpötila kelvineissä yhtälön

$$T = \frac{1}{a + b \ln R}$$

mukaisesti. Voit käyttää R :n tilalla jo laskemaasi keskiarvoa $\bar{R}$ kohinan pienentämiseksi. Muunna lämpötila vielä celsiusasteiksi ja tulosta sarjaporttiin.

Lisää tähän koodi tai kuva koodista.

- i) Testaa mittaria. Näyttääkö se järkevää tulosta huoneenlämmössä?

Lisää tähän kuva sarjamonitorista, kun termistori on huoneenlämmössä.