

Fysiikan mittausmenetelmät

Lisätehtävät

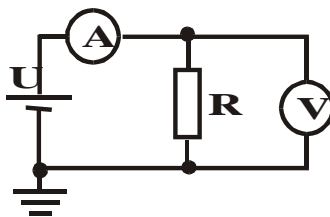
7.11.2017

Tehtävät on palautettava 21.11.2017 23:59 mennessä. Palautus lukittuun laskuharjoituslaatikkoon Physicumin 2. kerroksessa (sama kuin kurssin aikana) tai sähköpostitse osoitteeseen axi.holmstrom@helsinki.fi.

Jokainen tehtävä on kolmen (3) pisteen arvoinen.

1. Sinulla on tavallinen ikosaedrinmuotoinen noppa, jota epäilet painotetuksi. Heität noppaa 500 kertaa ja kirjaat tulokset. Heitoista 14 kappaletta antavat luvun 20. Tukeeko tulos päätelmää, että noppa on painotettu? Onko tämä poikkeama odotusarvosta 95% todennäköisyysvälin (kaksi kertaa hajonnan) ulkopuolella?

2. Seuraavaa piiriä käytetään resistanssin R määrittämiseen.



Jännitelähde on kemiallinen paristo, jolle on ilmoitettu napajännite U . Jännitemittarilta V luetaan jännite U_R ja virtamittarista luetaan virta I .

- Mitä systemaattisia virheitä tehdään, jos R määritetään tällä tavalla?
- Vaikuttaako R :n arvo systemaattisten virheiden suuruuteen?
- Mittaus toistetaan 100 kertaa samoilla komponenteilla ja resistanssi R keskiarvoistetaan. Miten tämä vaikuttaa mittauksen virherajoihin?
- Otat avaamattomasta tehdaspakkauksesta 100 kpl vastuksia R ja teet yhden mittauksen kullakin vastuksella. Miten tämä vaikuttaa resistanssin R virherajoihin?

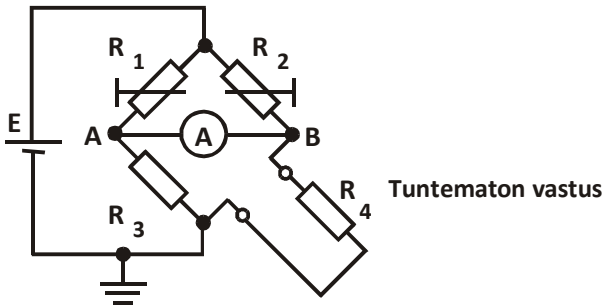
3. a) Kuinka suuri kohinan tehollisarvo voi olla mitattaessa jännitesignaalia, joka vaihtelee 10 mV:n ja 100 mV:n välillä, kun SNR:ksi halutaan vähintään 45 dB?

b) Jos a)-kohdan kohina on Johnson-kohinaa, missä lämpötilassa mittaus tulee tehdä, jos tutkittavaa systeemiä voidaan kuvata 500 k Ω vastuksella, ja mitattava kaistanleveys on 1 MHz?

c) Lähetät laitteesta toiseen jännitesignaalia, jonka arvo vaihtelee välillä 0 V ja 1 V. Analoginen lähetys ja vastaanotto lisäävät signaaliin kohinaa, jonka tehollisarvo on 0,5 mV. Voit välttää kohinan siirtämällä signaalin digitaalisesti. Käytössäsi on neljä eri A/D-muunninta joiden resoluutiot ovat 8, 10, 12 ja 16 bittiä. Datalehtien mukaan jokaisen muunnostarkkuus on $2 \times \text{LSB}$.

Missä A/D-muuntimessa on pienin resoluutio jolla signaalin epätarkkuus pienenee verrattuna analogiseen siirtoon verrattuna?

4. Wheatstonen siltaa käytetään mitattaessa tuntemattomia vastuksia. Vastus R_4 määritetään säätämällä vastusarvoja R_1 ja R_2 , kunnes silta on tasapainossa, eli pisteiden A ja B välillä ei kulje sähkövirtaa.



- Mikä on R_4 :n arvo funktiona muista vastusarvoista, kun silta on tasapainossa?
- Tarkastellaan yleistä tilannetta, jossa silta ei välttämättä ole tasapainossa. Korvataan virtamittari jännitemittarilla, jonka sisäinen resistanssi on niin suuri, että sen läpi menevän virran voi approksimoida nolllaksi piirilaskuja varten. Mikä on jännite pisteiden A ja B välillä?

- Minkä takia jännitemittarina toimivassa yleismittarissa on suuri sisäänmenoimpedanssi?
 - Millä periaatteella toimii kaksoisintegroiva A/D-muunnin?
 - Mitä eroa on tavallisen halvan yleismittarin ja ns. true rms -mittarin välillä?

6. Alla on kuva normaalista ei-kääntävästä vahvistinkytkennästä. Johda kytkennän vahvistus, ja laske vahvistukselle virherajat virheen kasautumislain avulla, kun $R_1 = 1 \text{ k}\Omega \pm 1 \%$, ja $R_2 = 100 \Omega \pm 1 \%$. Miten ulostulojännite, vahvistus ja vahvistuksen virhe muuttuisivat jos $R_1 = 10 \text{ k}\Omega \pm 1 \%$, ja $R_2 = 1 \text{ k}\Omega \pm 1 \%$?

