

Sähköoppia: suuren vastuksen mittaaminen

Metallien hyvä sähkönjohtokyky perustuu siihen, että niissä on runsaasti ns. vapaita elektroneja, jotka herkkäliikkeisinä siirtävät sähkövirtaa eteenpäin. Metallin läpi kulkeva sähkövirta on suoraan verrannollinen sen päiden välille tuotettuun potentiaalieroon, eli $I \propto U$. Verrannollisuuskertoimen on $1/R$, missä R on metallin resistanssi. Näin saadaan siis

$$I = \frac{U}{R}. \quad (1)$$

Resistanssi on aineelle ominainen, ja se kuvastaa ko. aineen kykyä vastustaa sähkövirtaa. Resistanssin määrittäminen onnistuu esim. Wheatstonen sillan avulla, jolloin tarvitaan apuna vastusta, jonka resistanssi tunnetaan. Jos mitattavan aineen resistanssi on suuri, ei sen määrittäminen onnistu Wheatstonen sillan avulla. Sen sijaan on käytettävä RC-piiriä, jossa kondensaattori (kapasitanssi C) ladataan ensin jännitteeseen ja annetaan sitten purkautua mitattavan suuren vastuksen läpi. Koska kondensaattorin levyjen välillä on sama jännite kuin vastuksen yli, saadaan yhtälö kondensaattorin jännitteelle

$$U = -RC \frac{dU}{dt} \quad (2)$$

Tämän differentiaaliyhtälön ratkaisu on

$$U = D \exp\left(-\frac{t}{RC}\right), \quad (3)$$

missä D on integroimisvakio. Tästä saadaan suoran yhtälö

$$\ln U = -\frac{t}{RC} + K, \quad (4)$$

missä K on vakio.

Oletetaan, että olemme mitanneet kondensaattorin levyjen välistä potentiaaliero U (mittalaitteen sisäinen resistanssi oletetaan nolaksi) ajan t funktiona hetkillä $t = 0, 1, \dots, 10$ s, ja saaneet vastaavasti $U = 10.04, 7.67, 5.73, 4.37, 3.23, 2.62, 1.75, 1.54, 1.14, 0.88, 0.57$ V. Otetaan logaritmit mitatuista jännitteiden arvoista, tehdään suoran sovitus ja lasketaan resistanssi yhtälön (4) avulla. Kondensaattorin kapasitanssi on $C = 0.450 \pm 0.008$ pF. Tee virheen arvionti kokonaisdifferentiaalin avulla. Kulmakertoimen virhe saadaan Regress-funktiolla (standard error, SE). Huomaa, että kokonaisdifferentiaalin lausekkeessa kaikki termit tulee laskea yhteen positiivisina!

Ilmoita lopputuloksena laskettu resistanssi virherajoiheen ja piirrä mittauspisteet ja sovitettu suora samaan kuvaajaan.