

Vastusten sarjaan - ja rinnankytkentä

Jarmo Vestola
Koulun nimi
Fysiikka luonnontieteenä
FY6-työseloste
8.3.2002
Arvosana: H (8)

1. Tutkittava ilmiö

Tehtävänä oli kytkeä samanlaisia ja erilaisia vastuksia sarjaan sekä rinnan ja mitata yleismittarilla näiden resistanssit. Tehtävässä piti myös laskea tapauksissa oleva kokonaisresistanssi ja verrata sitä mittaamalla saatuun arvoon.

2. Teoriaa

Kun kahdessa kappaleessa on erimerkkinen varaus, niiden välillä vaikuttaa jännite, jonka tunnus on U ja yksikkö voltti V . Jännitteen vaikutuksesta varausero pyrkii tasoittumaan ja virtaamaan siihen kappaleeseen, jossa on energiavajaus. Tämä jännitteen aiheuttama varausten liike aiheuttaa sähkövirran, jonka tunnus on I ja yksikkö ampeeri $= A$. Sähkövirran on sovittu kulkevan positiiviselta negatiiviselle navalle.

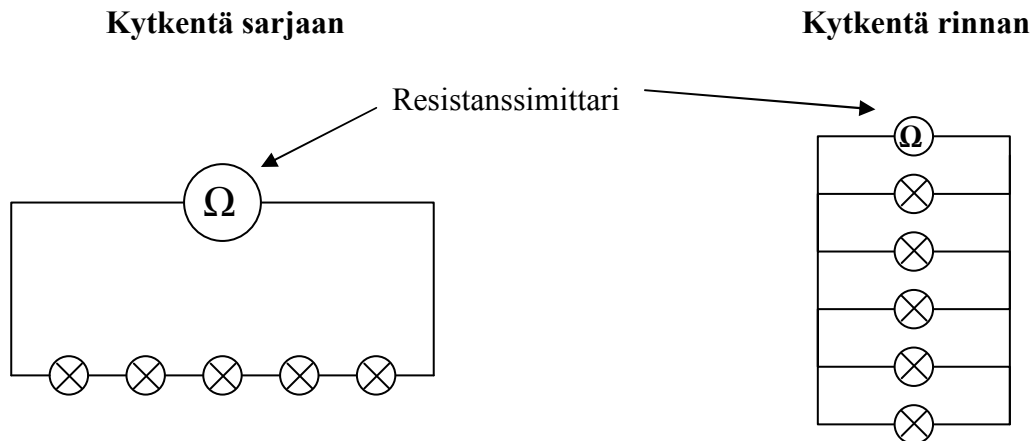
Resistiivisyys on aineelle ominainen vakio ja ilmaisee aineen kyvyn vastustaa virran kulkua. Tekniikassa näitä komponentteja, joilla on tietty resistanssi kutsutaan vastuksiksi. Resistanssin tunnus on R ja yksikkö $1 V/A = 1 \text{ ohmi}$ eli 1Ω . Vastuksen resistanssi voidaan määrittää, kun mitataan sen läpi kulkeva virta ja johtimen päiden välinen jännite. Resistanssi on siis jännite jaettuna virralla eli $R = U/I$. Vastuksen resistanssi on yksi ohmi, kun 1 voltin jännite aiheuttaa siinä 1 ampeerin virran.

Vastussysteemien kytkennöillä on kaksi perustyyppiä, sarjaan ja rinnan kytkentä. Vastukset ovat sarjassa, kun ne on kytketty peräkkäin pötköön yhtenäiseksi haarattomaksi johtimeksi. Vastukset ovat rinnan, kun kukin niistä on erikseen kytketty systeemin napojen välille.

3. Hypoteesi

Vastuksia sarjaan kytkettäessä resistanssi on kaikkien vastusten yhteenlasketun resistanssin summa. Rinnan kytkennässä resistanssi on luultavasti vastusten resistanssien summa jaettuna niiden määrällä.

Kuva 1. Mittauslaitteisto ja vastusten kytkennän kaksi perustyyppiä (vastuksina toimivat erilaiset lamput).



4. Työvaiheet

1. Kytkimme viisi samanlaista vastusta sarjaan ja mittasimme yleismittarilla koko systeemin resistanssin.
2. Kytkimme viisi samanlaista vastusta rinnan ja mittasimme yleismittarilla koko systeemin resistanssin.
3. Kytkimme viisi erilaista vastusta sarjaan ja mittasimme yleismittarilla koko systeemin resistanssin.
4. Kytkimme viisi erilaista vastusta rinnan ja mittasimme yleismittarilla koko systeemin resistanssin.
5. Jotta mittauslaitteiston ja vastusten kytkennän kaksi perustyyppiä tulisivat selväksi, piirsimme kuvat ja kytkentäkaaviot sekä sarjankytkennästä että rinnankytkennästä.
6. Lopuksi taulukoimme saadut tulokset ja laskimme jokaisen systeemin resistanssin ja vertasimme niitä yleismittarilla mitattuihin arvoihin.

5. Työn tulokset

1) Viisi 220 Ω vastusta sarjassa.	Koko systeemin resistanssi yleismittarilla 1102 Ω. Laskettu resistanssi $5 \cdot 220 \Omega = 1100 \Omega$.
2) Viisi 220 Ω vastusta rinnan.	Koko systeemin resistanssi yleismittarilla 44 Ω. Laskettu resistanssi $\frac{1}{R} = 5 \cdot \frac{1}{220\Omega}$ $R = 44 \Omega$
3) Viisi erilaista vastusta sarjassa. (10 Ω + 22 Ω + 220 Ω + 1k Ω + 10k Ω)	Koko systeemin resistanssi yleismittarilla 11 280 Ω. Laskettu resistanssi = 11 252 Ω.
4) Viisi erilaista vastusta rinnan. (10 Ω, 22 Ω, 220 Ω, 1k Ω, 10k Ω)	Koko systeemin resistanssi yleismittarilla 6,62 Ω. Laskettu resistanssi $\frac{1}{R} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{22\Omega} + \frac{1}{220\Omega} + \frac{1}{1000\Omega} + \frac{1}{10k\Omega}$ $R \approx 6,62 \Omega$

6. Tulosten tarkastelu

Alussa tekemäni hypoteesi osoittautui osittain oikeaksi. Sarjaan kytkeminen vastaa johtimen pidentämistä, joka suurentaa resistanssia. Sarjaan kytketyissä vastuksissa kulkee jokaisessa sama virta I. Jännitehäviö systeemissä on jännitehäviöiden summa. Jännitehäviöt yksittäisissä vastuksissa ovat:

$$U_1 = R_1 I, U_2 = R_2 I, \dots, U_n = R_n I \quad \text{missä } R_1, R_2 \dots R_n \text{ ovat vastusten resistanssit}$$

Jännitehäviö voidaan siis myös esittää: $U = (R_1 + R_2 + \dots + R_n)I$, koska vastuksissa kulkee sama virta.

Resistanssiksi saadaan siis: $R = \frac{U}{I} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$, jonka perusteella laskin taulukon arvot.

Rinnan kytkeminen taas vastaa johtimen paksuuntumista, joka pienentää johtimen resistanssia. Rinnankytkennässä vastusten päiden välillä on sama jännite ja systeemin napojen kautta kulkee virta:

$$I = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) \text{ ja systeemin resistanssin käänteisarvo eli konduktanssi on}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{I}{U} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \text{ Tällä kaavalla laskin taulukkoon rinnan kytkettyjen vastusten resistanssin.}$$

Kuten taulukoiduista työn tuloksista voi päätellä, ovat edellä johdetut kaavat oikein. Vertaamalla yleismittarin laskemia resistanssin arvoja itse laskettuihin arvoihin, ovat ne todella lähellä toisiaan, suurin ero on noin prosentin luokkaa.

7. Lähteet

1. Lavonen, Kurki-Suonio, Hakulinen, **Galilei 6 Sähkö**, Weilin+Göös, Porvoo 1997, s.55, 65 – 67, 70, 75
2. Arvonen, Erätuuli, Hella, **Koulun fysiikka 9**, Otava, Keuruu 1995, s.120, 123, 126 - 129