

Cwiczenie E3 - Pomiar oporu elektrycznego za pomocą mostka Wheatstone'a

Mikołaj Suszek

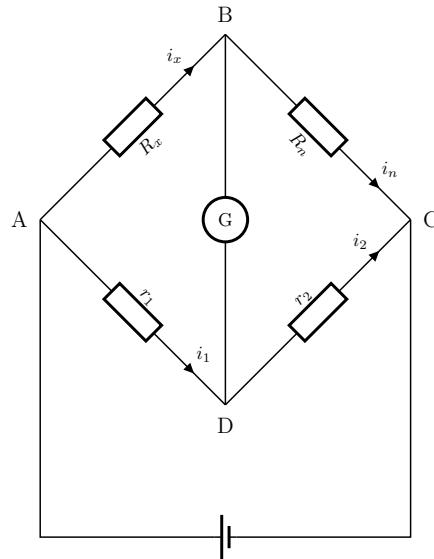
January 2026

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar oporu elektrycznego pojedynczych rezystorów oraz układu rezystorów połączonych szeregowo i równolegle z wykorzystaniem mostka prądu stałego (mostek Wheatstone'a).

2 Metody badań

W eksperymencie użyty jest Mostek Wheatstone'a, czyli w ogólności cztery oporniki podłączone w sposób ukazany na obrazku:



W sytuacji równowagi mostka zachodzą następujące równości:

$$U_{AB} = U_{AD}, U_{BC} = U_{DC} \quad (1)$$

Z prawa Ohma wynika:

$$U_{AB} = i_x R_x, U_{AD} = i_1 r_1, U_{BC} = i_n R_n, U_{DC} = i_2 r_2 \quad (2)$$

gdzie r_1 jest oporem odcinka struny o długości l_1 , zaś r_2 — oporem odcinka struny o długości l_2 . Otrzymujemy:

$$i_x R_x = i_1 r_1, i_n R_n = i_2 r_2 \quad (3)$$

Finalnie otrzymujemy zależność:

$$R_x = R_n \frac{r_1}{r_2} \quad (4)$$

Wiedząc, że r_1 i r_2 są częściami jednego przewodnika prawdziwa jest zależność:

$$R_x = R_n \frac{l_1}{l_2} \quad (5)$$

3 Wyniki i dyskusja

3.1 Rezystory

Wyniki badań 1 rezystora o znanym oporze oraz 2 rezystorów o nieznanym oporze wyglądają następująco:

L_1 [mm]	L_2 [mm]	R_n [Ω]	R_x
495.00	505	1000.00	980.20
502.00	498	460.00	463.69
502.00	498	2160.00	2177.35

Dla połączenia szeregowego i równoległego ostatnich dwóch rezystorów wyniki wyglądają tak:

	L_1	L_2	R_n	R_x
szeregowo	500.50	499.50	2641.00	2640
równolegle	500.50	499.50	382.00	381

gdzie teoretyczna wartość dla połączenia szeregowego to:

$$R_{szeregowo} = R_1 + R_2 \quad (6)$$

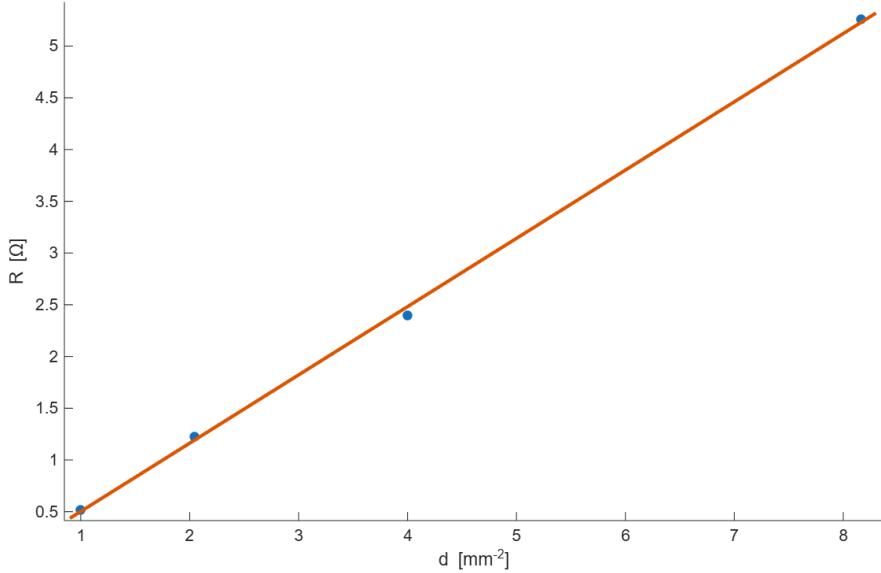
I wynosi: 2641Ω , a dla równoległego:

$$\frac{1}{R_{rownolegle}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (7)$$

i wynosi: 382Ω .

3.2 Druty z konstantanu

Wykres zależności rezystancji drutów wykonanych z konstantanu od odwrotności kwadratu ich średnicy wygląda następująco:



Rysunek 1: Wykres zależności $R = f(\frac{1}{d^2})$

Gdzie współczynnik nachylenia prostej został wyliczony metodą najmniejszych kwadratów:

$$a = \frac{\left(\frac{1}{d^2}\right) \cdot R_x - \left(\frac{1}{d^2}\right) \cdot \bar{R}_x}{\left(\frac{1}{d^2}\right) - \left(\frac{1}{d^2}\right)^2} \quad (8)$$

$$u(a) = \sqrt{\frac{1}{n-2} \cdot \left[\frac{\bar{R}_x^2 - a \cdot \bar{R}_x \cdot \left(\frac{1}{d^2}\right) - b \cdot \bar{R}_x}{\left(\frac{1}{d^2}\right)^2 - \left(\frac{1}{d^2}\right)^2} \right]} \quad (9)$$

I wyniósł:

$$a = 6.60 \pm 0.12 \quad (10)$$

a w związku z tym, że reprezentuje w równaniu

$$R = \rho \frac{l}{\pi(d/2)^2} \quad (11)$$

część $\frac{4l}{\pi} \rho$ oraz znając długość struny (1 m) można obliczyć rezystywność konstantanu:

$$\rho = (5.18 \pm 0.10) \times 10^{-7} \Omega m \quad (12)$$

4 Podsumowanie wyników

	Wartość otrzymana	Wartość teoretyczna
$R_{szeregowe} [\Omega]$	2640	2641
$R_{rownolegle} [\Omega]$	381	382
$\rho [\Omega m \times 10^{-7}]$	5.18 ± 0.10	$47.72 \pm 2.34 [1]$

Tabela 1: Porównanie wartości otrzymanych z teoretycznymi

Wartości oporów otrzymanych doświadczalnie są jak najbardziej porównywalne z oporami teoretycznymi. Wartość oporu właściwego konstantanu natomiast jest nieznacznie poza zakresem niepewności, głównie przez zależność rezystywności od jakości wykonania materiału np. od stosunku miedzi i niklu, lecz jest porównywalna z wartością teoretyczną.

Literatura

- [1] CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide Former Director, Standard Reference Data National Institute of Standards and Technology