

EAlIIB	Piotr Morawiecki, Tymoteusz Paszun		Rok II	Grupa 3a	Zespół 6
Temat: Mostek Wheatstone’a			Numer ćwiczenia: 35		
Data wykonania: 22.11.2017r.	Data oddania: 29.11.2017r.	Zwrot do poprawki:	Data oddania:	Data zaliczenia:	Ocena:

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar nieznanych oporów oraz kombinacji ich połączeń.

2 Wstęp teoretyczny

Wyznaczenie wartości napięć i prądów w poszczególnych częściach obwodu opiera się na trzech prawach:

- I prawo Kirchhoffa (prądowe prawo Kirchhoffa) - w węzłach sieci, czyli w punktach połączeń trzech lub więcej przewodów, algebraiczna suma prądów wpływających równa jest zeru.
- II prawo Kirchhoffa (napięciowe prawo Kirchhoffa) - suma różnic potencjałów w zamkniętej pętli obwodu (tzw. oczku) równa się zeru.
- Prawo Ohma - stosunek napięcia na końcach przewodu do wartości natężenia prądu jest wartością stałą, nazywaną opornością.

Aby znaleźć poszukiwane prądy powyższe warunki zapisujemy w formie układu odpowiedniej liczby niezależnych równań liniowych.

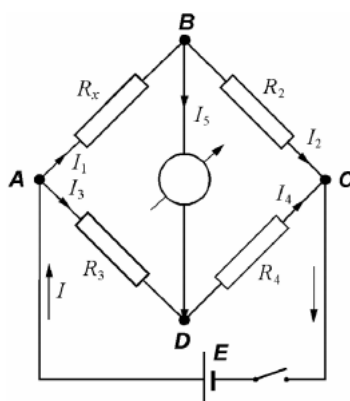
Analizując układ z rysunku 1 możemy wyprowadzić stosunek oporów:

$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

i przekształcając równanie:

$$R_x = R_2 \frac{R_3}{R_4}$$

gdzie R_x jest poszukiwanym oporem.



Rysunek 1: Schemat oporowego mostka Wheatstone'a

3 Układ pomiarowy

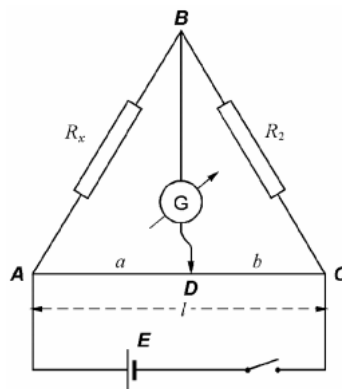
Na rysunku 2 przedstawiony jest przyrząd pomiarowy, w którym zastosowano drut oporowy wraz z linijką o dokładności 1 mm służącą określeniu położenia punktu D od początku drutu (długość a). Długość drutu wynosi $l = 100$ cm. Napięcie zasilania układu wynosiło 0,288 V. Opór R_2 stanowi opornica dekadowa. Symbolem R_x oznaczono zestaw badanych oporników.

Jako, że w układzie zastosowano jednorodny drut oporowy równanie wartości poszukiwanego oporu możemy przedstawić jako:

$$R_x = R_2 \frac{a}{b}$$

Wiedząc, że $a + b = l$, możemy zapisać je w postaci:

$$R_x = R_2 \frac{a}{l - a}$$



Rysunek 2: Przyrząd pomiarowy - mostek Wheatstone'a z drutem oporowym

4 Wykonanie ćwiczenia

1. Podłączenie układu pomiarowego zgodnie ze schematem.
2. Wykonanie dziesięciu pomiarów oporów dla różnych wartości R_2 dla każdego z badanych oporów.

5 Wyniki pomiarów

6 Wykresy

7 Opracowanie wyników

7.1 Połączenie szeregowe

Wartość oporu przy szeregowym połączeniu oporów R_{x_1} oraz R_{x_2} możemy obliczyć stosując wzór na opór zastępczy:

$$R_{szereg} = R_{x_1} + R_{x_2} = 28,10 \Omega$$

Niepewność z prawa przenoszenia niepewności:

$$u(R_{szereg}) = \sqrt{\left(\frac{\partial R_{szereg}}{\partial R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial R_{szereg}}{\partial R_2} u(R_2)\right)^2} = \sqrt{u(R_1)^2 + u(R_2)^2} = 0,82 \Omega$$

7.2 Połączenie równoległe

Wartość oporu przy szeregowym połączeniu oporów R_{x_1} oraz R_{x_2} możemy obliczyć stosując wzór na opór zastępczy:

$$R_{row} = \frac{R_{x_1} R_{x_2}}{R_{x_1} + R_{x_2}} = 6,24 \Omega$$

Niepewność z prawa przenoszenia niepewności:

$$u(R_{row}) = \sqrt{\left(\frac{\delta R_{row}}{\delta R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\delta R_{row}}{\delta R_2} u(R_2)\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{R_{x_1}}{R_{x_1} + R_{x_2}}\right)^4 u(R_{x_1})^2 + \left(\frac{R_{x_2}}{R_{x_1} + R_{x_2}}\right)^4 u(R_{x_2})^2} = 0,33 \Omega$$

7.3 Połączenie mieszane 1

Wartość oporu przy równoległym połączeniu oporów R_{x_1} i R_{x_2} oraz szeregowym dołączeniu oporu R_{x_3} możemy obliczyć stosując wzór:

$$R_{p1} = R_{szer} + R_{x_3} = 39,78 \Omega$$

Niepewność możemy obliczyć używając wzoru dla niepewności połączenia szeregowego:

$$u(R_{p1}) = 1,45 \Omega$$

7.4 Połączenie mieszane 2

Wartość oporu przy szeregowym połączeniu oporów R_{x_1} i R_{x_2} oraz równoległym dołączeniu oporu R_{x_3} możemy obliczyć stosując wzór:

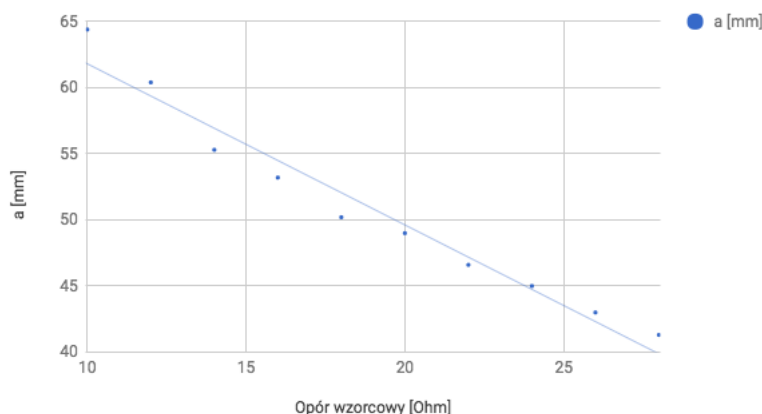
$$R_{p1} = \frac{R_{szer} R_{x_3}}{R_{szer} + R_{x_3}} = 15,29 \Omega$$

Niepewność możemy obliczyć używając wzoru dla niepewności połączenia równoległego:

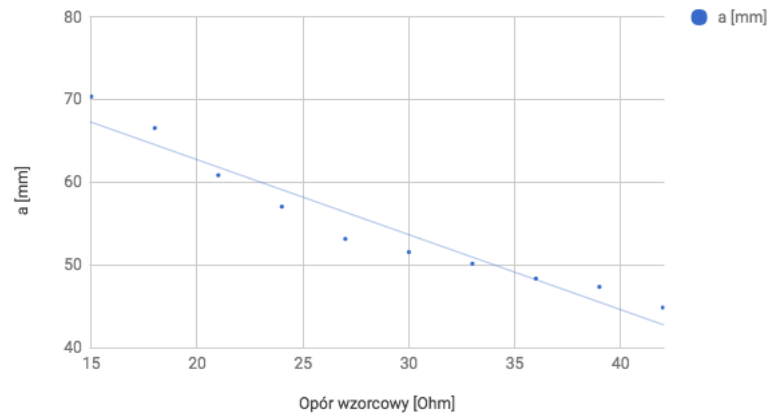
$$u(R_{p1}) = 0,45 \Omega$$

7.5 Analiza błędów

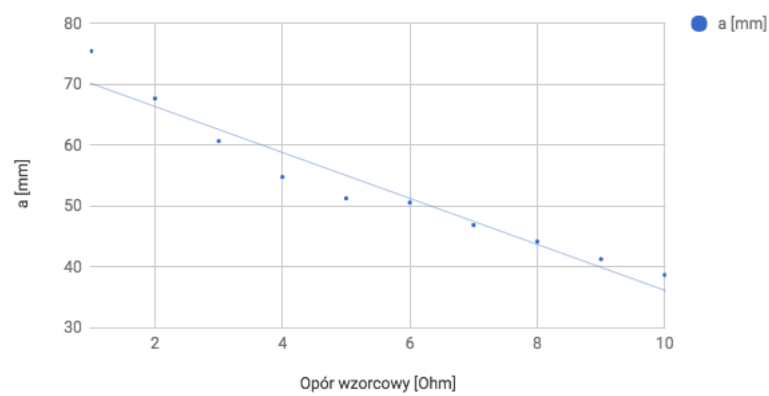
Podczas analizy wyników nie znaleźliśmy błędów grubych. Natomiast analizując wykresy (rysunek) możemy zauważyć, że zależność odległości a od oporu wzorcowego w powtarzalny sposób odbiega od spodziewanej prostej. Wnioskujemy, że może być to związane z niejednorodnością zastosowanego drutu oporowego, bądź korozją wpływającą na opór punktu styku drutu z suwakiem.



Rysunek 3: Zależność długości a od oporu wzorcowego R_2



Rysunek 4: Zależność długości a od oporu wzorcowego R_3



Rysunek 5: Zależność długości a od oporu wzorcowego R_1, R_2 połączonych równolegle

7.6 Niepewności pomiarów

Niepewność pomiaru wartości oporu wyznaczamy przy pomocy wzoru:

$$u(R_x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \overline{R_x})^2}{n(n-1)}}$$

7.7 Ocena zgodności uzyskanych wyników

8 Wnioski