

EAIiB	Autor 1 Autor 2		Rok II	Grupa 5	Zespół 6
Temat: Mostek Wheatstone’a			Numer ćwiczenia: 32		
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do poprawki	Data oddania	Data zaliczenia	Ocena

## 1 Cel ćwiczenia

Praktyczne zastosowanie praw Kirchhoffa, sprawdzenie zależności określających opór zastępczy dla połączenia szeregowego i równoległego.

## 2 Wstęp teoretyczny

### 2.1 Pierwsze prawo Kirchhoffa

Suma natężeń prądów wpływających do rozgałęzienia, równa jest sumie natężeń prądów wypływających z tego rozgałęzienia.

### 2.2 Drugie prawo Kirchhoffa

W obwodzie zamkniętym suma spadków napięć na wszystkich odbiornikach prądu musi być równa sumie napięć na źródłach napięcia.

### 2.3 Prawo Ohma

Natężenie prądu stałego  $I$  jest proporcjonalne do całkowitej siły elektromotorycznej w obwodzie zamkniętym lub do różnicy potencjałów (napięcia elektrycznego) między końcami części obwodu nie zawierającej źródeł siły elektromotorycznej

### 2.4 Rezystancja

$R$  jest to trudność na jaką napotykają przemieszczające się elektrony. Rezystancja przewodu zależy od długości (do której jest wprost proporcjonalna), od pola przekroju poprzecznego (do którego jest odwrotnie proporcjonalna) oraz od materiału z którego przewód został wykonany.

### 2.5 Natężenie prądu

Jest wielkością fizyczną charakteryzującą przepływ prądu elektrycznego zdefiniowaną jako stosunek wartości ładunku elektrycznego przepływającego przez wyznaczoną powierzchnię do czasu przepływu ładunku.

$$I = \frac{\partial Q}{\partial t}$$

### 2.6 Napięcie elektryczne

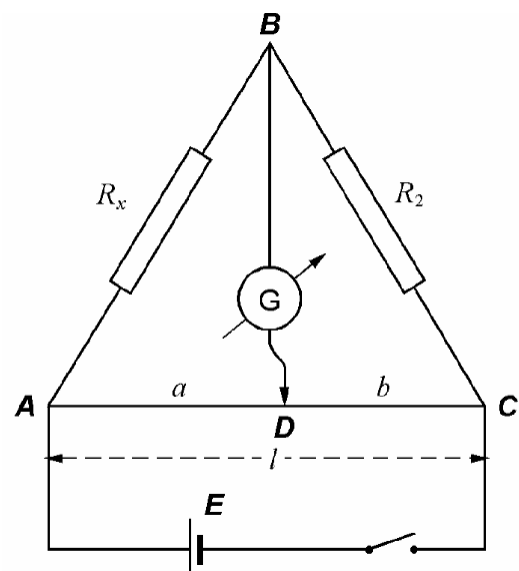
Różnica potencjałów elektrycznych między dwoma punktami obwodu elektrycznego lub pola elektrycznego. Napięcie elektryczne to stosunek pracy wykonanej podczas przenoszenia ładunku między punktami, dla których określa się napięcie do wartości tego ładunku.

$$U_{AB} = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

### 3 Układ pomiarowy

Zestaw ćwiczeniowy stanowi mostek Wheatstone'a, w skład obwodu wchodzi:

1. Listwa z drutem oporowym, zaopatrzona w podziałkę milimetrową i kontakt ślizgowy, umożliwiającą zmiany długości odcinków  $a$  i  $b$ .
2. Opornica dekadowa  $R_2$
3. Symbolem  $R_x$  oznaczono zestaw oporników wmontowanych na odpowiedniej płytce z pleksiglasu.
4. Mikroamperomierz  $G$  jako wskaźnik zerowania mostka.
5. Zasilacz



Rysunek 1: Schemat elektryczny mostka

### 4 Wykonanie ćwiczenia

1. Podłączenie obwodu elektrycznego według schematu.
2. Wykonano po 10 pomiarów oporów przy różnych oporach wzorcowych dla oporów  $R_1, R_2$ .
3. Wykonano analogiczne pomiary dla połączenia równoległego i szeregowego tych oporników.

## 5 Opracowanie wyników

### 5.1 Obliczenia

1. Wyznaczamy wartość nieznaną oporów ze wzoru:

$$R_x = R_w \frac{a}{l_0 - a}$$

2. Obliczamy wartość średnią dla każdego oporu z punktu 1 oraz jej niepewność pomiarową.

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{x_i}$$

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

3. Wyznaczamy analogicznie wartość oporów dla połączenia szeregowego i równoległego.
4. Wyznaczamy wartość oporu zastępczego dla połączenia szeregowego:

$$R_s = R_{x1} + R_{x2}$$

Niepewność z prawa przenoszenia niepewności pomiarowych:

$$u(R_s) = \sqrt{\left(\frac{\partial R_s}{\partial R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial R_s}{\partial R_2} u(R_2)\right)^2} = \sqrt{u(R_1)^2 + u(R_2)^2}$$

5. Wyznaczamy wartość oporu zastępczego dla połączenia równoległego:

$$\frac{1}{R_r} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Niepewność z prawa przenoszenia niepewności pomiarowych:

$$u(R_r) = \sqrt{\left(\frac{\partial R_r}{\partial R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial R_r}{\partial R_2} u(R_2)\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{R_2^2}{(R_1 + R_2)^2} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{R_1^2}{(R_1 + R_2)^2} u(R_2)\right)^2}$$

Tabela 1: Wyniki obliczeń

	$R_s$ wyznaczone [Ω]	$R_s$ obliczone [Ω]	$R_r$ wyznaczone [Ω]	$R_r$ obliczone [Ω]
Średnia wartość	28,195	27,984	6,288	6,277
Niepewność	0,0819	0,0829	0,0478	0,0257

## 5.2 Obliczenie niepewności rozszerzonej dla połączenia szeregowego

$$k = 2$$

$$|R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}}| = 28,195[\Omega] - 27,984[\Omega] = 0,211[\Omega]$$

$$U(R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}}) = k \cdot \sqrt{u(R_{\text{wyznaczone}})^2 + u(R_{\text{obliczone}})^2} = 0,233[\Omega]$$

$$|R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}}| < U(R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}})$$

Wartość wyznaczona zastępczego oporu jest zgodna z wartością obliczoną.

## 5.3 Obliczenie niepewności rozszerzonej dla połączenia równoległego

$$k = 2$$

$$|R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}}| = 6,288[\Omega] - 6,277[\Omega] = 0,011[\Omega]$$

$$U(R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}}) = k \cdot \sqrt{u(R_{\text{wyznaczone}})^2 + u(R_{\text{obliczone}})^2} = 0,108[\Omega]$$

$$|R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}}| < U(R_{\text{wyznaczone}} - R_{\text{obliczone}})$$

Wartość wyznaczona zastępczego oporu jest zgodna z wartością obliczoną.

## 6 Wnioski

Korzystając z mostka Wheatstone'a wyznaczyliśmy nieznane wartości oporników oraz opory zastępcze gdy zostały one połączone szeregowo oraz równolegle. Niepewności uzyskane przy pomiarze rezystancji każdego opornika oraz przy połączeniu ich równolegle i szeregowo są zadowalająco małe, a tym samym wyznaczone opory są precyzyjne.

Zmierzona wartość rezystancji oporników  $R_1$  i  $R_2$  połączonych szeregowo oraz równolegle jest zgodna z wartościami obliczonymi (5.2 i 5.3). W związku z czym możemy stwierdzić, że wzory do obliczenia oporu zastępczego dla połączeń równoległych i szeregowych są prawdziwe.