

# WYZNACZANIE OPORU ELEKTRYCZNEGO ZA POMOCĄ MOSTKA WHEATSTONE'A

## Cele ćwiczenia:

1. Doskonalenie umiejętności pomiaru wielkości elektrycznych (metoda mostkowa).
2. Praktyczne wykorzystanie prawa Ohma i praw Kirchhoffa.
3. Sprawdzenie słuszności wzorów na opory zastępcze przy połączeniu szeregowym i równoległym.
4. **Optymalizacja pomiarów.**

## Zagadnienia

1. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.
2. Rezystancja przewodnika, jednostki.
3. Metody techniczne i mostkowe pomiaru rezystancji.

## Spis przyrządów:

zasilacz ac/dc, woltomierz, oporniki o różnych rezystancjach, potencjometr z przewodem suwakowym na tle podziałki milimetrowej.

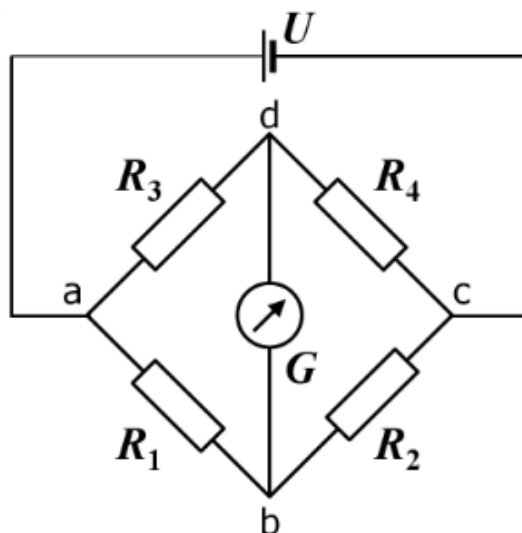
## Literatura:

1. S. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. 3, PWN, Warszawa, 1980
2. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN, Warszawa, 1994.
3. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka, t. II, PWN, 1997
4. I Pracownia Fizyczna pod red. Cz. Kajtocha, Wydawnictwo Naukowe AP

## Podstawy teoretyczne

Mostek Wheatstone'a składa się z czterech rezystorów, które są połączone, jak pokazano na Rys. 1. Źródło napięcia jest podłączone do złączy a i c, podczas gdy amperomierz G / woltomierz mierzy odpowiednio przepływ prądu / napięcie między złączami b i d. Drugie prawo Kirchhoffa oznacza, że przyłożenie pewnego napięcia między a i c powoduje równy spadek potencjału na gałęziach a–b–c i a–d–c. Obie gałęzie pełnią funkcję określonego dzielnika napięcia. Potencjały na złączach b i d zależą od proporcji rezystorów wzdłuż odpowiednich o gałęzi.

$$V_b = \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot V_{\text{source}} \quad \text{and} \quad V_d = \frac{R_4}{R_3+R_4} \cdot V_{\text{source}}$$



Rys. 1. Schemat ideowy mostka Wheatstone'a.

Jeśli proporcje rezystorów zostaną dostosowane w taki sposób, że potencjały  $V_b$  i  $V_d$  się wyrównają (woltomierz wskaże 0), przepływ prądu przez amperomierz zanika. Ten stan nazywa się punktem równowagi mostka Wheatstone'a. W takim przypadku powyższe równania można połączyć:

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

Jeżeli znane są trzy rezystory i należy wyznaczyć czwarty, np.  $R_3$ , można go obliczyć po ustawieniu mostka w punkcie równowagi:

$$R_3 = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_4$$

Jeżeli rezystancję w dolnej części gałęzi zastąpimy potencjometrem z przewodem suwakowym (Rys. 2), gdzie styk suwaka można przesuwac wzdłuż przewodu, to jego całkowity opór możemy podzielić na dwie odrębne części (otrzymujemy dzielnik napięcia). Przewód wykonany jest z jednorodnego materiału o jednolitej średnicy, dlatego jego rezystancję można określić za pomocą następującego równania:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

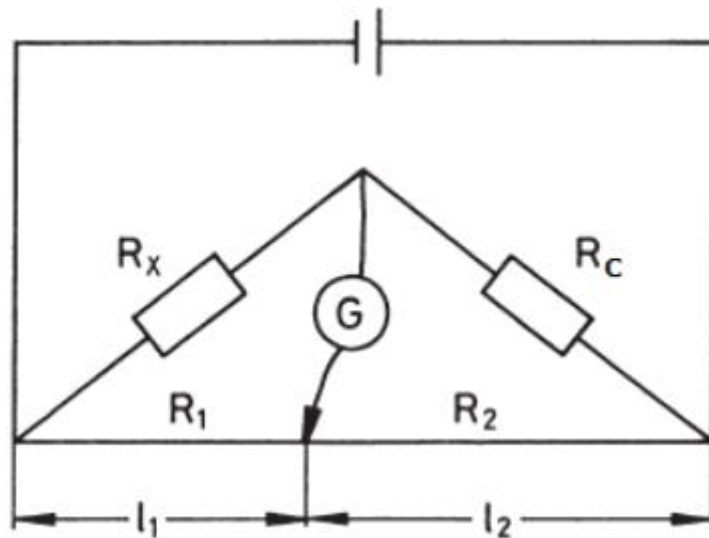
gdzie:

$\rho$  - oznacza rezystywność elektryczną materiału przewodu,

$l$  - jest długością przewodu,

$A$  - jest jego przekrojem poprzecznym.

Rezystancja przewodu zależy zarówno od właściwości geometrycznych, jak i materiałowych.



Rys. 2. Schemat liniowego mostka Wheatstone'a.

Biorąc pod uwagę jednorodną rezystywność i przekrój poprzeczny, rezystancja wzrasta proporcjonalnie do długości.

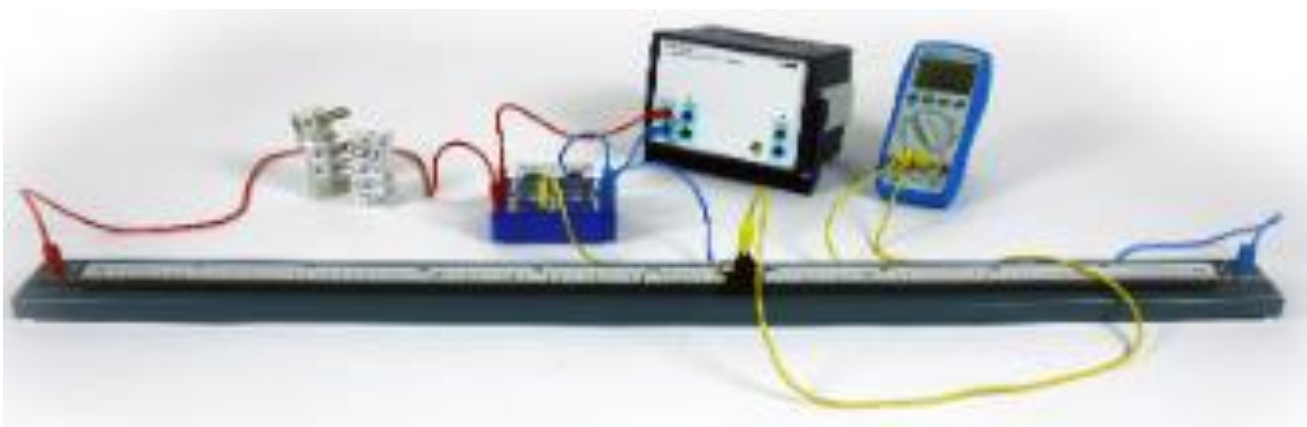
To oznacza, że współczynnik rezystancji  $R_1/R_2$  przewodu ślizgowego można wyrazić za pomocą proporcji jego długości  $l_1/l_2$ .

Zatem na podstawie powyższych równań możemy obliczyć nieznaną rezystancję:

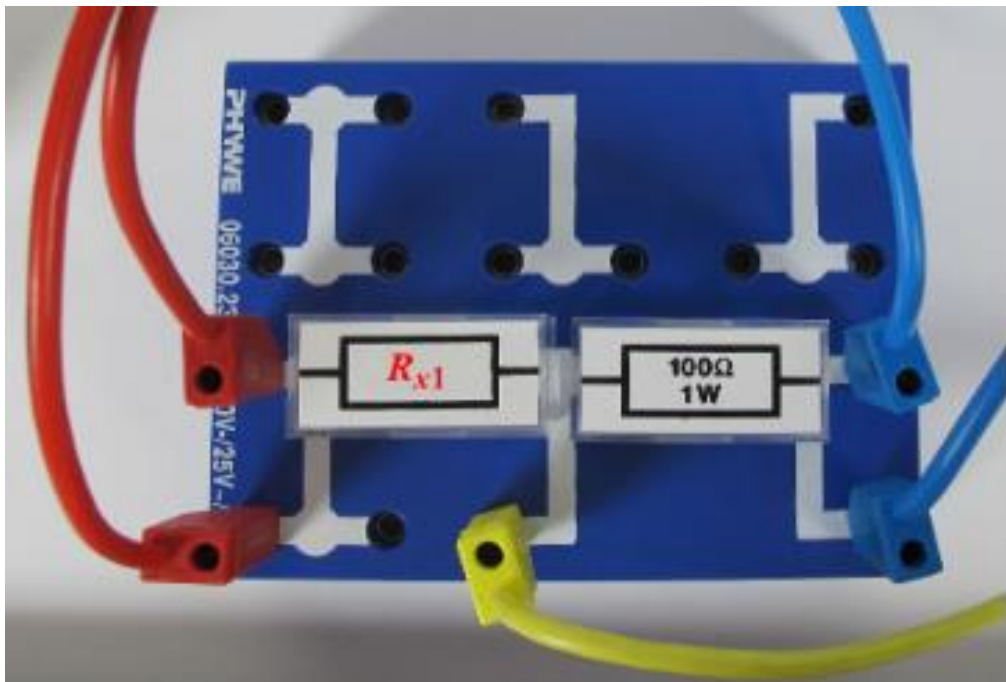
$$R_x = \frac{l_1}{l_2} \cdot R_C$$

### Tok postępowania:

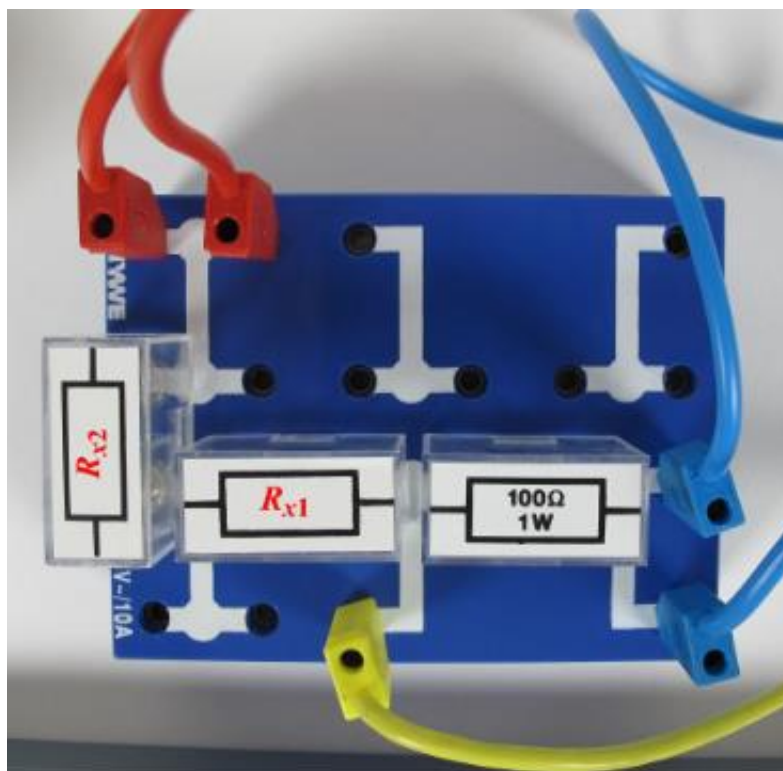
1. Zestawić układ pomiarowy do wyznaczania rezystancji za pomocą liniowego mostka Wheatstone'a według następującego rysunku:

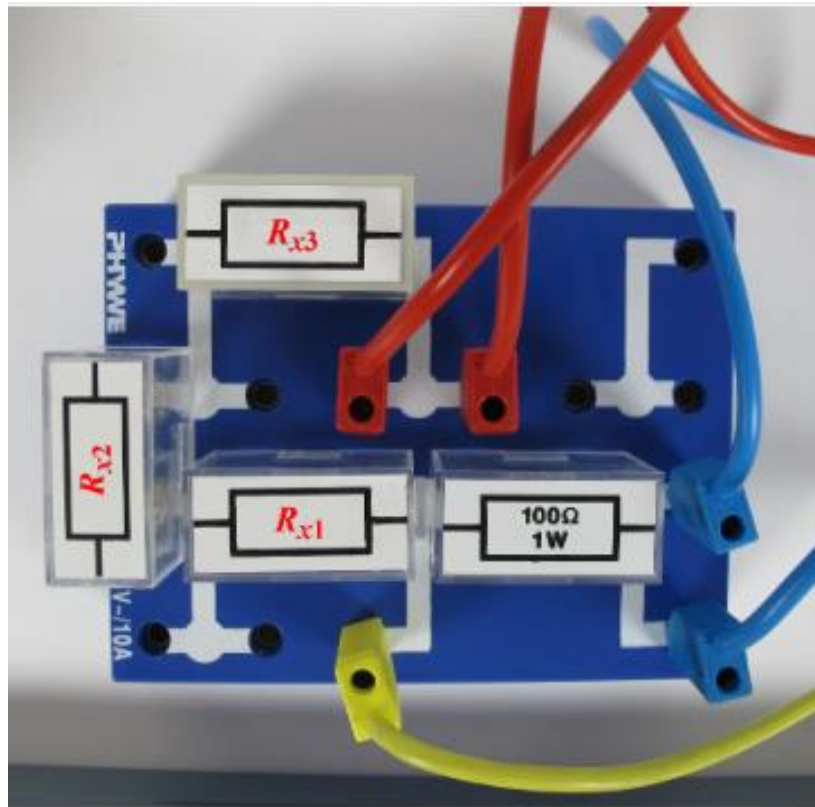


następnie ustawić układ mostka Wheatstone'a z nieznanym oporem:

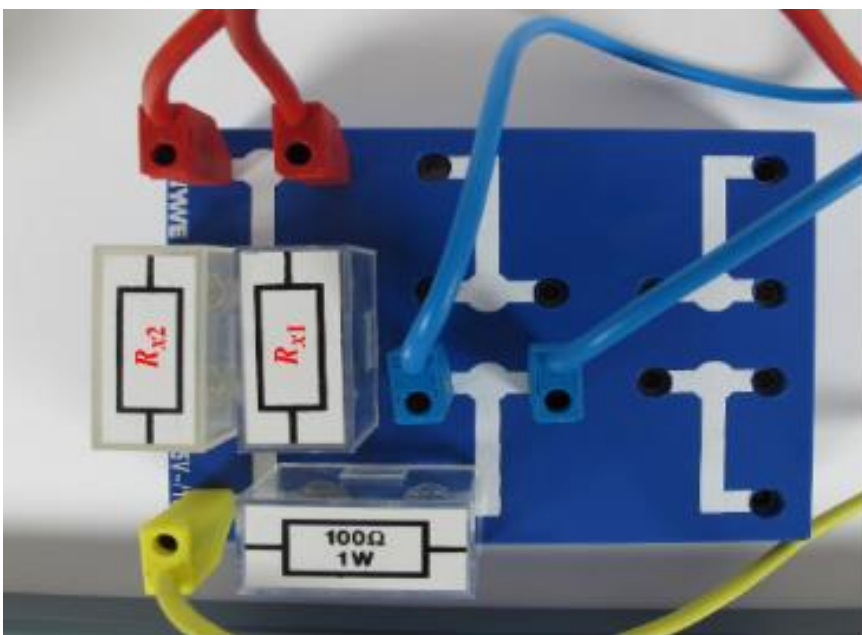


ustawić układ mostka Wheatstone'a z dwoma i trzema nieznanymi oporami połączonymi szeregowo:





ustawić układ mostka Wheatstone'a z dwoma nieznanymi oporami połączonymi równolegle:



2. Dla danych oporów  $R_x$  tak dobierać wartość długości  $l_1$  i  $l_2$  aby woltomierz wskazywał 0 (mostek zrównoważony).
3. Dla zrównoważonego mostka dokonać odczytu wartości długości  $l_1$  i  $l_2$  oraz wartości oporu  $R_c$ . Wyniki zanotować w tabeli pomiarowej.
4. Punkty 2 i 3 powtórzyć dla połączenia szeregowego i równoległego oporników.

5. Obliczyć wszystkie rezystancje  $R_x$  wg wzoru:

$$R_x = \frac{l_1}{l_2} \cdot R_C$$

i ich niepewności pomiarowe.

6. Sprawdzić słuszność wzorów na połączenie szeregowe i równoległe oporów.

### Tabela pomiarowa

.....  
Imię i Nazwisko

### Wyznaczanie oporu elektrycznego za pomocą mostka Wheatstone'a

Nr oporu	$R_c$ [ $\Omega$ ]	$l_1$ [cm]	$l_2$ [cm]	$l_1$ [m]	$l_2$ [m]	$R_x$ [ $\Omega$ ]	$\bar{R}_x$ [ $\Omega$ ]
1							
2							
3							
	$R_c$ [ $\Omega$ ]	$l_1$ [cm]	$l_2$ [cm]	$l_1$ [m]	$l_2$ [m]	$R_{xr}$ [ $\Omega$ ]	$\bar{R}_{xr}$ [ $\Omega$ ]
Połączenie równoległe oporów 1.2 i 3							
	$R_c$ [ $\Omega$ ]	$l_1$ [cm]	$l_2$ [cm]	$l_1$ [m]	$l_2$ [m]	$R_{xsz}$ [ $\Omega$ ]	$\bar{R}_{xsz}$ [ $\Omega$ ]
Połączenie szeregowe oporów 1.2 i 3							