

PRAWO OHMA I KIRCHHOFFA

Instrukcja dla uczniów szkół podstawowych

WSTĘP

Celem ćwiczenia jest weryfikacja w praktyce praw Ohma i Kirchhoffa poprzez pomiary napięcia i natężenia prądu płynącego w układzie oraz oporu wykorzystywanych oporników.

Prawo Ohma głosi, że napięcie elektryczne, czyli różnica potencjałów między dwoma końcami przewodnika jest wprost proporcjonalna do natężenia prądu płynącego przez ten przewodnik, gdzie współczynnikiem tej proporcjonalności jest opór.

$$U = R \cdot I, \quad (1)$$

gdzie

U – napięcie prądu [V]

R – opór [Ω]

I – natężenie prądu [A].

Opór przewodnika, jest wprost proporcjonalny do jego długości oraz do oporności właściwej, zależnej od temperatury i materiału z którego jest wykonany, i odwrotnie proporcjonalny do pola jego przekroju poprzecznego.

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (2)$$

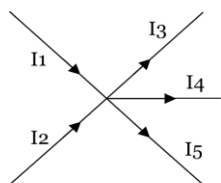
gdzie

ρ – oporność właściwa [$\Omega \cdot m$]

l – długość przewodnika [m]

S – pole przekroju poprzecznego [m^2].

I prawo Kirchhoffa głosi, że suma natężeń prądów wpływających do węzła (punkt, w którym zbiega się kilka przewodów) jest równa sumie natężeń prądów z niego wypływających.



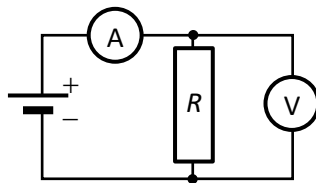
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

II prawo Kirchhoffa głosi, że w obwodach zamkniętych suma napięć generowanych np. przez znajdujące się w obwodzie zasilacze, czyli sił elektromotorycznych jest równa sumie spadków napięć na elementach obwodów.



zajęcia otwarte z fizyki

Schematycznie obwód elektryczny można przedstawić jako:

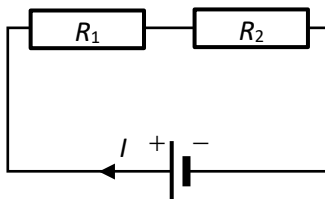


Rysunek 1. Schemat obwodu elektrycznego ze źródłem napięcia, opornikiem, woltomierzem i amperomierzem.

Zgodnie z powyższym, należy pamiętać, że woltomierz podłączamy do obwodu równolegle, a amperomierz szeregowo.

Z praw Kirchhoffa wynika, że dla oporników połączonych szeregowo (rysunek 2) całkowita oporność R , zwana oporem zastępczym jest równa sumie oporności tych oporników. W takim układzie przez każdy opornik przepływa taki sam prąd o natężeniu I ($I = \text{const}$), a suma spadków napięć na każdym oporniku, będzie równa napięciu na końcach układu oporników ($U_{\text{całkowite}} = U_1 + U_2$)

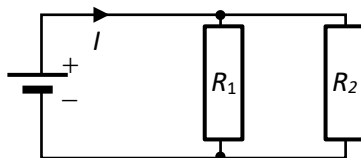
$$R = R_1 + R_2 \quad (3)$$



Rysunek 1. Schemat układu do łączenia szeregowego oporników

Natomiast dla oporników połączonych równolegle (rysunek 3) odwrotność oporności całkowitej jest równa sumie odwrotności oporności poszczególnych oporników. W tak połączonych opornikach mierzone napięcie na każdym z nich jest takie samo ($U = \text{const}$).

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (4)$$



Rysunek 2. Schemat układu do łączenia równoległego oporników

Do dyspozycji masz:

- dwa mierniki uniwersalne,
- przewody z końcówkami,
- łączniki,
- płytkę drukowaną,
- oporniki,
- zasilacz stałego napięcia.



Rysunek 4. Schemat układu płytki drukowanej do sprawdzania Praw Ohma i Kirchhoffa.

OPORY OPORNIKÓW

Spośród dostępnych w zestawie oporników wybierz dwa, które będziesz wykorzystywał podczas zajęć.

Sprawdź opory wybranych oporników dwoma metodami: odczytując wartość nominalną z opornika (R_n) oraz mierząc doświadczalnie za pomocą miernika uniwersalnego (R_z). Wyniki wpisz do tabeli 1. Oblicz o ile procent wartość mierzona, różni się od nominalnej.

Parametry opornika są najczęściej zakodowane umieszczonymi na nim 3-6 kolorowymi paskami. Instrukcję odczytu znajdziesz na stanowisku.

Tabela 1. Pomiary oporu wybranych oporników.

	R_n []	R_z []	$\frac{ R_n - R_z }{R_n} \cdot 100\%$
1			
2			



zajęcia otwarte z fizyki

WERYFIKACJA PRAWA OHMA

Wybierz jeden z dwóch wybranych oporników, zanotuj zmierzoną wartość jego oporu i wykorzystując płytkę drukowaną zbuduj układ przedstawiony na Rysunku 1.

$R_{\text{zmierzone}} = \dots\dots\dots$

Podłącz układ do zasilacza prądu stałego, zmieniaj wartość napięcia na zasilaczu w granicach od 0 do maksymalnie 5 V, co około 0,5 V aby uzyskać co najmniej 10 punktów pomiarowych. Odczytuj z podłączonych do układu mierników wartości napięcia oraz natężenia prądu płynącego przez układ, a następnie zapisuj je w Tabeli 2. **Pamiętaj o wpisaniu jednostek w jakich zostały zmierzone poszczególne wartości.**

Tabela 2. Pomiary napięcia i natężenia dla pojedynczego opornika.

$U [\quad]$	$I [\quad]$	$R = \frac{U}{I} [\quad]$

Na podstawie Prawa Ohma (wzór nr 1) wyznacz wartość oporu dla każdej z par napięcia i natężenia, a następnie wyznacz jego wartość średnią.

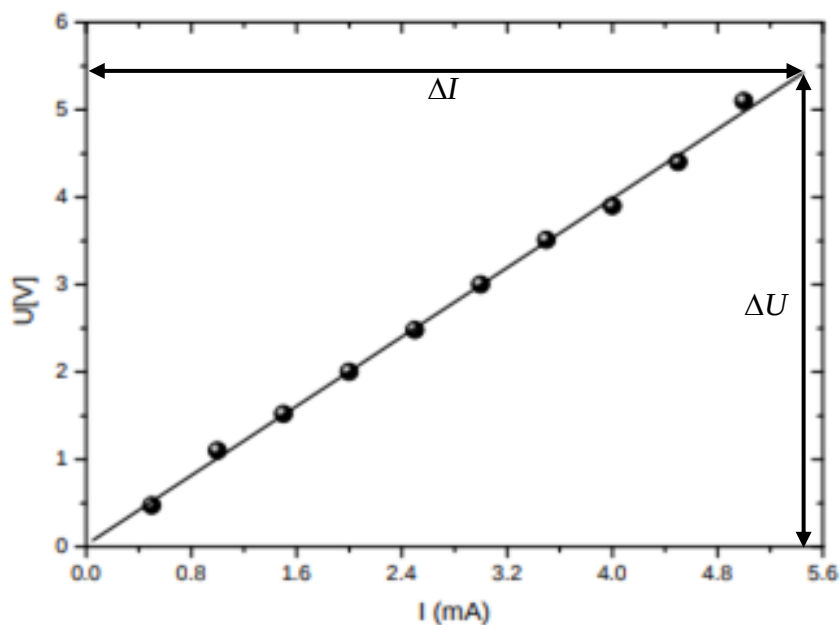
$R_{\text{średnie}} = \dots\dots\dots$

Porównaj obliczoną wartość oporu z wartością zmierzoną.

Czy uzyskane wyniki są zgodne z Prawem Ohma?



Uzyskane wyniki zależności napięcia od natężenia $U(I)$ przedstaw na wykresie na papierze milimetrowych. Następnie narysuj prostą, łączącą ze sobą naniesione punkty pomiarowe i spróbuj dopasować funkcję liniową, tak aby przechodziła ona przez punkt $(0,0)$. Aby wyznaczyć nachylenie prostej, które odpowiada mierzonemu oporowi, określ zmiany natężenia i napięcia w najszerszym możliwym zakresie. Wówczas wyznaczony opór z dopasowania prostej będzie równy $R_d = \frac{\Delta U}{\Delta I}$.



$R_{\text{dopasowane}} = \dots\dots\dots$

Porównaj trzy wartości oporu opornika: zmierzoną ($R_{\text{zmierzona}}$), obliczoną ($R_{\text{średnie}}$) oraz uzyskaną z dopasowania prostej ($R_{\text{dopasowane}}$).

$R_{\text{zmierzona}}$ []	$R_{\text{średnie}}$ []	$R_{\text{dopasowane}}$ []

Która metoda Twoim zdaniem jest najlepsza do wyznaczenia oporu mierzonego opornika?

Czy jesteś w stanie oszacować niepewności wyznaczonych oporów?



zajęcia otwarte z fizyki

WERYFIKACJA PRAW KIRCHHOFFA

Wykorzystując dwa wybrane oporniki oraz płytkę drukowaną, zbuduj układ, w którym połączysz je ze sobą szeregowo (Rysunek 2).

Bez podłączania zasilacza prądu stałego, zmierz za pomocą miernika uniwersalnego wartość oporu całkowitego. Następnie wykorzystując wzór nr 3 oblicz oczekiwaną wartość oporu zastępczego. Porównaj obie wartości.

$$R_{\text{zmierzone}} = \dots\dots\dots$$

$$R_{\text{obliczone}} = \dots\dots\dots$$

Podłącz do układu zasilacz prądu stałego. Za pomocą miernika uniwersalnego zmierz napięcia na każdym z oporników osobno oraz na wszystkich opornikach łącznie.

$$U_1 = \dots\dots\dots$$

$$U_2 = \dots\dots\dots$$

$$U_{\text{całkowite}} = \dots\dots\dots$$

Oblicz sumę wartości napięć U_1 i U_2 , a następnie porównaj ją z wartością $U_{\text{całkowite}}$.

$$U_1 + U_2 = \dots\dots\dots$$

Co otrzymałeś i dlaczego?

Następnie zbuduj układ, w którym połączysz dwa wybrane oporniki równolegle (Rysunek 3).

Bez podłączania zasilacza prądu stałego, zmierz za pomocą miernika uniwersalnego wartość oporu zastępczego. Następnie wykorzystując wzór nr 4 oblicz oczekiwaną wartość oporu zastępczego. Porównaj obie wartości.

$$R_{\text{zmierzone}} = \dots\dots\dots$$

$$R_{\text{obliczone}} = \dots\dots\dots$$

Podłącz do układu zasilacz prądu stałego. Za pomocą miernika uniwersalnego zmierz natężenia prądu czerpanego ze źródła i natężenia prądów płynących w każdej gałęzi obwodu.

$$I_1 = \dots\dots\dots$$

$$I_2 = \dots\dots\dots$$

$$I_{\text{całkowite}} = \dots\dots\dots$$

Oblicz sumę wartości natężeń I_1 i I_2 , a następnie porównaj ją z wartością $I_{\text{całkowite}}$.

$$I_1 + I_2 = \dots\dots\dots$$

Co otrzymałeś i dlaczego?

Opracowanie:
K. Stachurska, A. Drabińska