

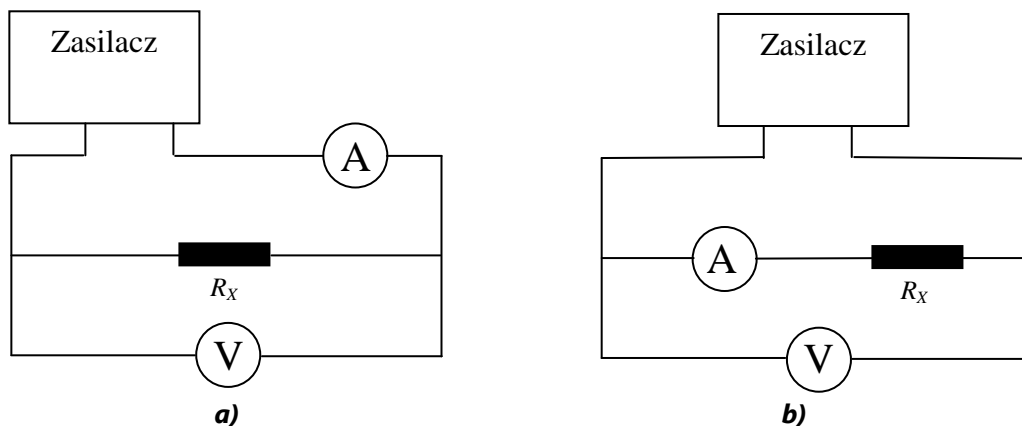
1 - BADANIE KORELACJI LINIOWEJ POMIĘDZY PRĄDEM I NAPIĘCIEM W OBWODZIE ELEKTRYCZNYM

Instrukcja do ćwiczeń wirtualnych w Laboratorium Fizyki I teren południowy

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie nieznannej rezystancji oraz sprawdzenie liniowości zależności między napięciem a natężeniem.

1. WSTĘP TEORETYCZNY

W ćwiczeniu będzie badana zależność natężenia prądu płynącego przez nieznaną element od napięcia, czyli charakterystyka prądowo – napięciowa. W pomiarach zostanie wykorzystany jeden z obwodów elektrycznych, których schematy przedstawiono poniżej.



Rys. 1. Układy do pomiaru zależności natężenia prądu płynącego przez element R_x od napięcia.

Amperomierz oznaczony symbolem A służy do pomiaru natężenia prądu.

Woltomierz oznaczony symbolem V służy do pomiaru napięcia.

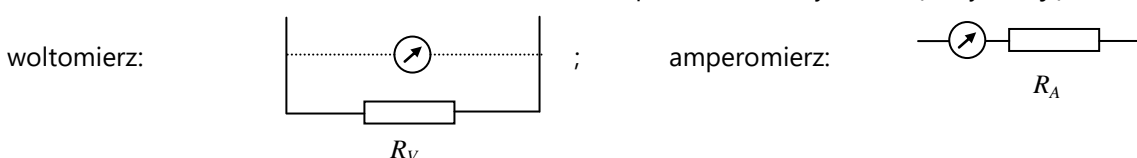
Celem pomiarów jest otrzymanie charakterystyki prądowo- napięciowej rezystora wykonanego z przewodnika (metal lub stopu metali), na podstawie których wyznaczona zostanie wartość nieznannej rezystancji. Dla tych materiałów obowiązuje prawo Ohma:

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

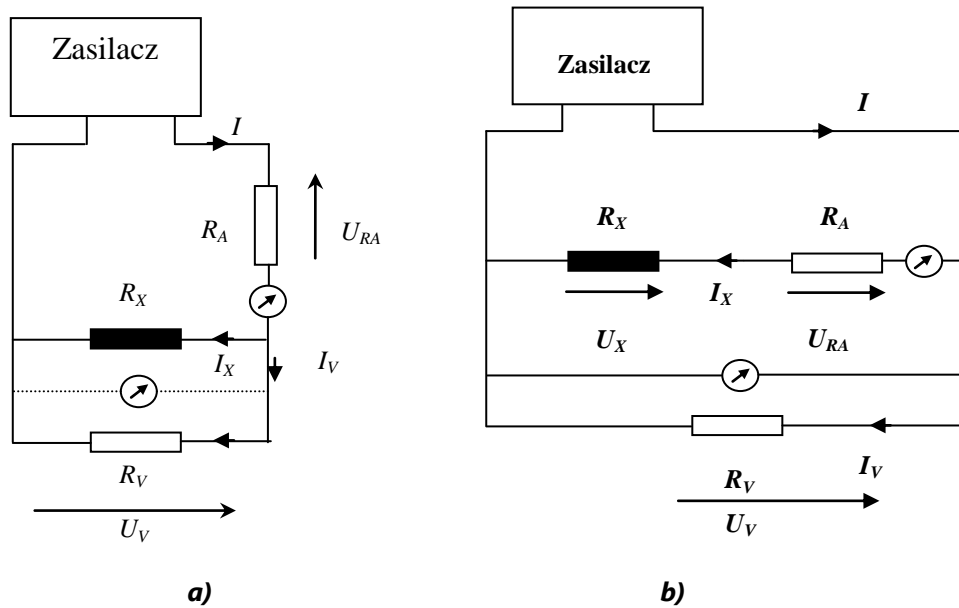
a więc zależność między natężeniem prądu i napięciem powinna być liniowa.

Użycie woltomierza i amperomierza nie wpływa na kształt charakterystyki prądowo-napięciowej, ale może być źródłem błędnych pomiarów mierzonej wartości rezystancji R_x . Zarówno woltomierz jak i amperomierz posiadają wewnętrzne rezystancje, które na schemacie obwodu oznacza się w następujący sposób:

Oznaczenie na schemacie woltomierza i amperomierza z wydzieloną rezystancją wewnętrzną



Jeśli uwzględnić rezystancje wewnętrzne używanych mierników w układzie przedstawionym na rys. 1a, to otrzymamy schemat przedstawiony na rys. 2a. Po włączeniu zasilania, prąd płynący z zasilacza przez amperomierz, rozdzieli się na dwie gałęzie: jedną prąd płynie przez badany rezystor, a drugą przez woltomierz.



Rys.2. Schematy układów pomiarowych z wydzielonymi rezystancjami wewnętrznymi amperomierza i woltomierza.

Zgodnie z pierwszym prawem Kirchhoffa natężenie prądu płynącego przez amperomierz będzie sumą natężeń prądów w rozgałęzieniach:

$$I = I_x + I_v \quad (2)$$

Z prawa Ohma natężenia prądu w rozgałęzieniach wynoszą odpowiednio:

$$I_x = \frac{U_v}{R_x}, I_v = \frac{U_v}{R_v}, \quad (3)$$

stąd natężenie prądu mierzone przez amperomierz wynosi:

$$I = \frac{U_v}{R_x} + \frac{U_v}{R_v} = U_v \left(\frac{1}{R_x} + \frac{1}{R_v} \right) = \frac{U_v}{R_x} \left(1 + \frac{R_x}{R_v} \right), \quad (4)$$

a do obliczeń R_x stosuje się wzór:

$$I = \frac{U_v}{R_x}. \quad (5)$$

Wyraz $\frac{R_x}{R_v}$ można tylko wtedy zaniedbać, gdy $R_x \ll R_v$.

Jeśli ten warunek nie jest spełniony można zastosować inny układ połączeń (rys. 1b, 2b). W tym przypadku woltomierz będzie wskazywał sumę napięć na rezystorze i amperomierzu:

$$U_V = I_X R_X + I_X R_A = I_X R_X \left(1 + \frac{R_A}{R_X} \right), \quad (6)$$

stąd:

$$R_X = \frac{U_V - U_{RA}}{I_X} = \frac{U_V}{I_X} - R_A, \quad (7)$$

ponieważ amperomierz mierzy prąd I_X , to do obliczeń stosuje się wzór: $R_X = \frac{U_V}{I_X}$.

Człon z R_A we wzorach (6) i (7) można zaniedbać, jeśli $R_X \gg R_A$.

Zazwyczaj woltomierze mają dużą rezystancję wewnętrzną, a amperomierze małą.

2. OPRACOWANIE WYNIKÓW

1. Zaimportować symulowane wyniki pomiarów napięcia i natężenia prądu z właściwego zbioru w Teamsach do arkusza kalkulacyjnego - może to być **excel** lub **każdy inny program** pozwalający wykonać dopasowanie liniowe oraz obliczenie niepewności uzyskanych parametrów dopasowania. W importowanym zbiorze znajdują się informacje o dokładnościach i zakresów zastosowanych przyrządów pomiarowych.
2. Obliczyć niepewności pomiarów napięcia i natężenia prądu (w oddzielnych kolumnach)
3. Wykonać dopasowanie liniowe zależności $U(I)$ w postaci prostej $y=a + bx$, gdzie $y=U$, $x= I$, $b=R_x$.
4. Odczytać z wyników dopasowania niepewność standardową $u(R_x)$ obliczaną metodą typu A.
5. Wykonać dopasowanie liniowe zależności $I(U)$, dla której $y=I$, $x=U$, $b=1/R_x$. Obliczyć R_x i niepewność standardową R_x . Porównać otrzymane wyniki.
6. Korzystając z prawa Ohma obliczyć dla wskazanego w zbiorze pojedynczego pomiaru wartość rezystancji R_x i niepewność standardową złożoną (typu B). Zapisać poprawnie otrzymane wyniki.
7. Dodać do siebie metodą przenoszenia niepewności wartości niepewności obliczanych metodami typu A i B.
8. Obliczyć niepewność rozszerzoną i zapisać poprawnie wynik pomiarów.
9. Sprawdzić korzystając z testu χ^2 , czy zbadana zależność jest zależnością liniową.

W SPRAWOZDANIU POWINNY ZNALEŻĆ SIĘ NASTĘPUJĄCE PUNKTY:

1. Krótki opis metod (**innych niż zastosowane w ćwiczeniu!**) wyznaczania nieznannej rezystancji (kilka zdań o każdej z metod, ich zaletach i zakresie zastosowań, schemat połączeń, nie przepisywać poradników ani informacji z wikipedii!!! Opisać własnymi słowami!) - ten punkt **nie może zajmować więcej niż 1 stronę** sprawozdania.
2. Obliczenie R_x , $u_c(R_x)$ rezystancji dla pojedynczego pomiaru wskazanego w zaimportowanym zbiorze.
3. Obliczenie R_x , $u_c(R_x)$ i $U_c(R_x)$ rezystancji metodą najmniejszych kwadratów z charakterystyk **$I(U)$ i $U(I)$ (koniecznie z obu!!!)** na podstawie wyników dopasowania (**opis obliczeń - patrz punkt 2.1**).
4. Porównać wyniki pomiarów rezystancji otrzymane z jednego pomiaru pośredniego oraz z charakterystyk $U(I)$ i $I(U)$. Która z wartości jest wyznaczona dokładniej? Który z wyników jest bardziej wiarygodny i dlaczego? Czy stosowanie dopasowania liniowego do obu zależności jest w 100% prawidłowe? A może są dodatkowe warunki stosowalności takiego dopasowania?

Do sprawozdania **nie wystarczy** dołączyć arkusz kalkulacyjny - w sprawozdaniu **musi znaleźć opis**, co, w jakim miejscu i w jaki sposób (jakie zależności wpisano) arkusza jest obliczane!

Ocena ze sprawozdania będzie zależała od stopnia realizacji poszczególnych punktów, a w szczególności od realizacji PUNKTU 3 (dołączenie do sprawozdania wykresów $U(I)$ i $I(U)$ NIE JEST realizacją tego punktu!!!).