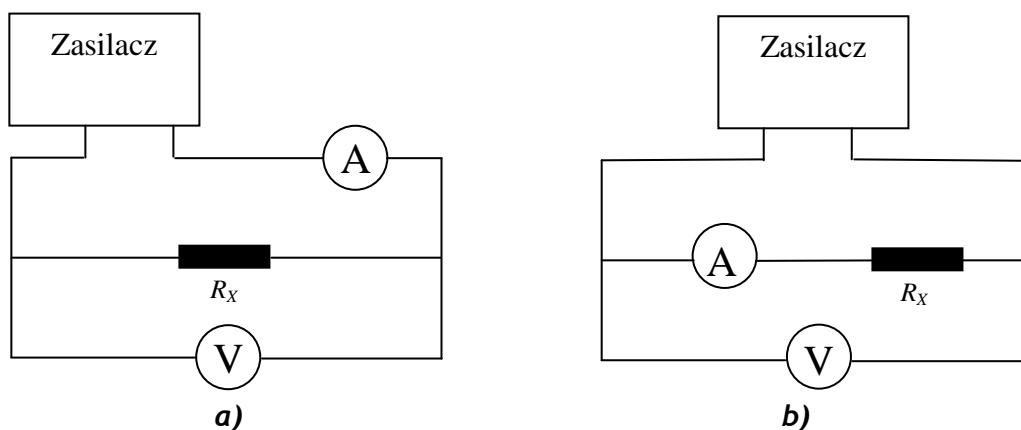


BADANIE ZALEŻNOŚCI MIĘDZY NATĘŻENIEM PRĄDU I NAPIĘCIEM W OBWODZIE ELEKTRYCZNYM

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.

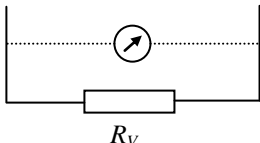
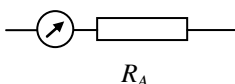
Celem pomiarów jest otrzymanie charakterystyki prądowo- napięciowej rezystora wykonanego z przewodnika (metal lub stopu metali), na podstawie których wyznaczona zostanie wartość nieznaną rezystancji. Dla tych materiałów obowiązuje prawo Ohma:

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

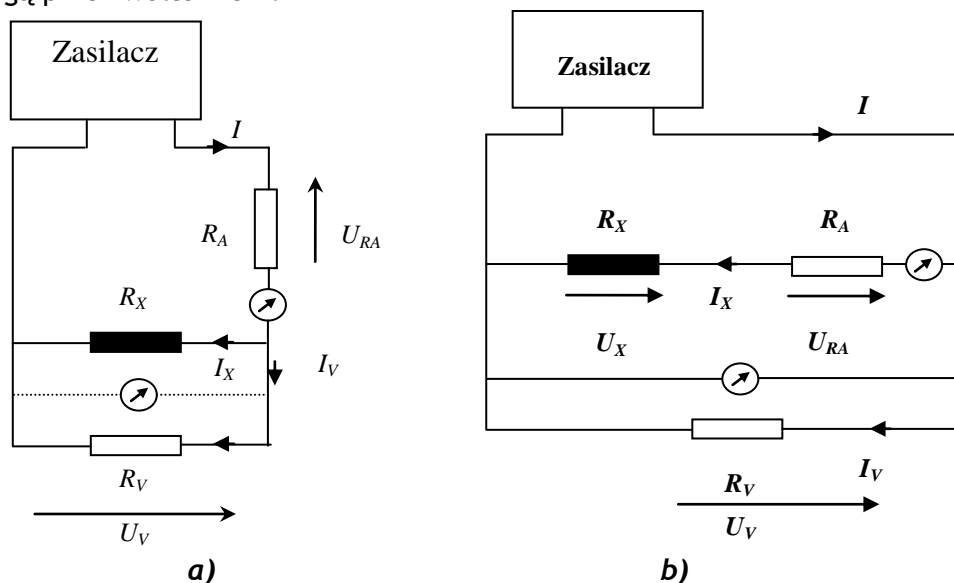
a więc zależność między natężeniem prądu i napięciem powinna być liniowa.

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

woltomierz:  ; amperomierz: 

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. Wykonanie ćwiczenia

2.1 Połączyć układ według jednego ze schematów na rys. 1. Wyboru schematu dokonuje asystent prowadzący ćwiczenie. Należy pamiętać, aby zaciski przyrządów pomiarowych oznaczone znakiem „+” łączyć z zaciskiem zasilacza o wyższym potencjale. Wybrany schemat narysować w protokole.

2.2 Wykonać pomiary charakterystyki prądowo - napięciowej.

- Ustawić pokrętko zasilacza w położeniu minimalnego napięcia wyjściowego (w lewo do oporu), a pokrętko wydajności prądowej w połowie zakresu regulacji.
- W multimetrach pokrętko wyboru trybu pomiarów ustawić odpowiednio na pomiar napięcia stałego (V), a w drugim na pomiar natężenia prądu stałego (mA).
- Przed włączeniem zasilania układ pomiarowy **MUSI** zostać sprawdzony przez asystenta. **Nie włączać samodzielnie przyrządów!** Asystent włączy przyrządy i określi zakres zmian napięcia stałego w zasilaczu.
- Przygotować tabelkę pomiarową i wykonać około 10-12 pomiarów wartości U i I dla różnych napięć zasilania - nie starać się ustawiać całkowitych wartości napięcia. **Zwrócić szczególną uwagę, czy nie następuje automatyczna zmiana zakresu pomiarowego w multimetrach! Jeśli tak, to zanotować na jakich zakresach mierzone są poszczególne punkty pomiarowe.** Punkty pomiarowe powinny być w miarę równomiernie rozłożone w całym zakresie zmian napięcia i natężenia.
- Korzystając z tabeli danych technicznych multimetrów, zapisać dokładności amperomierza i woltomierza na danym zakresie pomiarowym.

2.2 Bezpośredni pomiar rezystancji przy użyciu omomierza.

- Wyłączyć zasilacz. Rozłączyć układ pomiarowy.
- Podłączyć rezystor bezpośrednio do zacisków multimetru do pomiarów rezystancji. Przelączyć pokrętko wyboru trybu pomiarów na pomiar rezystancji (Ω).
- Zapisać zmierzoną rezystancję.
- Korzystając z tabeli danych technicznych multimetrów, zapisać dokładność omomierza na wybranym zakresie pomiarowym.

3. Opracowanie wyników

3.1 Opracowanie wyników uzyskanych dla rezystora (część 2.2)

- Wpisać zmierzone wartości napięcia i natężenia prądu (w podstawowych jednostkach SI) do arkusza kalkulacyjnego programu ORIGIN oraz niepewności tych wielkości (w oddzielnych kolumnach) i wykonać dopasowanie liniowe zależności $U(I)$ w postaci prostej $y=a+bx$, gdzie $y=U$, $x=I$, $b=R_x$.
- Wydrukować wykres z tabelą z parametrami dopasowania (na wykresie należy również umieścić nazwiska osób wykonujących ćwiczenie, numer zespołu i grupę).
- Odczytać z wyników dopasowania programu ORIGIN niepewność standardową $u_c(R_x)$ obliczaną metodą typu A.
- 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.
- Korzystając z prawa Ohma obliczyć dla wybranego pojedynczego pomiaru wartość rezystancji R_x i niepewność standardową złożoną (typu B). Zapisać poprawnie otrzymane wyniki.
- Dodać do siebie wartości niepewności obliczanych metodami typu A i B metodą przenoszenia niepewności.
- Obliczyć niepewność rozszerzoną i zapisać poprawnie wynik pomiarów.
- Sprawdzić korzystając z testu χ^2 , czy zbadana zależność jest zależnością liniową.

W SPRAWOZDANIU POWINNY ZNALEŹĆ SIĘ NASTĘPUJĄCE PUNKTY:

- Krótki opis metod (innych niż zastosowane w ćwiczeniu!) wyznaczenia nieznannej rezystancji (kilka zdań o każdej z metod, ich zaletach i zakresie zastosowań, schemat połączeń, nie przepisywać poradników ani informacji z wikipedii!!!).
- Obliczenie R_x , $u_c(R_x)$ rezystancji dla pojedynczego pomiaru (każda osoba z zespołu wybiera INNA parę pomiarów z charakterystyki prądowo-napięciowej rezystora).
- 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 obliczeń wykonanych w Originie (opis obliczeń - patrz punkt 3.1).
- Porównać wyniki pomiarów rezystancji otrzymane z jednego pomiaru pośredniego, z charakterystyk $U(I)$ i $I(U)$ oraz z pomiaru bezpośredniego omomierzem. Która z wartości jest wyznaczona dokładniej? Który z wyników jest bardziej wiarygodny i dlaczego?
- Odpowiedź na pytania:
 - Do czego służy metoda najmniejszych kwadratów?
 - Dla jakich wartości prądu płynącego przez rezystor zależność pomiędzy U i I można uznać za liniową? Rozważyć wartość ciepła Joule'a wydzielającego się na badanym elemencie i sprawdzić w literaturze temperaturowe zależności rezystancji materiału (zazwyczaj stopu metali), z którego zbudowany jest rezystor.

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

INFORMACJE O MIERNIKU UT139C:

TYP POMIARÓW	ZAKRES POMIAROWY	C ₁ (%)	C ₂ (%)
Pomiar napięcia stałego mV, V	60.00 mV, 600.0 mV	0,5	0,03
	6.000 V, 60.00 V, 600.0 V	0,7	0,05
Pomiar natężenia prądu stałego μ A, mA, A	600.0 μ A, 6000 μ A, 60.00 mA, 600.0 mA	0,7	0,03
	6.000 A	1,0	0,05
Pomiar rezystancji Ω	600.0 Ω	1,0	0,03
	6.000 k Ω , 60.00 k Ω , 600.0 k Ω	0,8	0,03