

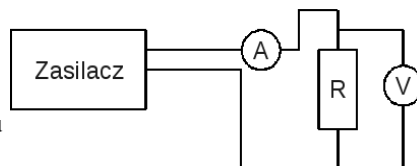
Michał Urbański

## Wykonanie pomiarów w ćwiczeniu nr1.

### Metody pomiarowe i opracowania wyników w laboratorium fizyki.

Ćwiczenie ma dwie części:

1. Pomiar zależności prądu I od napięcia U dla wybranego rezystora.
2. Pomiar średnicy pręta (spinacza, rurki) w N (N>50) różnych miejscach przy pomocy mikrometru lub suwmiarki.



#### 1. POMIAR REZYSTANCJI

W układzie jak na rys (obok): wykonać pomiary dla dwóch konfiguracji:

- a) woltomierz cyfrowy, amperomierz cyfrowy,
- b) woltomierz analogowy, amperomierz cyfrowy.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie rezystancji metodą najmniejszych kwadratów i określenie składowych niepewności wynikających z różnego rodzaju błędów:

- a) rozrzut wokół prostej uzyskanej metodą najmniejszych kwadratów (dla każdego zakresu pomiarowego), miara rozrzutu jest odchylenie standardowe współczynnika nachylenia.
- b) efekt dekadowy związany z różnicą wskazań przyrządów przy zmianie zakresu.
- c) niepewności związane z efektami systematycznymi opisanymi wzorami podanymi przez producenta (błąd przyrządów, klasa),
- d) błąd związany przepływem prądu przez woltomierz.

Wykonać 5 serii pomiarów każda po minimum 10 pomiarów dla każdego zakresu:

- a) dla dwóch zakresów woltomierza cyfrowego: 2V i 20V
- b) dla trzech zakresów woltomierza analogowego: 1V, 3V i 10V.

Wartości napięcia tak dobrać, aby dla każdego z zakresów woltomierza nie zmieniać zakresów amperomierza.

**Nie należy przekraczać 20V.** Punkty pomiarowe dla każdego zakresu tak dobrać, aby wartość mierzona nie była mniejsza od 1/3 zakresu ( dla przykładu: nie mierzyć prądu 0,5mA na zakresie 20mA). W trakcie pomiarów zrobić wykres na papierze w kratkę.

#### Opracowanie wyników:

I) dla każdej serii pomiarowej (dla każdego zakresu osobno) wykreślić zależność  $I = f(U)$ , na wykresie zaznaczyć punkty ze słupkami błędów (niepewnością graniczną wyznaczoną na podstawie danych dla przyrządów), narysować prostą dopasowaną metodą najmniejszych kwadratów.

II) dla każdej serii wyznaczyć rezystancję i jej niepewność dwoma metodami:

a) metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć parametry prostej (nachylenie i punkt początkowy), i wyznaczyć niepewności tych parametrów jako odchylenie standardowe współczynnika nachylenia

b) metodą niestatystyczną na podstawie zastosowania wzoru  $R=U/I$  przy maksymalnej wartości napięcia dla danego zakresu (danej serii) i określić niepewność złożoną wynikającą z błędów aparaturowych ( metodą różniczki zupełnej dla błędów i pierwiastek sumy kwadratów dla składowych niepewności).

Porównać wyniki rezystancji uzyskane z każdej serii i zaobserwować „efekt dekadowy”.

III) Wyznaczyć błąd spowodowany przepływem prądu przez woltomierz, (amperomierz mierzy sumę prądów płynących przez mierzony rezystor i woltomierz).

IV) Wykonać wykres obliczenia metoda najmniejszych kwadratów dla danych ze wszystkich serii. Porównać te wyniki z obliczeniami dla poszczególnych zakresów.

V) Porównać dwie metody wyznaczania rezystancji i uzasadnić kiedy stosuje się metodę najmniejszych kwadratów, a kiedy metodę wyznaczania rezystancji na podstawie pomiaru napięcia dla jednej wartości prądu.

VI) Porównać wyniki (wartość rezystancji) dla układu z woltomierzem analogowym i dla układu z woltomierzem cyfrowym.

We wnioskach porównać składowe niepewności (dla różnych źródeł błędów):

- przypadkowy rozrzut opisany odchyleniem standardowym nachylenia prostej,
- składową systematyczną opisaną niepewnością graniczną aparaturową,
- błąd spowodowany rezystancją wejściową woltomierza ( poprawka bowiem można wyliczyć wartość różnicy wynikająca z przepływu prądu przez amperomierz).

#### Wyprowadzenie wzoru na błąd spowodowany prądem woltomierza:

przyjąć, że błąd pomiaru prądu jest równy prądowi woltomierza  $I_v$ :

$$\Delta I = I_v, \text{ ponieważ } R = \frac{U}{I} \text{ więc: } \Delta R = \frac{U}{I^2} \Delta I = R \frac{\Delta I}{I}.$$

Ponieważ prąd woltomierza wynosi:  $I_v = \frac{U}{R_v}$  ( $R_v$  – rezystancja wewnętrzna

woltomierza), więc mamy:  $\frac{\Delta R}{R} = \frac{R}{R_v}$  czyli:  $\Delta R = \frac{R^2}{R_v}$ .

#### Obliczenia błędów granicznych (składowa systematyczna niepewności):

Przyrząd analogowy:  $\Delta_s = \gamma_k x_z$ , gdzie:  $\gamma_k$  - klasa przyrządu,  $x_z$  - zakres pomiarowy.

Przyrząd cyfrowy:  $\Delta_s = \gamma x + \Delta_q x$ , gdzie:  $\gamma$  – błąd graniczny względny,  $\Delta_q x$ - składowa addytywna błędów granicznego.

$\Delta_q x = n \Delta_r x$ , gdzie:  $\Delta_r x$ - rozdzielczość (wartość odpowiadająca ostatniej cyfrze wyświetlacza)

n -liczba cyfr podana przez producenta.

#### 2. POMIAR ŚREDNICY PRĘTA

Wykonać pomiary średnicy w przynajmniej 50 miejscach pręta i wyliczyć wartość średnią, estymator odchylenia standardowego, niepewność (rozszerzoną na poziomie ufności  $p=0,95$ ). Wykreśl histogram, oblicz średnice z niepewnością całkowitą złożoną.

#### 3. Przykładowe pytania kontrolne

1. Zaprojektuj woltomierz na zakres 10V wykorzystując amperomierz na zakres  $10 \mu A$  i rezystor (oblicz wartość rezystora i określ sposób połączenia)
2. Narysuj układ do pomiaru małych i dużych rezystancji. Uzasadnij wybór układu pomiarowego w zależności od mierzonej rezystancji.
3. Wyprowadź wzór na błąd pomiaru rezystancji spowodowany prądem woltomierza.
4. Wylicz wartość bocznika jaki trzeba podłączyć do amperomierza mającego zakres 1mA i rezystancję 1000om aby uzyskać amperomierz na zakres 1A.