

Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych Laboratorium Techniki Informatycznej - Pomiarowej		
Grupa:	Data:	Nr ćwiczenia:
1. 2. 3. 4.	<b>POMIARY REZYSTANCJI</b>	

### I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie wybranych metod stosowanych do pomiaru rezystancji oraz nabycie umiejętności obliczania niepewności wyniku pomiaru metodą typu B.

### II. Zagadnienia

- Błąd systematyczny metody, poprawka.
- Maksymalny błąd dopuszczalny miernika analogowego / przyrządu cyfrowego.
- Obliczanie niepewności metodą typu B w przypadku pomiaru metodą bezpośrednią oraz pośrednią.
- Metody pomiaru rezystancji: techniczna, podstawienia, porównawcza, mostki Wheatstona oraz Thomsona.

### III. Program ćwiczenia

#### 1. Metoda bezpośrednia

Zmierzyć wartość rezystancji za pomocą omomierza cyfrowego na odpowiednio dobranym zakresie pomiarowym. Obliczyć maksymalny błąd dopuszczalny wskazania omomierza oraz niepewność standardową uzyskanego wyniku pomiaru.

#### 2. Metoda techniczna

Zmierzyć wartość rezystancji metodą pośrednią wg schematu na rys.1. Przed włączeniem zasilacza napięcia stałego ustalić odpowiednie zakresy pomiarowe dla woltomierza i amperomierza tak, aby nie przekroczyć wartości prądu dopuszczalnego dla badanego rezystora (tj. wartości obliczonej na podstawie rezystancji znamionowej i mocy dopuszczalnej podanych przez producenta).

#### 3. Metoda podstawienia

Zmierzyć wartość rezystancji metodą podstawienia (rys.2). Rezystancja opornika dekadowego nie może być równa 0 Ω w czasie pomiaru. Przed rozpoczęciem pomiaru należy ustawić na oporniku dekadowym wartość zbliżaną do mierzonej rezystancji. Wartość natężenia prądu stałego, który płynie przez amperomierz musi być mniejsza niż prądy dopuszczalne dla rezystora dekadowego  $R_w$  oraz  $R_x$ .

#### 4. Metoda porównawcza

Zmierzyć wartość rezystancji metodą podstawienia (rys.3). Wartość natężenia prądu stałego płynącego w obwodzie musi być mniejsza od prądów dopuszczalnych dla rezystorów  $R_w$  oraz  $R_x$ .

#### 5. Metody zerowe

Zmierzyć wartość rezystancji mostkiem technicznym Wheatstone'a (rys.4).

Następnie wykonać pomiar mostkiem technicznym Thomsona małej rezystancji obiektu wskazanego przez prowadzącego ćwiczenia (rys.5).

### IV. Wyniki pomiarów

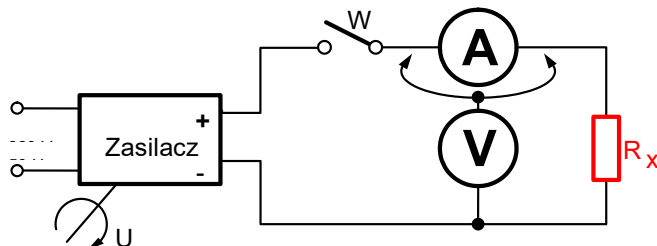
Badany rezystor $R_x > 1 \Omega$	Rezystancja znamionowa, Ω	Moc dopuszczalna, W	Prąd dopuszczalny, A
	$R_n =$	$P_{max} =$	$I_{max} =$

#### 1. Pomiar rezystancji metodą bezpośrednią – omomierzem cyfrowym

Zakres pomiarowy	Wskazanie omomierza	Dokładność deklarowana przez producenta omomierza
$R_n =$	$R =$	$a = \dots\dots\dots$ $b = \dots\dots\dots$
Maksymalny błąd dopuszczalny wskazania omomierza cyfrowego		$\Delta_R =$
Niepewność standardowa wyniku pomiaru		$u_B(R) = \frac{\Delta_R}{\sqrt{3}} =$

Zaokrąglony wynik pomiaru:  $R \pm \Delta_B(R) =$

2. Pomiar rezystancji metodą pośrednią - układ poprawnie mierzonego .....



Rys.1. Schemat układu do pomiaru rezystancji metodą pośrednią

	Zakres pomiarowy	Wskazanie miernika	Rezystancja wejściowa/wewnętrzna	Dokładność deklarowana przez producenta	
<b>Woltomierz</b>	$U_n =$	$U =$	$R_V =$	$a =$ $b =$	$kl_V =$
<b>Amperomierz</b>	$I_n =$	$I =$	$R_A =$	$a =$ $b =$	$kl_A =$

Wartość rezystancji obliczona na podstawie wskazań mierników:  $R = U/I =$  .....

Błąd systematyczny metody dla układu poprawnie mierzonego napięcia:	Błąd systematyczny metody dla układu poprawnie mierzonego prądu:
$\Delta_s = -\frac{R^2}{R + R_V} =$	$\Delta_s = R_A =$
poprawka $p = -\Delta_s =$	poprawka $p = -\Delta_s =$

**Pomiar napięcia stałego U woltomierzem**

Maksymalny błąd dopuszczalny wskazania woltomierza	$\Delta_U =$
Niepewność standardowa wyniku pomiaru U	$u_B(U) = \frac{\Delta_U}{\sqrt{3}} =$

**Pomiar natężenia prądu stałego I amperomierzem**

Maksymalny błąd dopuszczalny wskazania amperomierza	$\Delta_I =$
Niepewność standardowa wyniku pomiaru I	$u_B(I) = \frac{\Delta_I}{\sqrt{3}} =$

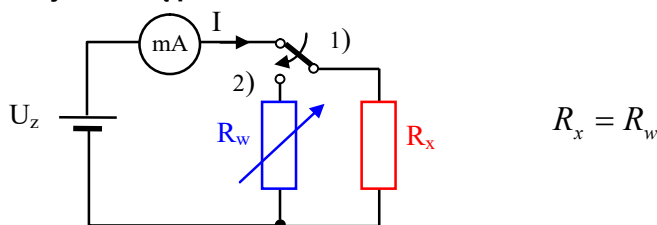
**Złożona niepewność standardowa wyniku pośredniego pomiaru rezystancji**

$$u_c(R) = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial U}\right)^2 u_B^2(U) + \left(\frac{\partial R}{\partial I}\right)^2 u_B^2(I)} \quad \text{gdzie } R = \frac{U}{I}$$

$\frac{\partial R}{\partial U} =$	$\left(\frac{\partial R}{\partial U}\right)^2 u_B^2(U) =$
$\frac{\partial R}{\partial I} =$	$\left(\frac{\partial R}{\partial I}\right)^2 u_B^2(I) =$
$u_c(R) = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial U}\right)^2 u_B^2(U) + \left(\frac{\partial R}{\partial I}\right)^2 u_B^2(I)} =$	

Zaokrąglony wynik pomiaru:  $(R + p) \pm u_c(R) =$

### 3. Pomiar rezystancji metodą podstawienia



$$R_x = R_w$$

Rys.2. Układ do pomiaru rezystancji metodą podstawienia

Wartość rezystancji wzorcowej, która została ustawiona na oporniku dekadowym:

$$R_w = \dots\dots\dots$$

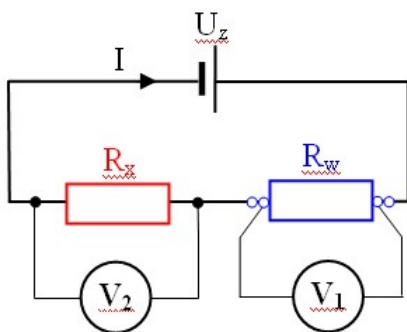
Klasa rezystora wzorcowego kl =

Maksymalny błąd dopuszczalny wskazania :  $\Delta_{R_w} = kl \cdot R_w =$

Standardowa niepewność wyniku pomiaru:  $u_B(R_w) = \frac{\Delta_{R_w}}{\sqrt{3}} =$

**Zaokrąglony wynik końcowy:**  $R_w \pm u_B(R_w) =$

### 4. Pomiar rezystancji metodą porównawczą



$$R_x = \frac{U_2}{I} = \frac{U_2}{U_1} R_w$$

Rezystor  $R_w$   
prąd dopuszczalny  $I_{max1} =$

Rezystor  $R_x$   
prąd dopuszczalny  $I_{max2} =$

Rys.3. Zasada pomiaru rezystancji metodą porównawczą

$I = \text{const.}$	$U_1, \text{V}$	$U_2, \text{V}$	$R_w, \Omega$	$R_x = R, \Omega$

#### Pomiar napięcia stałego $U_1$

Maksymalny błąd dopuszczalny wskazania woltomierza $V_1$	$a = \dots\dots\dots$ $b = \dots\dots\dots$
	$\Delta_{U_1} =$
Niepewność standardowa wyniku pomiaru $U_1$	$u_B(U_1) = \frac{\Delta_{U_1}}{\sqrt{3}} =$

#### Pomiar napięcia stałego $U_2$

Maksymalny błąd dopuszczalny wskazania woltomierza $V_2$	$a = \dots\dots\dots$ $b = \dots\dots\dots$
	$\Delta_{U_2} =$
Niepewność standardowa wyniku pomiaru $U_2$	$u_B(U_2) = \frac{\Delta_{U_2}}{\sqrt{3}} =$

### Rezystor dekadowy - wzorcowy

Maksymalny błąd dopuszczalny	$R_w =$	$kl =$
	$\Delta_{R_w} = kl \cdot R_w =$	
Niepewność standardowa	$u_B(R_w) = \frac{\Delta_{R_w}}{\sqrt{3}} =$	

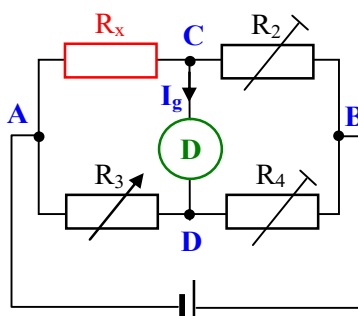
### Złożona niepewność standardowa wyniku pośredniego pomiaru rezystancji

$$u_c(R) = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial U_1}\right)^2 u_B^2(U_1) + \left(\frac{\partial R}{\partial U_2}\right)^2 u_B^2(U_2) + \left(\frac{\partial R}{\partial R_w}\right)^2 u_B^2(R_w)} \quad \text{gdzie: } R = \frac{U_2}{U_1} R_w$$

$\frac{\partial R}{\partial U_1} =$	$\left(\frac{\partial R}{\partial U_1}\right)^2 u_B^2(U_1) =$
$\frac{\partial R}{\partial U_2} =$	$\left(\frac{\partial R}{\partial U_2}\right)^2 u_B^2(U_2) =$
$\frac{\partial R}{\partial R_w} =$	$\left(\frac{\partial R}{\partial R_w}\right)^2 u_B^2(R_w) =$
$u_c(R) = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial U_1}\right)^2 u_B^2(U_1) + \left(\frac{\partial R}{\partial U_2}\right)^2 u_B^2(U_2) + \left(\frac{\partial R}{\partial R_w}\right)^2 u_B^2(R_w)} =$	

Zaokrąglony wynik pomiaru:  $R \pm u_c(R) =$

### 5. Pomiar rezystancji mostkiem Wheatstone'a



Rys.4. Mostek Wheatstone'a

Wartość rezystancji odczytana z mostka:  $R = \dots\dots\dots$

Maksymalny błąd dopuszczalny podany przez producenta mostka (względny lub bezwzględny):

$$\delta_R =$$

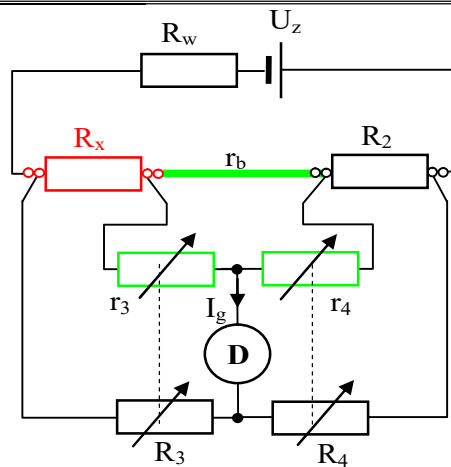
$$\Delta_R =$$

$$\text{Standardowa niepewność wyniku pomiaru: } u_B(R) = \frac{\Delta_R}{\sqrt{3}} =$$

Zaokrąglony wynik końcowy:  $R \pm u_B(R)$

## 6. Pomiar małej rezystancji mostkiem Thomsona

Obiekt o małej rezystancji ( $R_x < 1\Omega$ )



Rys.5. Mostek Thomsona

Wartość rezystancji odczytana z mostka:  $R = \dots\dots\dots$

Maksymalny błąd dopuszczalny podany przez producenta mostka (względny lub bezwzględny):

$$\delta_R =$$

$$\Delta_R =$$

Standardowa niepewność wyniku pomiaru:  $u_B(R) = \frac{\Delta_R}{\sqrt{3}} =$

Zaokrąglony wynik końcowy:  $R \pm u_B(R)$

## V. Wnioski

## VI. Pytania kontrolne

- Omówić zasadę pomiaru rezystancji i narysować układ pomiarowy:
  - metoda pośrednia - techniczna
  - metoda porównawcza
  - metodą podstawienia
  - metoda zerowa - mostek Wheatstone'a.
- Jak obliczyć niepewność standardową metodą typu B w przypadku pomiaru napięcia stałego woltomierzem analogowym / cyfrowym?