

<b>Politechnika Rzeszowska</b> <b>Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych</b> <b>Laboratorium Podstaw Metrologii</b>	Grupa	1.....	Data
<b>Pomiary rezystancji cz. 2</b>	Nr ćwicz.	2.....	<b>Ocena</b>
	<b>10</b>	3.....	
		4.....	

## 1. CEL ĆWICZENIA

*Poznanie mostkowej metody pomiaru rezystancji, obsługi technicznych mostków Wheatstone'a i Thomsona oraz czterozaciskowej metody pomiaru bardzo małych rezystancji.*

## 2. ZAGADNIENIA

1. Mostkowe metody pomiaru rezystancji.
2. Przekształcenie mostka Wheatstone'a w mostek Thomsona.
3. Różnice w konstrukcji mostków laboratoryjnych i technicznych.
4. Warunki równowagi dla mostków Wheatstone'a i Thomsona.
5. Pośrednia metoda pomiaru małych rezystancji – „metoda czterozaciskowa”.

## 3. PROGRAM ĆWICZENIA

1. Zmierzyć wartość rezystancji wybranego rezystora dokładnym multimetrem cyfrowym i przedstawić wynik pomiaru uwzględniając błąd maksymalny dopuszczalny deklarowany przez producenta multimetru.
2. Zmierzyć rezystancję tego samego rezystora technicznym mostkiem Wheatstone'a i przedstawić wynik pomiaru uwzględniając błąd maksymalny dopuszczalny deklarowany przez producenta mostka.
3. Porównać wyniki pomiaru rezystancji uzyskane za pomocą multimetru i mostka Wheatstone'a.
4. Zmierzyć bardzo małą rezystancję odcinka przewodu elektrycznego metodą pośrednią „czterozaciskową” i ustalić metodą „najgorszego przypadku” zakres możliwych wartości rezystancji mierzonej.
5. Zmierzyć rezystancję tego samego odcinka przewodu elektrycznego mostkiem technicznym Thomsona i przedstawić wynik pomiaru uwzględniając błąd maksymalny dopuszczalny deklarowany przez producenta mostka.
6. Porównać wyniki pomiaru rezystancji tego samego odcinka przewodu elektrycznego uzyskane za pomocą metody pośredniej „czterozaciskowej” oraz za pomocą technicznego mostka Thomsona.

## 4. PRZEBIEG ĆWICZENIA

### 4.1. Dane identyfikacyjne oraz właściwości metrologiczne użytych przyrządów pomiarowych

Lp.	Przyrząd	Producent	Nr. Fabryczny	Użyty zakres pomiarowy $X_N$	Współczynniki błędów maksymalnego dopuszczalnego: $\Delta_{max-d}$
1	Multimetr cyfrowy - omomierz			$R_N =$  .....	a= ..... b= ..... c= ..... d= .....

2	Techniczny Mostek Wheastone'a			$R_N =$ .....	a = .....
3	Techniczny Mostek Thomsona			$R_N =$ .....	a = ..... BMD = +/- .....
4	Multimetr cyfrowy - miliwoltomierz DC			$U_N =$ .....	a = ..... b = ..... c = ..... d = .....
5	Amperomierz analogowy			$I_N =$ .....	kl = .....

#### 4.2. Pomiar rezystancji wybranego rezystora dokładnym multimetrem (omomierzem)

1. Wartość odczytana  $R_{odcz} = \dots\dots\dots [\Omega]$
2. Błąd maksymalny dopuszczalny deklarowany przez producenta multimetru:
3.  $|BMD| = a \cdot \frac{|R_{odcz}|}{100} + b \cdot \frac{|R_N|}{100} = \dots\dots\dots [\Omega]$   
lub  
 $|BMD| = a \cdot \frac{|R_{odcz}|}{100} + c \cdot d = \dots\dots\dots [\Omega]$
4. Wynik pomiaru  $R^{mul} = R_{odcz} + /- |BMD| = \dots\dots\dots +/- \dots\dots\dots [\Omega]$

#### 4.3. Pomiar rezystancji tego samego rezystora technicznym mostkiem Wheatstone'a

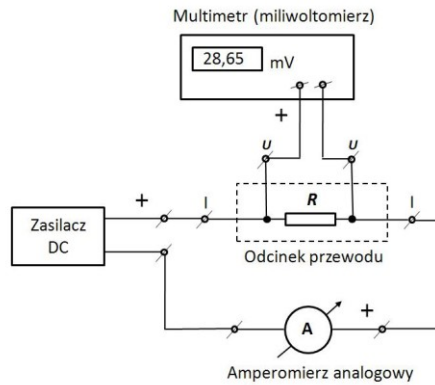
1. Wartość odczytana  $R_{odcz} = \dots\dots\dots [\Omega]$
2. Błąd maksymalny dopuszczalny deklarowany przez producenta mostka:  
 $|BMD| = a \cdot \frac{|R_{odcz}|}{100} = \dots\dots\dots [\Omega]$
3. Wynik pomiaru  $R^{mW} = R_{odcz} + /- |BMD| = \dots\dots\dots +/- \dots\dots\dots [\Omega]$

**4.4. Porównanie wyników pomiarów rezystancji tego samego rezystora uzyskanych za pomocą multimetru (omomierza) cyfrowego oraz mostka technicznego Wheatstone'a**

Przyrząd	Wartość odczytana $R_{odcz}$	Błąd max. dopuszcz. $BMD$	Spostrzeżenia
<b>Multimer (omomierz)</b>	..... [ $\Omega$ ]	..... [ $\Omega$ ]	
<b>Mostek Wheatstone'a</b>	..... [ $\Omega$ ]	..... [ $\Omega$ ]	

**4.5. Pomiar małej rezystancji odcinka przewodu elektrycznego za pomocą metody pośredniej - „czterozaciskowej”**

1. Zestawić układ pomiarowy przedstawiony na rys.1.



Rys.1. Układ do pomiaru małych rezystancji metodą pośrednią „czterozaciskową”

2. Ustawić na zasilaczu wartość ograniczenia prądu  $I_{ogr}$  o wartości mniejszej od wartości wynikającej z dopuszczalnej gęstości prądu dla mierzonego przewodu oraz mieszczącej się blisko pełnego wychylenia amperomierza analogowego na wybranym zakresie.

(dla przewodów miedzianych dopuszczalna gęstość prądu wynosi: **2,5 A/mm<sup>2</sup>**)

3. Odczytać wartości wskazane przez multimetr (miliwoltomierz) i amperomierz analogowy

$$U_{odcz} = \dots\dots\dots [\text{mV}], \quad \alpha_{odcz} = \dots\dots\dots [\text{dz}], \quad C_{\alpha} = \frac{I_N}{\alpha_{\max}} \dots\dots\dots [\text{A/dz}],$$

$$I_{odcz} = \alpha_{odcz} \cdot C_{\alpha} = \dots\dots\dots [\text{A}]$$

i obliczyć błędy maksymalne dopuszczalne wynikając z deklaracji producentów obydwu przyrządów

- a) dla odczytanego wskazania multimetru (miliwoltomierza)

$$|BMD^{mul}| = a \cdot \frac{|U_{odcz}|}{100} + b \cdot \frac{|U_N|}{100} = \dots\dots\dots [\text{mV}]$$

lub

$$|BMD^{mul}| = a \cdot \frac{|U_{odcz}|}{100} + c \cdot d = \dots\dots\dots [\text{mV}]$$

b) dla odczytanego wskazania amperomierza analogowego

$$|BMD^{amp}| = kl \cdot \frac{|I_N|}{100} = \dots\dots\dots [\text{A}]$$

4. Obliczyć wartość zmierzonej rezystancji  $R$  odcinka przewodu korzystając z prawa Ohma:

$$R_{obl} = \frac{U_{odcz} [\text{mV}]}{I_{odcz} [\text{A}]} = \dots\dots\dots [\text{m}\Omega]$$

5. Obliczyć granice przedziału możliwych wartości rezystancji mierzonego odcinka przewodu metodą „najgorszego przypadku”

dolna granica przedziału możliwych wartości rezystancji

$$R_d = \frac{U_{odcz} - |BMD^{mul}| [\text{mV}]}{I_{odcz} + |BMD^{amp}| [\text{A}]} = \dots\dots\dots [\text{m}\Omega]$$

górna granica przedziału możliwych wartości rezystancji

$$R_g = \frac{U_{odcz} + |BMD^{mul}| [\text{mV}]}{I_{odcz} - |BMD^{amp}| [\text{A}]} = \dots\dots\dots [\text{m}\Omega]$$

#### 4.6. Pomiar małej rezystancji tego samego odcinka przewodu elektrycznego za pomocą technicznego mostka Thomsona

1. Wartość odczytana  $R_{odcz} = \dots\dots\dots [\text{m}\Omega]$

2. Błąd maksymalny dopuszczalny deklarowany przez producenta mostka:

$$\text{BMD} = +/- \dots\dots\dots [\text{m}\Omega]$$

lub

$$|BMD^{mT}| = a \cdot \frac{|R_{odcz}|}{100} = \dots\dots\dots [\text{m}\Omega]$$

3. Wynik pomiaru  $R^{mT} = R_{odcz} +/- |BMD^{mT}| = \dots\dots\dots +/- \dots\dots\dots [\text{m}\Omega]$

**4.6. Porównanie wyników pomiarów małej rezystancji tego samego odcinka przewodu uzyskanych za pomocą technicznego mostka Thomsona i metodą pośrednią „czterozaciskową”**

Przyrząd	Wartość odczytana lub obliczona	Dolna granica przedziału $R_d$	Górna granica przedziału $R_g$	Wnioski
<b>Metoda „czterozaciskowa”</b>	$R_{obl} =$ ..... [mΩ]	..... [m Ω]	..... [m Ω]	
<b>Mostek Thomsona</b>	$R_{odcz} =$ ..... [mΩ]	$R_d = R_{odcz} -  BMD $ ..... [mΩ]	$R_d = R_{odcz} +  BMD $ ..... [mΩ]	

**WNIOSKI**

**6. Pytania kontrolne**

1. Podaj i omów wzór na błąd maksymalny dopuszczalny (BMD) pomiaru rezystancji omomierzem cyfrowym.
2. Narysuj układ do pomiaru rezystancji metodą techniczną.
3. Narysuj schemat mostka Wheatstone’a i podaj wzór na wartość rezystancji mierzonej  $R_x$ .
4. Narysuj schemat mostka Thomsona i podaj wzór na wartość rezystancji mierzonej  $R_x$ . Wyjaśnij dlaczego układ ten pozwala na pominięcie wpływu rezystancji przewodów.
5. Opisz metodę „czterozaciskową” pomiaru małych rezystancji.
6. Podaj zasadę pozwalającą wybrać układ pomiarowy wprowadzający mniejszy błąd systematyczny w technicznej metodzie pomiaru rezystancji.

**Literatura**

1. Chwaleba A.: Metrologia elektryczna, Warszawa: WNT, 1997.
2. Dyszyński J.: Metrologia elektryczna i elektroniczna - laboratorium cz.I, Rzeszów: Wydawnictwo PRz, 1997.
3. Marcyniuk A., Pasecki E., Pluciński M., Szadkowski B.: Podstawy metrologii elektrycznej, WNT, Warszawa 1984
4. Szadkowski B. ( red): Laboratorium metrologii elektrycznej i elektronicznej, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1998.
5. Rylski A., Wojturski J.: Metrologia elektryczna, OWPRz 2013.