



Politechnika Wrocławska

## Fizyka 3.1 Podstawowe pomiary elektryczne (ćwiczenie 100B)

Sprawozdanie z Laboratorium

15 października 2023

Wydział i kierunek studiów W12N, Automatyka i Robotyka
Termin zajęć każdy wtorek, 15:15 - 16:55
Prowadzący dr Krzysztof Gałkowski
Numer i temat ćwiczenia 100B Podstawowe pomiary elektryczne
Data ćwiczenia, termin oddania sprawozdania 10.10.2023, 17.10.2023
Skład grupy Adam Prystupa, Antoni Piałucha

## Spis treści

<b>1 Cel ćwiczenia</b>	<b>2</b>
1.1 Opis wykonania ćwiczenia . . . . .	2
1.2 Przedstawienie układu pomiarowego i narzędzi pomiarowych wraz z ich dokładnością. . . . .	3
<b>2 Wstęp teoretyczny</b>	<b>5</b>
2.1 Prawo Ohma . . . . .	5
<b>3 Użyte wzory i przykładowe obliczenia.</b>	<b>5</b>
3.1 Niepewność standardowa pomiaru napięcia. . . . .	5
3.2 Niepewność standardowa pomiaru natężenia. . . . .	6
3.3 Pośrednie wyliczenie rezystancji . . . . .	6
3.4 Niepewność złożona pomiaru rezystancji . . . . .	6
<b>4 Tabele</b>	<b>6</b>
<b>5 Wnioski</b>	<b>10</b>
<b>6 Źródła</b>	<b>10</b>

## 1 Cel ćwiczenia

- Zapoznanie się z podstawowymi pomiarami elektrycznymi.
- Wyznaczenie zależności natężenia prądu elektrycznego płynącego przez oporniki od przyłożonego napięcia.
- Analiza otrzymanych wyników i nauka pisania sprawozdań.

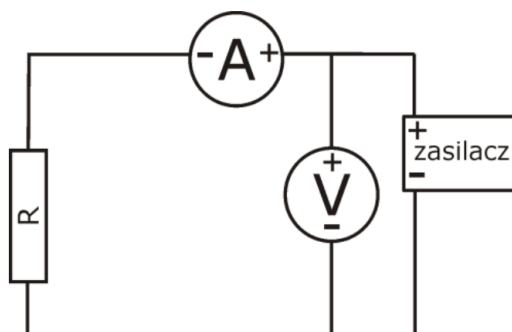
### 1.1 Opis wykonania ćwiczenia

Ćwiczenie polegało na:

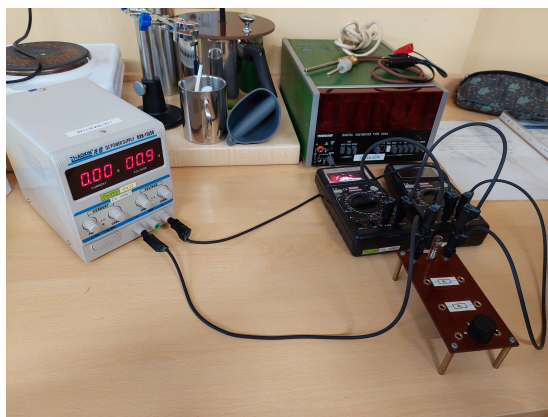
1. Zapoznaniu się z przyrządami pomiarowymi: płytką z opornikami, multimetrami (MASTER M890G), zasilaczem.
2. Zmontowaniu układu elektrycznego.
3. Zmierzeniu rezystancji dwóch oporników za pomocą omomierza.
4. Zmierzeniu rezystancji dwóch rezystorów w sposób pośredni za pomocą woltomierza i amperomierza dla różnych wartości źródła napięcia.
5. Opracowanie wyników w formie sprawozdania.

## 1.2 Przedstawienie układu pomiarowego i narzędzi pomiarowych wraz z ich dokładnością.

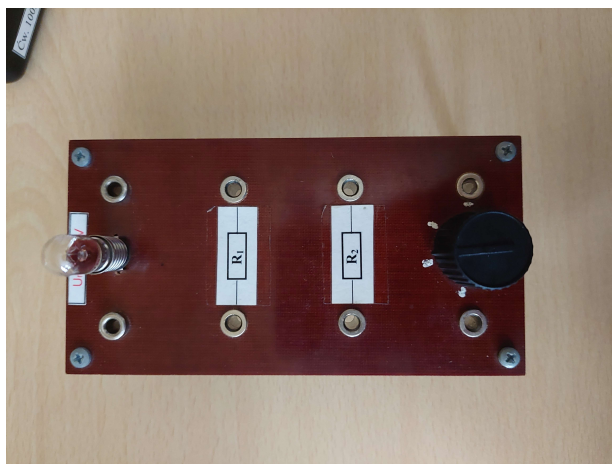
Pomiary, których wyniki wykorzystano do obliczeń w dalszej części sprawozdania, zostały dokonane w układzie pomiarowym przedstawionym na poniższym rysunku.



Rysunek 1: Schemat układu pomiarowego.



Rysunek 2: Zdjęcie układu pomiarowego.



Rysunek 3: Zdjęcie płytki z opornikami.



Rysunek 4: Zdjęcie wykorzystanego multimetru.

**18. Multimetr M890G ; M890 C+ ; KT890**

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	ROZDZIELCZOŚĆ
Napięcie stałe (DC V) (10 MΩ)	200 mV	± 0,5 % rdg + 1 dgt	100 μV
	2 V		1 mV
	20 V		10 mV
	200 V		100 mV
	1000 V	± 0,8 % rdg + 2 dgt	1 V
Napięcie zmienne (AC V) (10 MΩ) (40...400Hz)	2 V	± 0,8 % rdg + 3 dgt	1 mV
	20 V		10 mV
	200 V		100 mV
	700 V	± 1,2 % rdg + 3 dgt	1 V
Prąd stały (DC A) Max. czas pom. 15 sekund	2 mA	± 0,8 % rdg + 1 dgt	1 μA
	20 mA		10 μA
	200 mA	± 1,2 % rdg + 1 dgt	100 μA
	20 A	± 2,0 % rdg + 5 dgt	10 mA
Prąd zmienny (AC A) (40...400Hz) Max. czas pom. 15 sekund	20 mA	± 1,0 % rdg + 3 dgt	10 μA
	200 mA	± 2,0 % rdg + 3 dgt	100 μA
	20 A	± 3,0 % rdg + 7 dgt	10 mA
	200 Ω	± 0,8 % rdg + 3 dgt	0,1 Ω
Rezystancja	2 kΩ	± 0,8 % rdg + 1 dgt	1 Ω
	20 kΩ		10 Ω
	200 kΩ		100 Ω
	2 MΩ		1 kΩ
	20 MΩ	± 1,0 % rdg + 2 dgt	10 kΩ

Rysunek 5: Dokładność miernika MASTER M890G

## 2 Wstęp teoretyczny

### 2.1 Prawo Ohma

W ćwiczeniu sprawdzimy prawdziwość prawa Ohma w rzeczywistym układzie elektrycznym. Prawo to mówi, że prąd płynący przez rezystor jest proporcjonalny do spadku napięcia na nim, a współczynnikiem tej proporcjonalności jest rezystancja.

$$I = \frac{U}{R}$$

## 3 Użyte wzory i przykładowe obliczenia.

### 3.1 Niepewność standardowa pomiaru napięcia.

$$\Delta U = 0,5\%rdg + 1dgt$$

$$u(U) = \frac{\Delta U}{\sqrt{3}} = \frac{0,005 \cdot 2,030 + 0,01}{\sqrt{3}} \approx 0,01213 \approx 0,013[V]$$

### 3.2 Niepewność standardowa pomiaru natężenia.

$$\Delta I = 1,2\%rdg + 1dgt$$

$$u(I) = \frac{\Delta I}{\sqrt{3}} = \frac{0,012 \cdot 12,6 + 0,01}{\sqrt{3}} \approx 0,08834 \approx 0,089[mA]$$

### 3.3 Pośrednie wyliczenie rezystancji

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2,030 \cdot 12,6}{1000} \approx 161,1111 \approx 161,11[\Omega]$$

### 3.4 Niepewność złożona pomiaru rezystancji

$$\begin{aligned} u(R) &= \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial U} \cdot u(U)\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial I} \cdot u(I)\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{1}{I} \cdot u(U)\right)^2 + \left(\frac{-U}{I^2} \cdot u(I)\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{1}{0,0126} \cdot 0,013\right)^2 + \left(\frac{-2,03}{0,0126^2} \cdot 0,088\right)^2} \approx \\ &\approx 0,001576 \approx 0,0016[\Omega] \end{aligned}$$

## 4 Tabele

Pomiar bezpośredni	R [Ω]	ΔR [Ω]	u(R) [Ω]
R1	161,2	1,59	0,92
R2	122,1	1,28	0,74

Rysunek 6: Pomiary bezpośrednie rezystancji.

Rezystancja z regresji liniowej	R [ $\Omega$ ]	u(R) [ $\Omega$ ]
R1	160,70	0,12
R1*	160,56	0,17
R2	121,96	0,011

Rysunek 7: Rezystancje wyliczone z regresji liniowej.

R1									
L.p	U[V]	U [V]	$\Delta U$ [V]	u(U) [V]	I [mA]	$\Delta I$ [mA]	u(I) [mA]	R [ $\Omega$ ]	u(R) [ $\Omega$ ]
1	2	2,030	0,021	0,013	12,6	0,152	0,088	161,1111	0,0016
2	4	4,080	0,031	0,018	25,3	0,304	0,18	161,2648	0,0014
3	6	6,000	0,040	0,024	37,2	0,447	0,26	161,2903	0,0013
4	8	7,990	0,050	0,029	49,7	0,597	0,35	160,7646	0,0013
5	10	10,020	0,061	0,036	62,4	0,749	0,43	160,5769	0,0013
6	12	11,960	0,070	0,041	74,5	0,895	0,52	160,5369	0,0013
Średnia	7	7,013	0,046	0,027	43,6	0,524	0,31	160,7948	0,0013

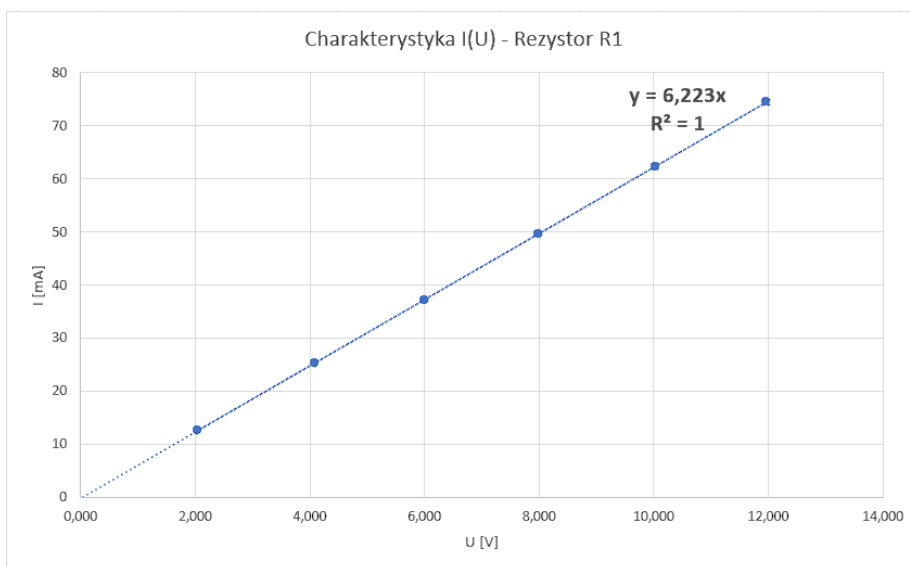
Rysunek 8: Tabela zbiorcza pomiarów i wyliczeń dla rezystora R1 dla pierwszej serii pomiarowej.

R1*									
L.p	U[V]	U [V]	$\Delta U$ [V]	u(U) [V]	I [mA]	$\Delta I$ [mA]	u(I) [mA]	R [ $\Omega$ ]	u(R) [ $\Omega$ ]
1	2	2,05	0,021	0,027	12,7	0,153	0,089	161,4173	0,0025
2	4	4,09	0,031	0	25,4	0,305	0,177	161,0236	0,0012
3	6	6,04	0,041	0	37,5	0,451	0,261	161,0667	0,0012
4	8	7,99	0,050	0	49,6	0,596	0,345	161,0887	0,0012
5	10	10,04	0,061	0	62,6	0,752	0,435	160,3834	0,0012
6	12	11,97	0,070	0	74,7	0,897	0,518	160,2410	0,0012
Średnia	7	7,03	0,046	0	43,75	0,526	0,304	160,6857	0,0012

Rysunek 9: Tabela zbiorcza pomiarów i wyliczeń dla rezystora R1 dla drugiej serii pomiarowej.

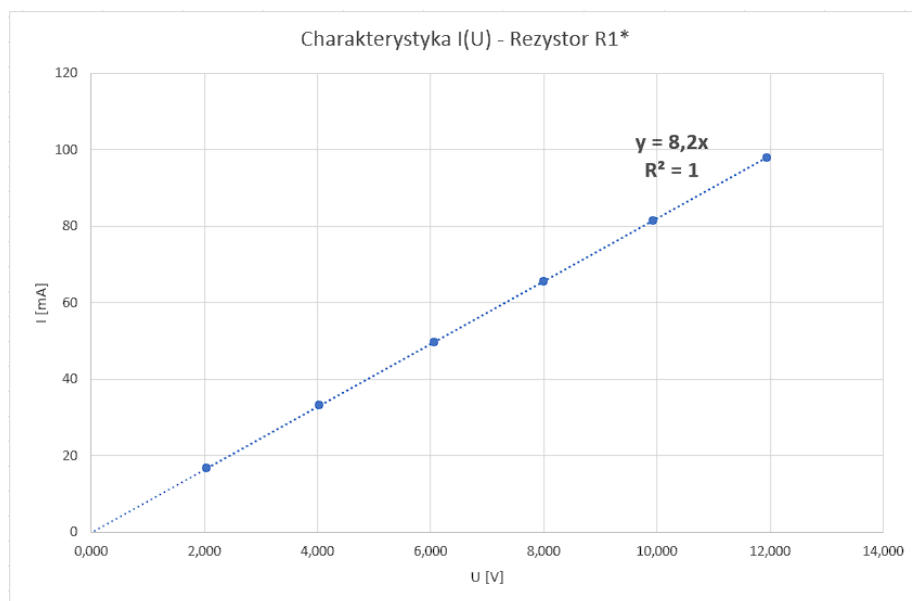
R2									
L.p	U[V]	U [V]	$\Delta U$ [V]	$u(U)$ [V]	I [mA]	$\Delta I$ [mA]	$u(I)$ [mA]	R [ $\Omega$ ]	$u(R)$ [ $\Omega$ ]
1	2	2,050	0,021	0,013	16,8	0,202	0,117	122,0238	0,0012
2	4	4,040	0,031	0,018	33,1	0,398	0,23	122,0544	0,0011
3	6	6,060	0,041	0,024	49,7	0,597	0,345	121,93159	0,00098
4	8	8,000	0,05	0,029	65,6	0,788	0,455	121,95122	0,00096
5	10	9,940	0,06	0,035	81,5	0,979	0,566	121,96319	0,00095
6	12	11,940	0,07	0,041	97,9	1,175	0,679	121,96118	0,00095
Średnia	7	7,005	0,046	0,027	57,4	0,69	0,399	121,96750	0,00097

Rysunek 10: Tabela zbiorcza pomiarów i wyliczeń dla rezystora R2.

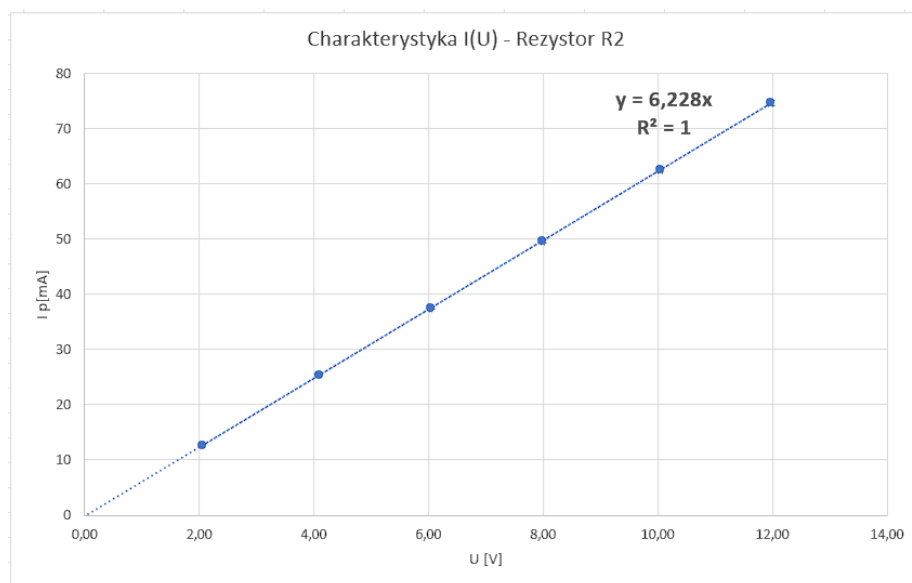


Rysunek 11: Charakterystyka prądowo napięciowa rezystora R1 dla pierwszej serii pomiarów.





Rysunek 12: Charakterystyka prądowo napięciowa rezystora R1 dla drugiej serii pomiarów.



Rysunek 13: Charakterystyka prądowo napięciowa rezystora R2.

## 5 Wnioski

- Na podstawie wyników pomiarów i analizy wykresu, można stwierdzić, że prawo Ohma jest prawdziwe dla badanych obiektów.
- Wartość wielkości szukanej można wyznaczyć w sposób bezpośredni jak i pośredni.
- Wraz ze wzrostem napięcia i prądu niepewności pomiarowe wartości mierzonych bezpośrednio rosną. Co pokazuje, że ważne jest dobranie odpowiednich warunków pomiarowych dla konkretnego doświadczenia.
- Antagonistycznie do poprzedniego zaobserwowanego wniosku wartości niepewności pomiarów pośrednich maleją wraz ze wzrostem napięcia i natężenia.

## 6 Źródła

- <https://lpf.wppt.pwr.edu.pl/pomoce/niedokladnosc-miernikow-lpf.pdf>
- <https://lpf.wppt.pwr.edu.pl/instrukcje/cwn100b.pdf>
- <https://lpf.wppt.pwr.edu.pl/pomoce-dydaktyczne.php>