

# Sprawozdanie 100B

Michał Puchyr

15 października 2023

## 1 Cel ćwiczenia

- Pomiar rezystancji na opornikach oraz żarówce
- Zmierzenie wartości napięcia i natężenia na opornikach oraz żarówce
- Obliczenie oporu przy pomocy praw fizyki i porównanie go z wcześniejszymi pomiarami
- Zrozumienie praw fizyki związanych z prądem elektrycznym

## 2 Opis ćwiczenia

### 2.1 Wstęp teoretyczny

W obwodach prądu stałego rezystancja jest wielkością charakteryzującą relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego. Oznacza to, że opór przewodnika elektrycznego jest wprost proporcjonalny do napięcia i odwrotnie proporcjonalny do natężenia.

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

Gdzie :

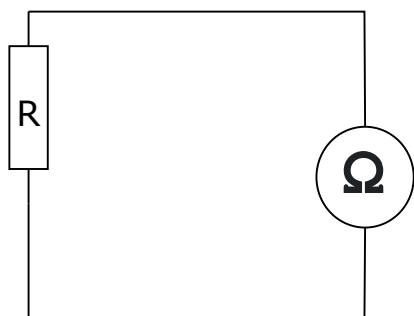
$R$  - rezystancja [ $\Omega$ ]

$U$  - napięcie między końcami przewodnika [ $V$ ]

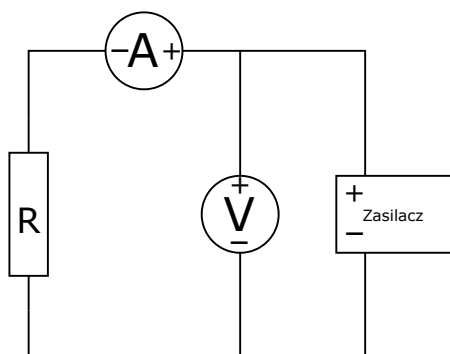
$I$  - natężenie prądu elektrycznego [ $A$ ]

Przyrządy i materiały wykorzystane do pomiarów :

- 2 mierniki uniwersalne M8906
- Zasilacz stabilizowany
- Przewody elektryczne
- Zestaw oporników z żarówką



Schemat układu nr 1 - do wyznaczenia rezystancji każdego z oporników za pomocą omomierza



Schemat układu nr 2 - do wyznaczenia napięcia i natężenia na opornikach za pomocą amperomierza i woltomierza

### 3 Pomiary układów

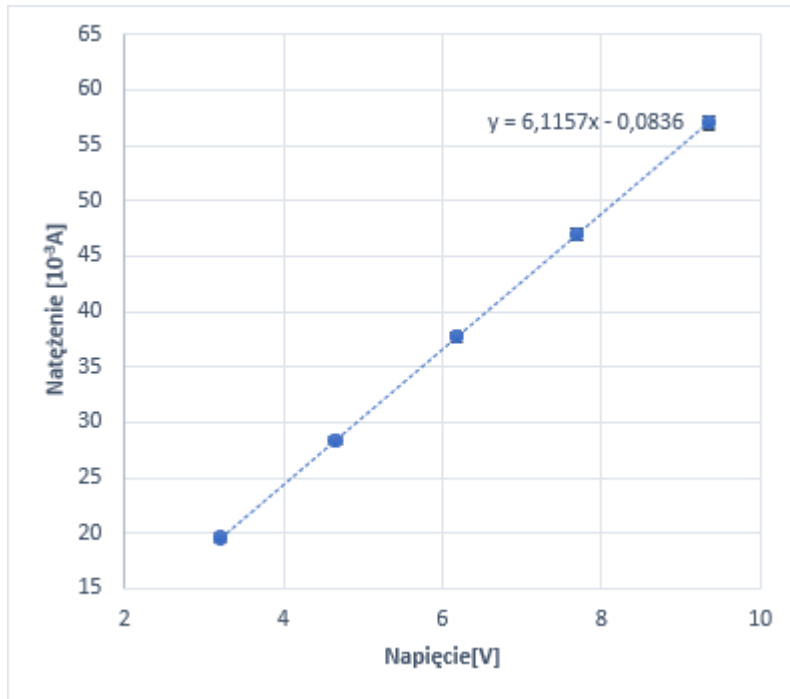
| Pomiary oporu w układzie pierwszym |         |               |           |          |
|------------------------------------|---------|---------------|-----------|----------|
| Lp.                                | Opornik | Niepewność[Ω] | Zakres[Ω] | Opór [Ω] |
| 1                                  | $R_1$   | 1,0           | 200       | 165,20   |
| 2                                  |         | 1,0           | 200       | 165,30   |
| 3                                  |         | 1,0           | 200       | 164,90   |
| 4                                  |         | 1,0           | 200       | 165,00   |
| 5                                  | $R_2$   | 0,8           | 200       | 122,60   |
| 6                                  |         | 0,8           | 200       | 122,90   |
| 7                                  |         | 0,8           | 200       | 123,00   |
| 8                                  |         | 0,8           | 200       | 122,90   |
| 9                                  | Żarówka | 0,3           | 200       | 13,90    |
| 10                                 |         | 0,3           | 200       | 13,80    |
| 11                                 |         | 0,3           | 200       | 13,90    |
| 12                                 |         | 0,3           | 200       | 13,90    |

| Pomiary napięcia i natężenia w układzie drugim |                |       |         |                       |                          |       |                    |          |                   |
|--|----------------|-------|---------|-----------------------|--------------------------|-------|--------------------|----------|-------------------|
| Lp.  | Opornik        | U[V]  | u(U)[V] | I[10 <sup>-3</sup> A] | u(I)[10 <sup>-3</sup> A] | R[Ω]  | U <sub>c</sub> [Ω] | R śr.[Ω] | u( $\bar{R}$ )[Ω] |
| 1  | R <sub>1</sub> | 3,210 | 0,020   | 19,50                 | 0,20                     | 164,7 | 1,9                | 163,97   | 0,09              |
| 2  |                | 4,660 | 0,020   | 28,40                 | 0,26                     | 164,1 | 1,7                |          |                   |
| 3  |                | 6,190 | 0,020   | 37,70                 | 0,32                     | 164,2 | 1,6                |          |                   |
| 4  |                | 7,700 | 0,030   | 47,00                 | 0,39                     | 163,9 | 1,5                |          |                   |
| 5  |                | 9,340 | 0,030   | 57,10                 | 0,46                     | 163,6 | 1,5                |          |                   |
| 6  |                | 6,190 | 0,020   | 37,80                 | 0,32                     | 163,8 | 1,6                |          |                   |
| 7  |                | 4,650 | 0,020   | 28,40                 | 0,26                     | 163,8 | 1,7                |          |                   |
| 8  |                | 3,210 | 0,020   | 19,60                 | 0,20                     | 163,8 | 1,9                |          |                   |
| 9  |                | 7,700 | 0,030   | 47,00                 | 0,39                     | 163,9 | 1,5                |          |                   |
| 10   |                | 9,340 | 0,030   | 57,00                 | 0,46                     | 163,9 | 1,5                |          |                   |
| 11   | R <sub>2</sub> | 3,200 | 0,020   | 26,20                 | 0,24                     | 122,2 | 1,3                | 122,11   | 0,05              |
| 12   |                | 4,630 | 0,020   | 37,90                 | 0,33                     | 122,2 | 1,2                |          |                   |
| 13   |                | 6,160 | 0,020   | 50,40                 | 0,41                     | 122,3 | 1,1                |          |                   |
| 14   |                | 7,660 | 0,030   | 62,80                 | 0,50                     | 122,0 | 1,1                |          |                   |
| 15   |                | 9,290 | 0,030   | 76,20                 | 0,59                     | 122,0 | 1,1                |          |                   |
| 16   |                | 3,190 | 0,020   | 26,20                 | 0,24                     | 121,8 | 1,3                |          |                   |
| 17   |                | 4,630 | 0,020   | 37,90                 | 0,33                     | 122,2 | 1,2                |          |                   |
| 18   |                | 6,160 | 0,020   | 50,40                 | 0,41                     | 122,3 | 1,1                |          |                   |
| 19   |                | 7,650 | 0,030   | 62,70                 | 0,50                     | 122,1 | 1,1                |          |                   |
| 20   |                | 9,290 | 0,030   | 76,20                 | 0,59                     | 122,0 | 1,1                |          |                   |
| 21   | Żarówka        | 3,160 | 0,020   | 43,50                 | 0,36                     | 72,7  | 0,7                | 93,89    | 4,68              |
| 22   |                | 4,600 | 0,020   | 54,40                 | 0,44                     | 84,6  | 0,8                |          |                   |
| 23   |                | 6,130 | 0,020   | 63,70                 | 0,50                     | 96,3  | 0,9                |          |                   |
| 24   |                | 7,640 | 0,030   | 73,00                 | 0,57                     | 104,7 | 0,9                |          |                   |
| 25   |                | 9,280 | 0,030   | 82,70                 | 0,64                     | 112,3 | 1,0                |          |                   |
| 26   |                | 3,160 | 0,020   | 43,50                 | 0,36                     | 72,7  | 0,7                |          |                   |
| 27   |                | 4,600 | 0,020   | 54,40                 | 0,44                     | 84,6  | 0,8                |          |                   |
| 28   |                | 6,130 | 0,020   | 64,60                 | 0,51                     | 94,9  | 0,9                |          |                   |
| 29   |                | 7,640 | 0,030   | 73,70                 | 0,57                     | 103,7 | 0,9                |          |                   |
| 30   |                | 9,280 | 0,030   | 82,60                 | 0,64                     | 112,4 | 1,0                |          |                   |

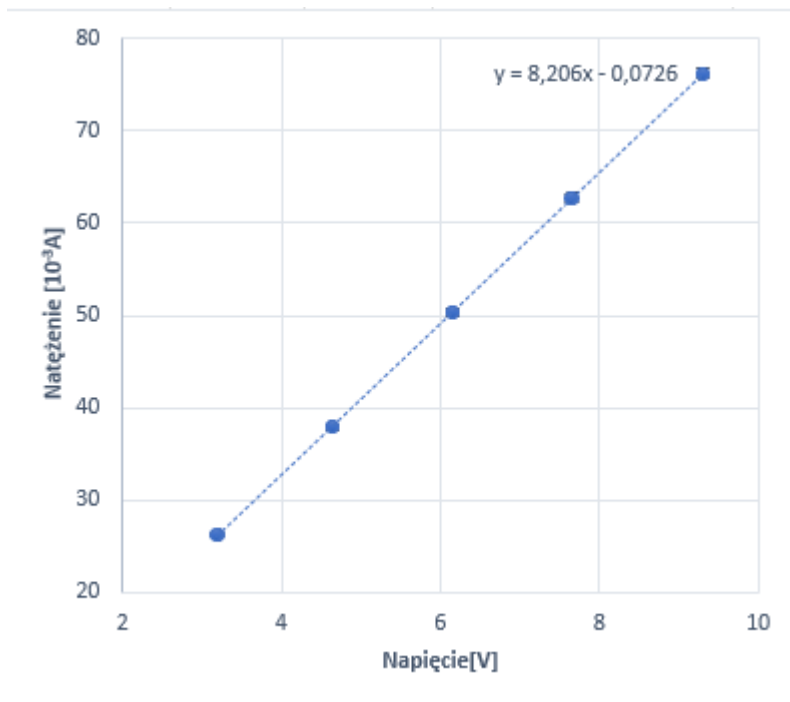
Rezystancja w układzie drugim została obliczona przy użyciu prawa Ohma. Pomiary zostały wykonane przy zakresie 200mA i 20V.

### 3.1 Wykres $I = f(U)$

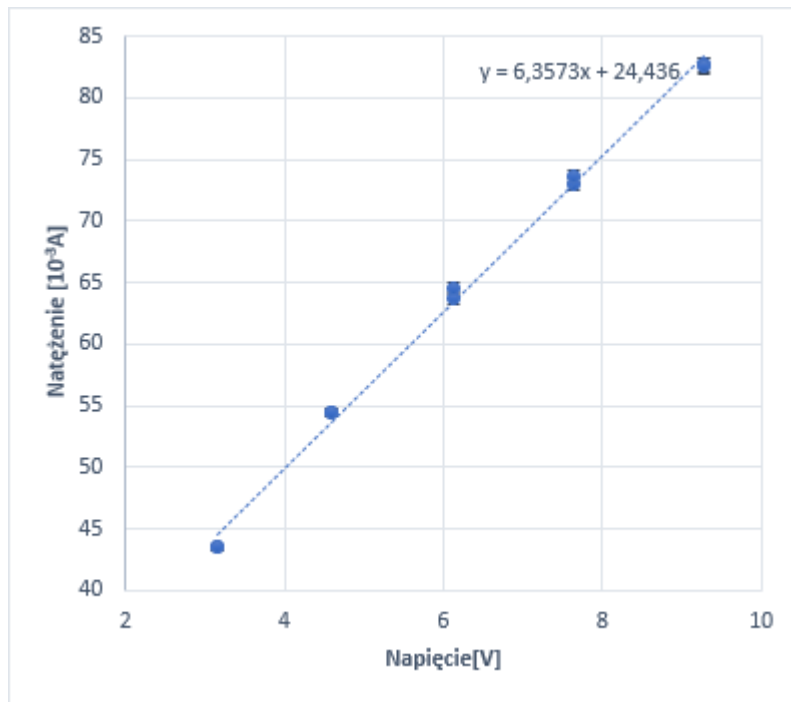
#### 3.1.1 Wykres dla pomiaru opornika R1



#### 3.1.2 Wykres dla pomiaru opornika R2



### 3.1.3 Wykres dla pomiaru żarówki



## 3.2 Wyznaczenie oporu przy pomocy regresji liniowej

Wzory:

$$R = \frac{1}{a}$$

(Regresja liniowa została wyznaczona dla miliamperów stąd wynik należy pomnożyć przez 1000)

Dla opornika R1 :

$$R = \frac{1}{6,1157} \cdot 1000 = 163,57\Omega$$

Dla opornika R2 :

$$R = \frac{1}{8,206} \cdot 1000 = 121,86\Omega$$

Dla żarówki :

$$R = \frac{1}{6,3573} \cdot 1000 = 157,29\Omega$$

## 4 Obliczenia

### 4.1 Niepewność typu A

Do obliczenia niepewności pomiarowej typu A został wykorzystany poniższy wzór

$$u_a(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Przykładowe obliczenia (dla pierwszego opornika z pomiaru drugiego) :

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \cdot (164,7 + 164,1 + 164,2 + 163,9 + 163,6 + 163,8 + 163,8 + 163,9 + 163,9) = 163,97$$

$$u_a(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - 163,97)^2}{10(10-1)}} = \sqrt{\frac{0,84}{90}} = 0,09$$

Dla pierwszego opornika :

$$\bar{x} = 163,97\Omega$$

$$u_a(x) = 0,09\Omega$$

Dla drugiego opornika :

$$\bar{x} = 122,11\Omega$$

$$u_a(x) = 0,05\Omega$$

Dla żarówki :

$$\bar{x} = 93,89\Omega$$

$$u_a(x) = 4,68\Omega$$

### 4.2 Niepewność typu B

Do obliczenia niepewności pomiaru napięcia (zakres 20V) przez miernik wykorzystano wzór

$$\pm 0.5\%rdg + 1dgt$$

Do obliczenia niepewności pomiaru natężenia (zakres 200mA) przez miernik wykorzystano wzór

$$\pm 1.2\%rdg + 1dgt$$

Do obliczenia niepewności pomiaru oporu (zakres 200Ω) przez miernik wykorzystano wzór

$$\pm 0.8\%rdg + 3dgt$$

Przykładowe obliczenia dla napięcia i natężenia :

$$u(U) = 3,21 \cdot 0.5\% + 0,01 = 0,02605 \approx 0,026$$

$$u(I) = 19,50 \cdot 1.2\% + 0,01 = 0,244 \approx 0,25$$

Aby wyliczyć niepewność typu B ostatecznie trzeba podzielić niepewność przez  $\sqrt{3}$

$$u_b(U) = \frac{0,02605}{\sqrt{3}} = 0,015 \approx 0,02$$

$$u_b(I) = \frac{0,244}{\sqrt{3}} = 0,14 \approx 0,2$$

Przykładowe obliczenie niepewności oporu :

$$u(R) = 165,20 \cdot 0.8\% + 3 \cdot 0,1 = 1,62 \approx 1,7$$

$$u_b(R) = \frac{1,62}{\sqrt{3}} = 0,935 \approx 1,0$$

### 4.3 Niepewność typu C

Do obliczenia tej niepewności dla danego pomiaru wykorzystano wzór

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

$$u_c(R) = \sqrt{\left(\frac{1}{I}\right)^2 u(U)^2 + \left(\frac{-U}{I^2}\right)^2 u(I)^2}$$

Przykładowe obliczenie :

$$u_c(R) = \sqrt{\left(\frac{1}{0,0195}\right)^2 \cdot 0,02^2 + \left(\frac{-3,21}{0,0195^2}\right)^2 \cdot 0,0002^2} = 1,88 \approx 1,9$$

## 5 Wnioski

Poprzez wykonanie pomiarów natężenia i napięcia w układach można zauważyć, że napięcie i natężenie w opornikach zwiększają się proporcjonalnie względem siebie co wynika z [prawa Ohma](#). Poprzez pomiar pierwszy i porównanie wyników pomiaru drugiego można zaobserwować identyczność (z małymi odchyleniami) zmierzonego oporu z tym obliczonym przy pomocy wzoru.

Żarówka ze względu na zmienność temperatury nie zastosowuje się do prawa Ohma, opór zmieniał się w zależności od wielkości napięcia i natężenia nieliniowo. Opór zmierzony na żarówce jest znacząco różniący się od tego, wyliczonego przy pomocy [prawa Ohma](#).

## 6 Bibliografia

- [https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo\\_Ohma](https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Ohma)