 <p>Wrocław University of Technology</p>	Pomiary prądu stałego przyrządami analogowymi i cyfrowymi		
	Studenci: <i>Jakub Król</i> 226269 <i>Arkadiusz Zema</i> 226332	Data laboratorium: 27.04.2016r. Data wykonania: 05.05.2016r.	Prowadzący: <i>Mgr inż. Dariusz Kania</i>
	<i>Bartosz Gardziński</i> 226518	Grupa laboratoryjna: E01-18at	Ocena:

Cele laboratorium:

- Poznanie podstawowej wielkości elektrycznej – natężenia prądu
- Zapoznanie się z przyrządami pozwalającymi mierzyć natężenie prądu stałego
- Nauka pomiaru natężenia metodą bezpośrednią i pośrednią
- Poznanie wpływu i nauka uwzględniania błędów pomiaru wynikających ze zmiany wartości mierzonej wskutek podłączenia przyrządu pomiarowego
- Praktyczne wykorzystanie prawa ohma w pośrednim pomiarze natężenia prądu.

Założenia:

Wykonywanie pomiarów przy jak największej dokładności, czyli przy jak najmniejszym możliwym zakresie.

Zakładamy, że panowała temperatura pokojowa, która nie miała wpływu na pomiary.

Zakładamy że rezystancja wewnętrzna zasilacza jest równa 0Ω , więc Wszystkie pomiary są wykonywane z podłączonym źródłem napięcia 5V.

Pomimo wyliczenia niepewności oporników, nie uwzględniamy ich niepewności w obliczeniach niepewności natężenia prądu.

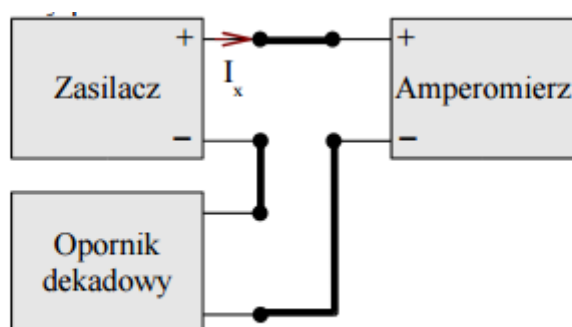
Wykorzystane wzory:

- **Miernik cyfrowy:** $\Delta x = \pm (wskazanie * b\% + dgt * rozdzielczosc)$
 - Rezystancja wew: 2mA-200mA - FS. B. Voltage: 0.3V – Wylczenie z P. Ohma
- **Miernik analogowy:** $\Delta x = \pm \left(\frac{zakres * klasa}{100}\right)$
 - Wartość natężenia prądu: $X = \left(\frac{odczytana\ il.dz.}{maksymalna\ il.dz.}\right) * zakres$
 - Rezystancja wewnętrzna: $R = \frac{23}{Ia(mA)} + 0.004 \Omega$
- **Opornik:** $\Delta x = \pm \left(\frac{zakres * klasa}{100}\right)$
- **Poprawka:** $p = -\Delta mI = Ia \frac{Rw}{Rd}$

Przyrządy i użyte zakresy:

- Jako **źródło napięcia** służył zasilacz laboratoryjny: **NdN DF1730SB3A**
- **Analogowy** pomiar natężenia prądu: **LM-3 PRL T124**
 - Klasa: 0.5
 - Rezystancja wewnętrzna $R = \left(\frac{23}{Ia(mA)}\right) + 0.004 \Omega$
- **Cyfrowy** pomiar natężenia prądu: **LG DM-441B**
 - Zakres 200mA / Rozdzielczość 0.01mA / $\pm(0.5\% + 1dgt)$
 - Zakres 20mA / Rozdzielczość 0.001mA / $\pm(0.5\% + 1dgt)$
 - Zakres 2mA / Rozdzielczość 0.0001mA / $\pm(0.5\% + 1dgt)$
- **Cyfrowy** pomiar napięcia: **LG DM-441B**
 - Zakres 20V / Rozdzielczość 0.001V / $\pm(0.1\% + 4dgt)$
 - Zakres 2V / Rozdzielczość 0.001V / $\pm(0.1\% + 4dgt)$
 - Zakres 200mV / Rozdzielczość 0.01mV / $\pm(0.1\% + 4dgt)$
- **Opornik dekadowy:** **PR56-16 / Klasa: 0.05**
 - Rezystancja: 50Ω → 50 ± 0.025Ω
 - Rezystancja: 100Ω → 100 ± 0.05Ω
 - Rezystancja: 500Ω → 500 ± 0.25Ω
 - Rezystancja: 1kΩ → 1 000 ± 0.5Ω
 - Rezystancja: 2kΩ → 2 000 ± 1Ω
 - Rezystancja: 5kΩ → 5 000 ± 2.5Ω
 - Rezystancja: 10kΩ → 10 000 ± 5Ω
- **Opornik wzorcowy:** **RP T-316 RN-1 / Klasa: 0.01**
 - Rezystancja: 10Ω → 10 ± 0.001Ω

Bezpośredni pomiar natężenia prądu stałego:



Rys. 1. Połączeniowy schemat pomiarowy – bezpośredni pomiar prądu.

Rezystancja (Ω)	Napięcie (V)	Wyliczenie z prawa Ohma (mA)
50	5	100
100	5	50
500	5	10
1 000	5	5
2 000	5	2.5
5 000	5	1
10 000	5	0.5

Pomiar z użyciem przyrządu analogowego:

R_d (Ω)	Zakres (mA)	Maks. działka	Odczyt	Wartość (mA)
50 ± 0.025	150	75	51	102 ± 0.075
100 ± 0.05	75	75	51	51 ± 0.038
500 ± 0.25	15	75	51	10.2 ± 0.0075
$1\ 000 \pm 0.5$	7.5	75	51	5.1 ± 0.0038
$2\ 000 \pm 1$	3	30	25.5	2.55 ± 0.0015
$5\ 000 \pm 2.5$	3	30	10.5	1.05 ± 0.0015
$10\ 000 \pm 5$	3	30	5	0.5 ± 0.0015

Po uwzględnieniu poprawki:

R_d (Ω)	R_w (Ω)	Wartość (mA)
50 ± 0.025	0.16	$(102+0.33) \pm 0.075$
100 ± 0.05	0.35	$(51+0.19) \pm 0.038$
500 ± 0.25	1.57	$(10.2+0.032) \pm 0.0075$
$1\ 000 \pm 0.5$	3.07	$(5.1+0.016) \pm 0.0038$
$2\ 000 \pm 1$	7.67	$(2.55+0.0098) \pm 0.0015$
$5\ 000 \pm 2.5$	7.67	$(1.05+0.0016) \pm 0.0015$
$10\ 000 \pm 5$	7.67	$(0.5+0.00038) \pm 0.0015$

Pomiar z użyciem przyrządu cyfrowego:

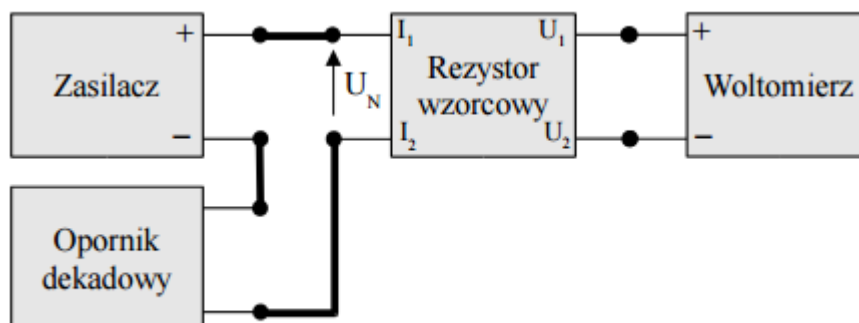
$R_d (\Omega)$	Zakres (mA)	Rozdzielczość (mA)	Wartość (mA)
50 ± 0.025	200	0.01	99.54 ± 0.51
100 ± 0.05	200	0.01	50.36 ± 0.26
500 ± 0.25	20	0.001	10.072 ± 0.060
$1\ 000 \pm 0.5$	20	0.001	5.083 ± 0.026
$2\ 000 \pm 1$	20	0.001	2.551 ± 0.014
$5\ 000 \pm 2.5$	2	0.0001	1.0041 ± 0.0051
$10\ 000 \pm 5$	2	0.0001	0.5066 ± 0.0035

Po uwzględnieniu poprawki:

$R_d (\Omega)$	$R_w (\Omega)$	Wartość (mA)
50 ± 0.025	1.5	$(99.54+2.99) \pm 0.51$
100 ± 0.05	1.5	$(50.36+0.76) \pm 0.26$
500 ± 0.25	15	$(10.072+0.30) \pm 0.060$
$1\ 000 \pm 0.5$	15	$(5.083+0.076) \pm 0.026$
$2\ 000 \pm 1$	15	$(2.551+0.019) \pm 0.014$
$5\ 000 \pm 2.5$	150	$(1.0041+0.030) \pm 0.0051$
$10\ 000 \pm 5$	150	$(0.5066+0.0076) \pm 0.0035$

Błąd systematyczny wpływa na wyniki w stosunkowo małym stopniu. Gdyby uwzględnić niepewność opornika dekadowego, wyniki byłyby praktycznie takie same jak te wyliczone z prawa Ohma

Pośredni pomiar natężenia prądu stałego:



Rys. 2. Połączeniowy schemat pomiarowy - pośredni pomiar prądu.

Pomiar z użyciem przyrządu cyfrowego:

$R_d (\Omega)$	$R_w (\Omega)$	Zakres (mV)	Rozdzielczość (mV)	Odczyt (mV)
50 ± 0.025	10 ± 0.001	2 000	0.1	851.3 ± 1.25
100 ± 0.05	10 ± 0.001	2 000	0.1	464.4 ± 0.86
500 ± 0.25	10 ± 0.001	200	0.01	100.19 ± 0.14
$1\ 000 \pm 0.5$	10 ± 0.001	200	0.01	50.52 ± 0.091
$2\ 000 \pm 1$	10 ± 0.001	200	0.01	25.32 ± 0.065
$5\ 000 \pm 2.5$	10 ± 0.001	200	0.01	10.07 ± 0.050
$10\ 000 \pm 5$	10 ± 0.001	200	0.01	4.96 ± 0.045

Wyliczone wartości:

Wartości natężenia prądu stałego zostały wyliczone w oparciu o prawo Ohma: $I = \frac{U_w}{R_w}$

Odczyt (mV)	$R_w (\Omega)$	Wyliczone wartości (mA)
851.3 ± 1.25	10 ± 0.001	85.13 ± 0.13
464.4 ± 0.86	10 ± 0.001	46.44 ± 0.086
100.19 ± 0.14	10 ± 0.001	10.019 ± 0.014
50.52 ± 0.091	10 ± 0.001	5.052 ± 0.0091
25.32 ± 0.065	10 ± 0.001	2.53 ± 0.0085
10.07 ± 0.050	10 ± 0.001	1.01 ± 0.002
4.96 ± 0.045	10 ± 0.001	0.50 ± 0.0005

Opornik wzorcowy łączymy szeregowo z opornikiem dekadowym, a więc zwiększa nam się rezystancja. Z prawa Ohma wychodzi wtedy, że natężenie prądu powinno wynosić $83.34 \mu\text{A}$.

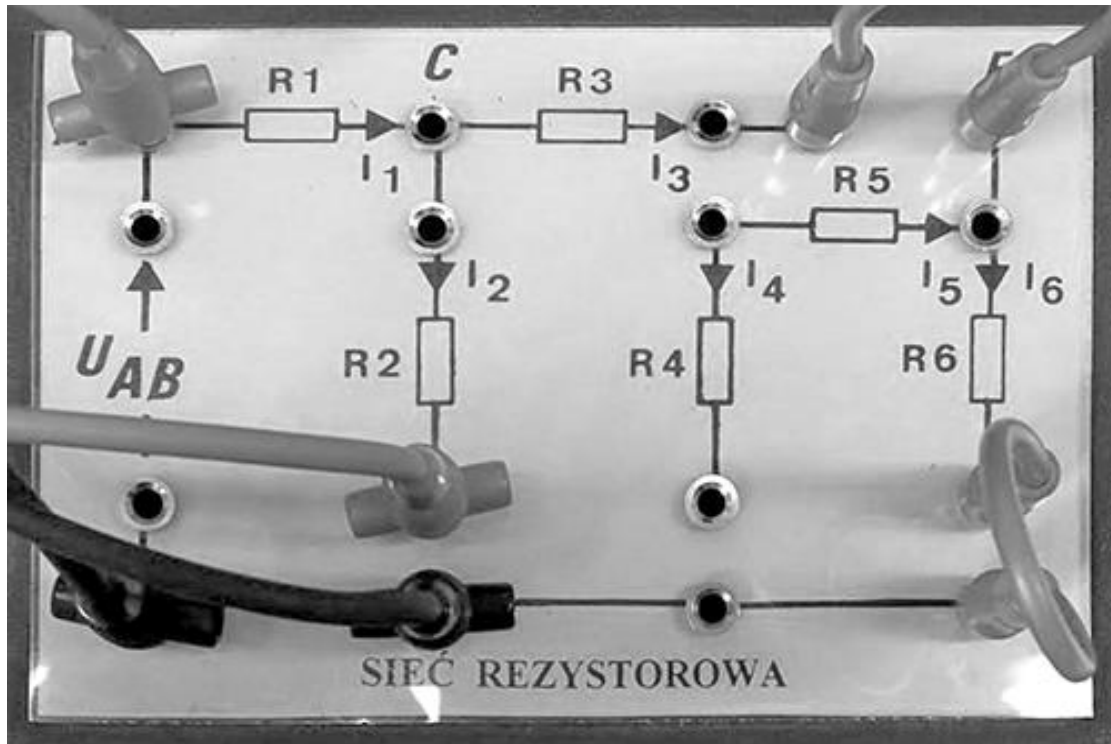
Wynika z tego, że pomiar pośredni jest zbliżony.

Jeżeli przyrównamy ten pomiar do pomiarów bezpośrednich, to przy dużych wartościach na oporniku dekadowym zauważymy, że wartości są niemal takie same, gdyż wartość opornika wzorcowego przy oporniku dekadowym jest wtedy znikoma, a więc znikomo wpływa na pomiar.

Pomiar prądu płynącego w wybranej gałęzi:

O rezystorach nic nie wiemy odnośnie ich klasy i wartości

Zdjęcie sieci rezystorów, pomiar bezpośredni:



Zostało wykonane:

połączenie szeregowe R1 z R2 = R_{z1}

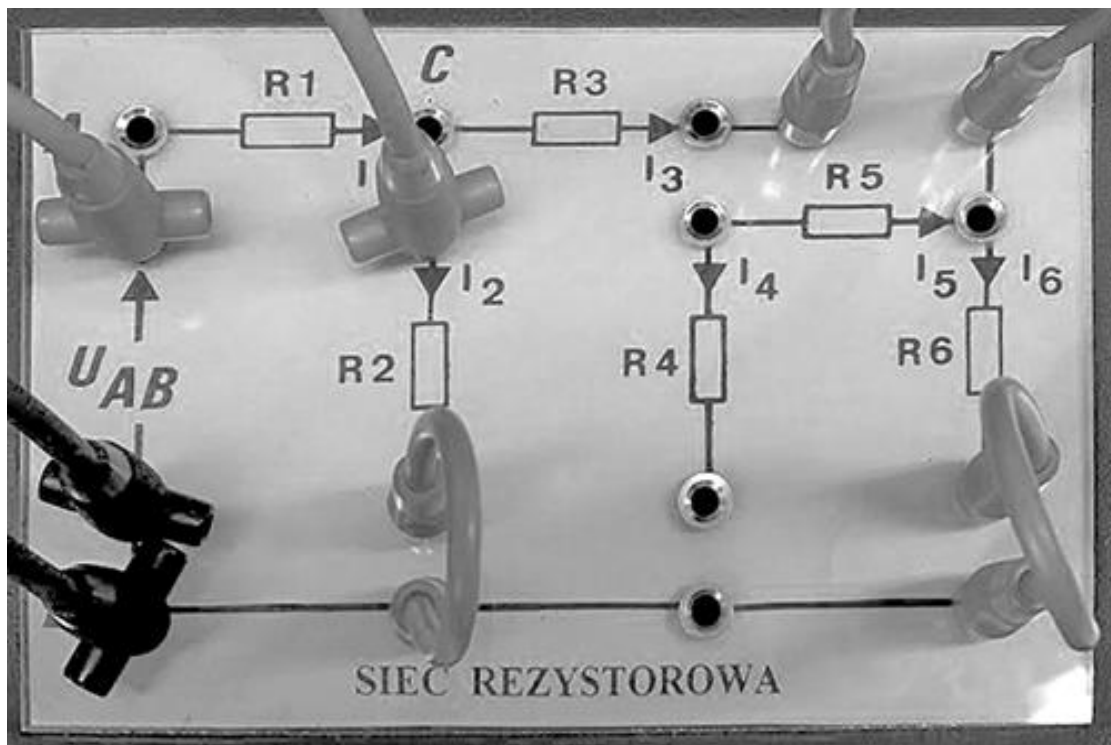
połączenie szeregowe R1 z R3 z R6 = R_{z2}

połączenie równoległe R_{z1} z R_{z2}

Na powyższym zdjęciu został dokonany pomiar prądu przepływającego przez opornik R2

Zakres	Rozdzielczość	Odczyt
2mA	0.0001mA	$0.7744 \pm 0.0040\text{mA}$

Zdjęcie sieci rezystorów, pomiar pośredni:



Zostało wykonane:
połączenie szeregowe R1 z R2 = Rz1
połączenie szeregowe R1 z R3 z R6 = Rz2

połączenie równoległe Rz1 z Rz2

Na powyższym zdjęciu został dokonany spadek napięcia na rezystorze R2.

Zakres	Rozdzielczość	Odczyt
20V	0.001V	3.838 ± 0.0078V

Z dokonanych dwóch pomiarów, możemy obliczyć rezystancję opornika R2, która wynosi:

$$R = \frac{3.838V}{0.7744mA} = 4\,956.10 \, \Omega$$

Wnioski końcowe:

- Przy pomiarze natężenia prądu stałego, błąd systematyczny w przypadku miliamperomierza analogowego jest mniejszy niż w przypadku cyfrowego, ze względu na inną rezystancję wewnętrzną obu przyrządów.
- Gdyby uwzględnić niepewność oporników, wyniki pomiarów byłyby prawie identyczne z tymi wyliczonymi z prawa Ohma.
- Pomiar pośredni daje bardzo zbliżone wyniki do pomiaru bezpośredniego, pod warunkiem, że pomiędzy opornikami jest bardzo duża różnica rezystancji.
- Wykonując pomiar natężenia w sieci rezystorów oraz pomiar spadku napięcia, możemy wyliczyć rezystancję danego opornika.