

Laboratorium Podstaw Elektroniki			
Kierunek <i>Informatyka</i>	Specjalność –	Rok studiów <i>I</i>	Symbol grupy lab. <i>I3</i>
Temat Laboratorium <i>Ćwiczenia wprowadzające</i>			Numer lab. <i>I</i>
Skład grupy ćwiczeniowej oraz numery indeksów <i>Piotr Więtczak(132339), Robert Ciemny(136693), Kamil Basiukajc(136681)</i>			
Uwagi		Ocena	

# 1 Ćwiczenia wprowadzające

## 1.1 Rezystory

### Cel

W tym ćwiczeniu należy odczytać wartość rezystancji na podstawie kodu paskowego rezystorów lub oznaczeń oraz dokonać pomiaru wartości rezystancji przy pomocy multimetru RIGOL DM3051, pamiętając przy tym o poprawnym zapisaniu jednostek podczas wypełniania tabeli 1.

### Wartości odczytów i wyniki pomiarów rezystancji

$R$	Barwa/oznaczenia	Odczyt	Pomiar
$R_1$	żółty - fioletowy - czerwony - złoty	$4.7k\Omega$	$4.634k\Omega$
$R_2$	czerwony - czarny - zielony - złoty	$2M\Omega$	$2.009M\Omega$
$R_3$	czerwony - czerwony - czerwony - złoty	$2.2k\Omega$	$2.132k\Omega$
$R_4$	czerwony - czerwony - brązowy - złoty	$220\Omega$	$219.320\Omega$
$R_5$	brązowy - czarny - czerwony - złoty	$1k\Omega$	$0.976\Omega$
$R_6$	10R	$10\Omega$	$10.71\Omega$

Tablica 1: Wartości odczytów i pomiarów rezystancji

## 1.2 Kondensatory

### Cel

W tym ćwiczeniu należy odczytać wartość pojemności kondensatorów na podstawie ich oznaczeń oraz dokonać pomiaru wartości pojemności przy pomocy mostka pomiarowego, pamiętając przy tym o poprawnym zapisaniu jednostek podczas wypełniania tabeli 2.

### Wartości odczytów i wyniki pomiarów pojemności

$C$	Oznaczenia	Odczyt	Pomiar
$C_1$	$47\mu F$ 35V	$47\mu F$	$44.31\mu F$
$C_2$	$100\mu F$ 63V	$100\mu F$	$99.14\mu F$
$C_3$	$2.2\mu F$ 50V	$2.2\mu F$	$2.131\mu F$
$C_4$	$22\mu F$ 25V	$22\mu F$	$22.081\mu F$
$C_5$	103 10nF	10nF	$9.22nF$
$C_6$	102 1nF	1nF	$0.912nF$

Tablica 2: Wartości odczytów i pomiarów pojemności

## 1.3 Cewki

### Cel

W tym ćwiczeniu należy dokonać pomiaru indukcyjności wybranej cewki przy pomocy mostka pomiarowego, pamiętając przy tym o poprawnym zapisaniu jednostek podczas wypełniania tabeli [3](#).

### Wynik pomiaru indukcyjności

$L$	Pomiar
$L_1$	30.8 $\mu H$

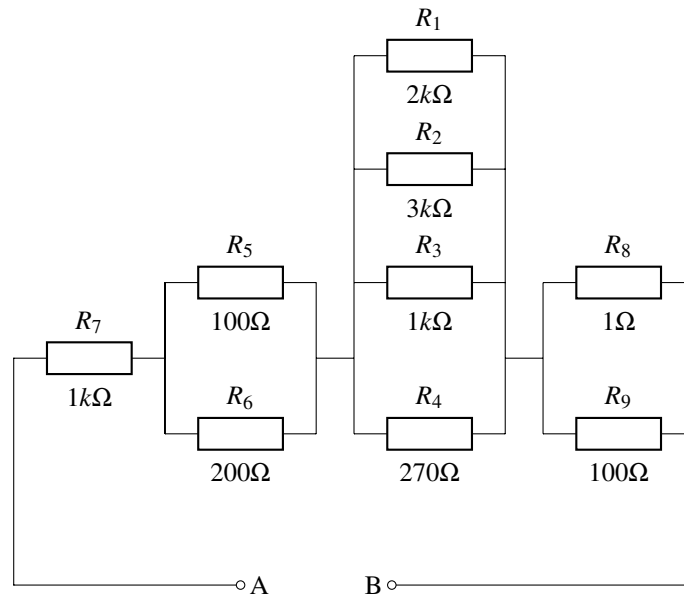
Tablica 3: Wartości odczytów i pomiarów indukcyjności

## 2 Obwody

### 2.1 Obliczanie rezystancji zastępczej

#### Cel

W tym ćwiczeniu należy obliczyć rezystancję zastępczą od strony zacisków AB dla schematu przedstawionego na rysunku 1 oraz zapisać pełne wyprowadzenie wzoru rezystancji zastępczej



Rysunek 1: Obwód rezystancyjny

Wyprowadzenie wzoru i obliczenie rezystancji zastępczej dla obwodu z rysunku 1

$$\begin{aligned}
 R_{56} &= \frac{1}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}} \\
 R_{1234} &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \\
 R_{89} &= \frac{1}{\frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9}} \\
 R_z &= R_7 + \frac{1}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}} + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} + \frac{1}{\frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9}} \\
 R_z &= 1000\Omega + \frac{1}{\frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{200\Omega}} + \frac{1}{\frac{1}{2000\Omega} + \frac{1}{3000\Omega} + \frac{1}{1000\Omega} + \frac{1}{270\Omega}} + \frac{1}{\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{100\Omega}} \approx 1243.258772\Omega
 \end{aligned}$$

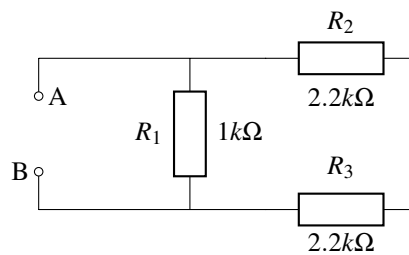
## 2.2 Budowanie obwodów rezystancyjnych

### Cel

Celem tego ćwiczenia jest:

- Przy pomocy stykowej płytki prototypowej zbudować wszystkie obwody pokazane na rysunkach [2](#), [4](#), [6](#), [8](#), [10](#), [12](#).
- Przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru rezystancji dokonać pomiaru rezystancji zastępczej od strony zacisków AB.
- Wyprowadzić wzory na poszczególne rezystancje zastępcze od strony zacisków AB.
- Napisać z czego wynikają różnice między pomiarem, a obliczeniami.

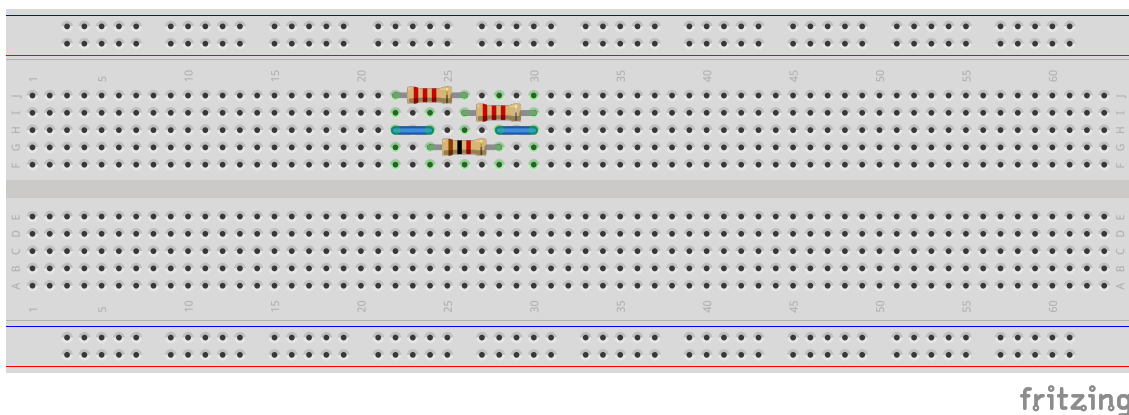
### 2.2.1 Obwód (a)



Rysunek 2: Obwód (a)

### Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej

Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej została przedstawiona w programie Fritzing na rysunku [3](#).



Rysunek 3: obwód (a)

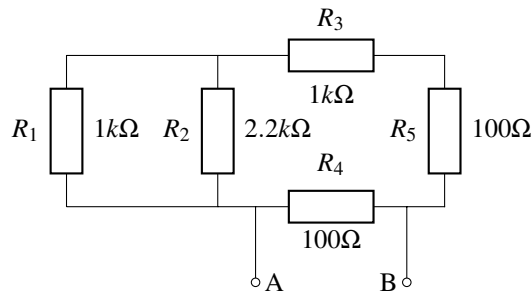
## Pomiar rezystancji

Dla obwodu z rysunku 2 dokonano pomiaru rezystancji od strony zacisków AB przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru rezystancji. Multimert wskazał wynik  $808.125\Omega$ .

## Wyprowadzenie wzoru i obliczenie rezystancji zastępczej dla obwodu z rysunku 2

$$\begin{aligned} R_{23} &= R_2 + R_3 \\ R_z &= \frac{1}{\frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_1}} = \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \\ R_z &= \frac{(2200\Omega + 2200\Omega)1000\Omega}{1000\Omega + 2200\Omega + 2200\Omega} = \frac{4400000\Omega}{5400\Omega} \approx 814.8148\Omega \end{aligned}$$

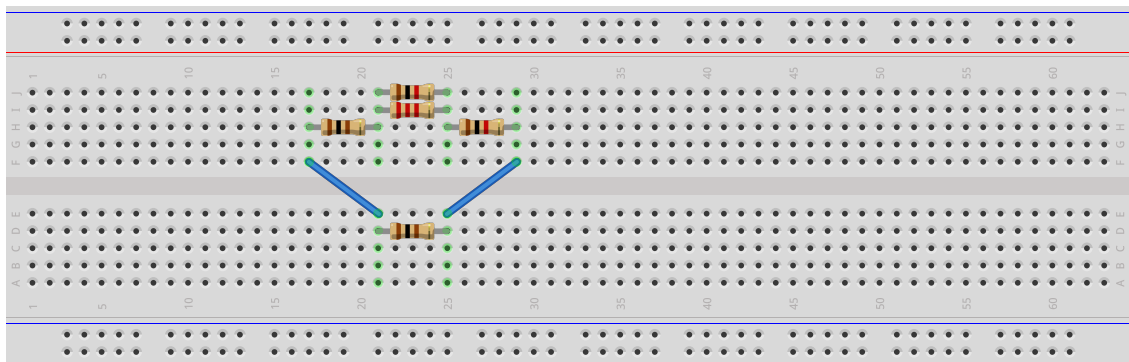
### 2.2.2 Obwód (b)



Rysunek 4: Obwód (b)

## Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej

Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej została przedstawiona w programie Fritzing na rysunku 5.



fritzing

Rysunek 5: obwód (b)

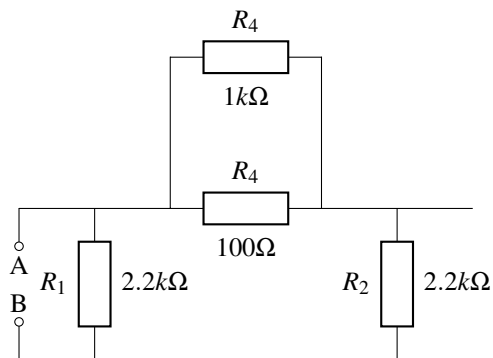
### Pomiar rezystancji

Dla obwodu z rysunku 4 dokonano pomiaru rezystancji od strony zacisków AB przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru rezystancji. Multimert wskazał wynik  $95.523k\Omega$ .

### Wyprowadzenie wzoru i obliczenie rezystancji zastępczej dla obwodu z rysunku 4

$$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$
$$R_{1235} = R_{12} + R_3 + R_5$$
$$R_z = \frac{1}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} + R_3 + R_5}}$$
$$R_z = \frac{1}{\frac{1}{100\Omega}} + \frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{1000\Omega} + \frac{1}{2200\Omega}} + 1000\Omega + 100\Omega}} = \frac{14300}{151} \approx 94.7\Omega$$

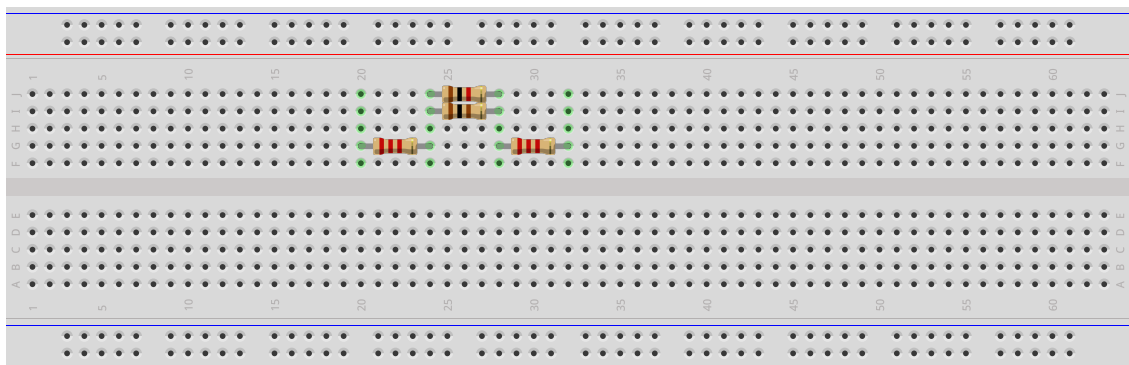
#### 2.2.3 Obwód (c)



Rysunek 6: Obwód (c)

### Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej

Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej została przedstawiona w programie Fritzing na rysunku 7.



fritzing

Rysunek 7: obwód (c)

### Pomiar rezystancji

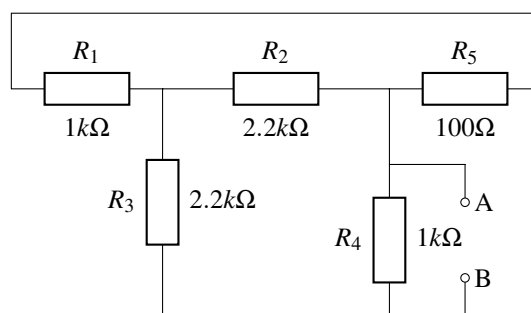
Dla obwodu z rysunku 6 dokonano pomiaru rezystancji od strony zacisków AB przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru rezystancji. Multimert wskazał wynik  $2.161k\Omega$ .

### Wyprowadzenie wzoru i obliczenie rezystancji zastępczej dla obwodu z rysunku 6

$$R_z = R_1$$

$$R_z = 2200\Omega$$

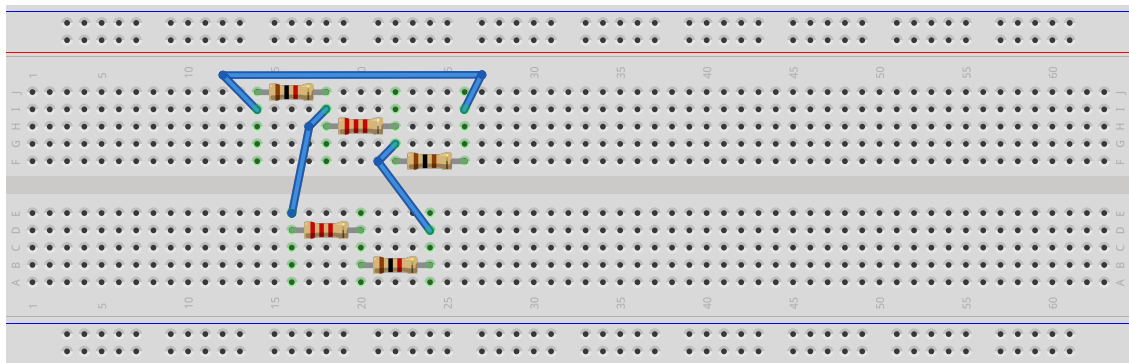
#### 2.2.4 Obwód (d)



Rysunek 8: Obwód (d)

### Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej

Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej została przedstawiona w programie Fritzing na rysunku 9.



fritzing

Rysunek 9: obwód (d)

### Pomiar rezystancji

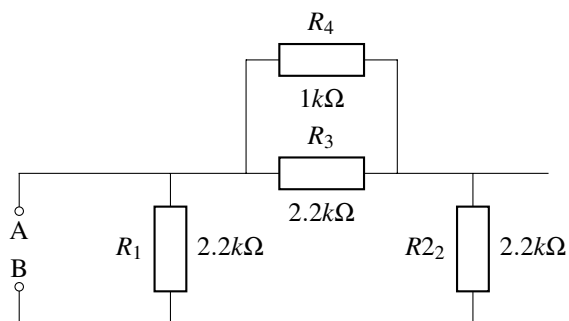
Dla obwodu z rysunku 8 dokonano pomiaru rezystancji od strony zacisków AB przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru rezystancji. Multimert wskazał wynik  $739.364\Omega$ .

### Wyprowadzenie wzoru i obliczenie rezystancji zastępczej dla obwodu z rysunku 8

$$\begin{aligned}
 R_{51} &= R_5 + R_1 \\
 R_{152} &= \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{51}}} \\
 R_{3152} &= R_3 + R_{152} \\
 R_z &= \frac{1}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_{3152}}} \\
 R_z &= \frac{1}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5 + R_1}}}} \\
 R_z &= \frac{1}{\frac{1}{1000\Omega} + \frac{1}{2200\Omega + \frac{1}{\frac{1}{2200\Omega} + \frac{1}{100\Omega + 1000\Omega}}}} \approx 745.76\Omega
 \end{aligned}$$



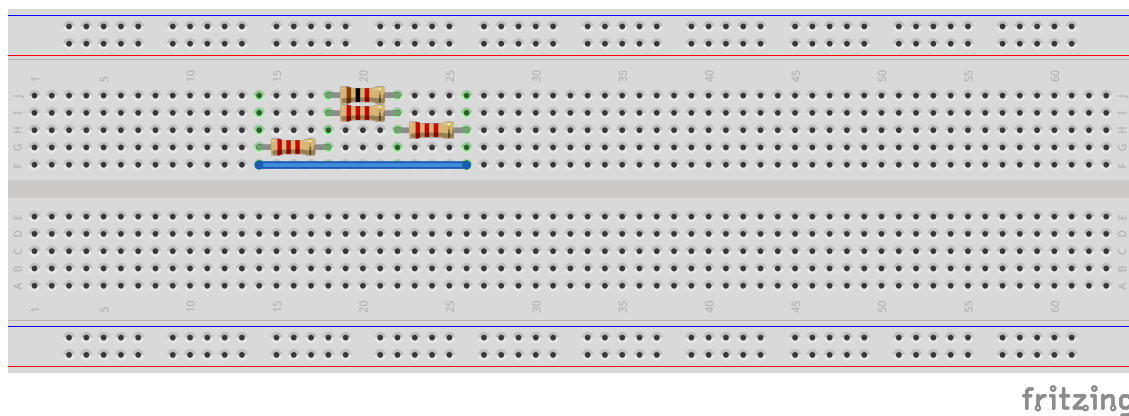
### 2.2.5 Obwód (e)



Rysunek 10: Obwód (e)

### Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej

Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej została przedstawiona w programie Fritzing na rysunku 11.



Rysunek 11: obwód (e)

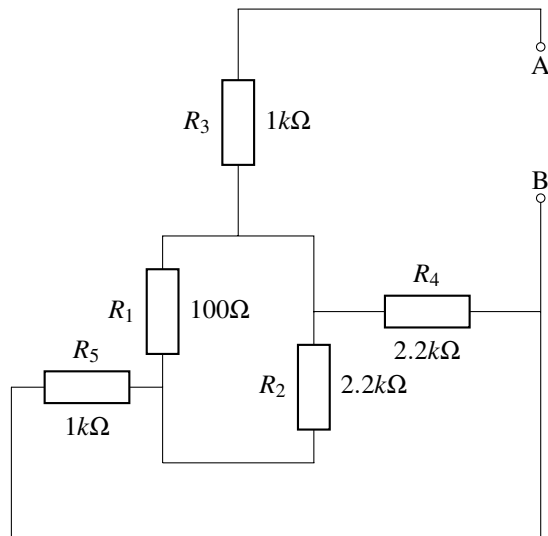
### Pomiar rezystancji

Dla obwodu z rysunku 10 dokonano pomiaru rezystancji od strony zacisków AB przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru rezystancji. Multimert wskazał wynik  $1.237k\Omega$ .

Wyprowadzenie wzoru i obliczenie rezystancji zastępczej dla obwodu z rysunku 10

$$\begin{aligned}
 R_{34} &= \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \\
 R_{234} &= R_2 + R_{34} \\
 R_z &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{234}}} \\
 R_z &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}}} \\
 R_z &= \frac{1}{\frac{1}{2200\Omega} + \frac{1}{2200\Omega + \frac{1}{\frac{1}{2200\Omega} + \frac{1}{1000\Omega}}}} \approx 1248.6486\Omega
 \end{aligned}$$

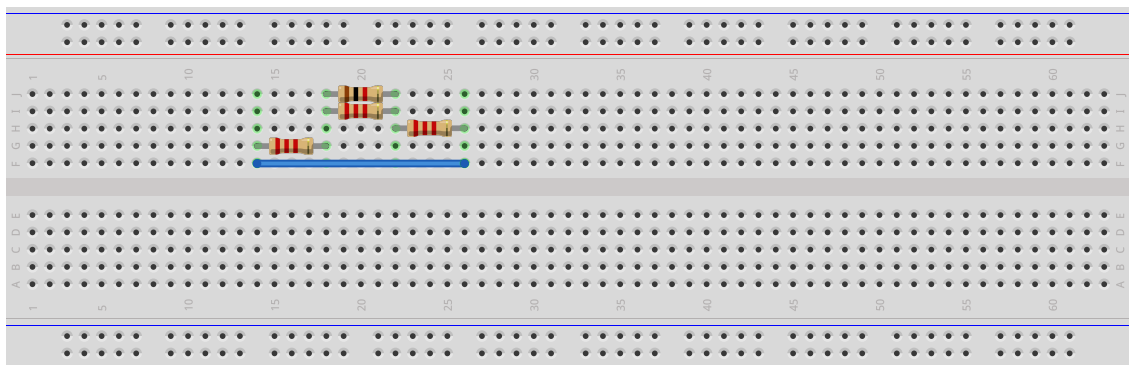
### 2.2.6 Obwód (f)



Rysunek 12: Obwód (f)

### Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej

Budowa obwodu przy pomocy stykowej płytki prototypowej została przedstawiona w programie Fritzing na rysunku 13.



Rysunek 13: obwód (e)

### Pomiar rezystancji

Dla obwodu z rysunku 12 dokonano pomiaru rezystancji od strony zacisków AB przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru rezystancji. Multimert wskazał wynik  $1.722k\Omega$ .

### Wyprowadzenie wzoru i obliczenie rezystancji zastępczej dla obwodu z rysunku 12

$$\begin{aligned}
 R_{12} &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \\
 R_{125} &= R_{12} + R_5 \\
 R_{1245} &= \frac{1}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_{125}}} \\
 R_z &= R_3 + R_{1245} \\
 R_z &= R_3 + \frac{1}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} + R_5}} \\
 R_z &= 1000\Omega + \frac{1}{\frac{1}{2200\Omega} + \frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{2200\Omega}} + 1000\Omega}} \approx 1731.39841
 \end{aligned}$$

### Wnioski na temat przyczyn różnic między wynikami pomiarów, a obliczeń

Różnica między wynikami pomiarów, a obliczeń, może wynikać między innymi z:

- klasy dokładności przyrządów pomiarowych
- dokładności wykonania użytych elementów układu

### 3 Pomiar napięcia

#### 3.1 Pomiar wartości napięć wyjściowych z zasilacza

##### Cel

W ćwiczeniu należy dokonać pomiaru napięcia z sekcji DC POWER SUPPLY zestawu laboratoryjnego DF 6911, oraz odpowiedzieć na pytanie, z czego mogą wynikać ewentualne różnice między wartościami odczytanymi, a zmierzonymi.

Tabela z wartościami odczytów i pomiarów

$U[V]$	$Odczyt[V]$	$Pomiar[V]$
1	1	1.107
3	3	3.172
4.5	4.5	4.635
11	11	11.226
13	13	13.183
25	25	25.344
28	28	28.306

Tablica 4: Wartości odczytów i pomiarów

##### Wnioski na temat przyczyn różnic między pomiarami, a odczytami

Różnica między wynikami pomiarów, a odczytami, może wynikać między innymi z:

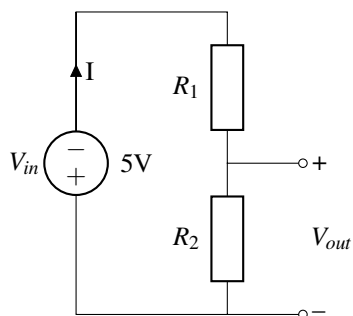
- klasy dokładności przyrządów pomiarowych

#### 3.2 Dzielnik napięcia

##### Cel

W ćwiczeniu należy, przy pomocy praw Kirchhoffa, wyprowadzić wzory oraz zależności opisujące dzielnik napięcia pokazany na rysunku 3. Następnie należy zaprojektować dzielnik napięcia, dobierając odpowiednio rezystory i zbudować go na płycie prototypowej w taki sposób, aby na wyjściu  $V_{out}$  (spadek napięcia na rezystorze  $R_2$ ) otrzymać kolejno napięcia: 2.5V, 3.22V, 1.66V, 4V, 4.54V. Przy realizacji każdego z dzielników należy dokonać

pomiarów napięcia  $V_{out}$  i porównać z wartościami otrzymanymi z wyprowadzonego wzoru i dobranych rezystorów.



Rysunek 14: Rezystencjalny dzielnik napięcia

### Wyprowadzenie wzoru na $V_{out}$

$$V_{in} - IR_1 - IR_2 = 0$$

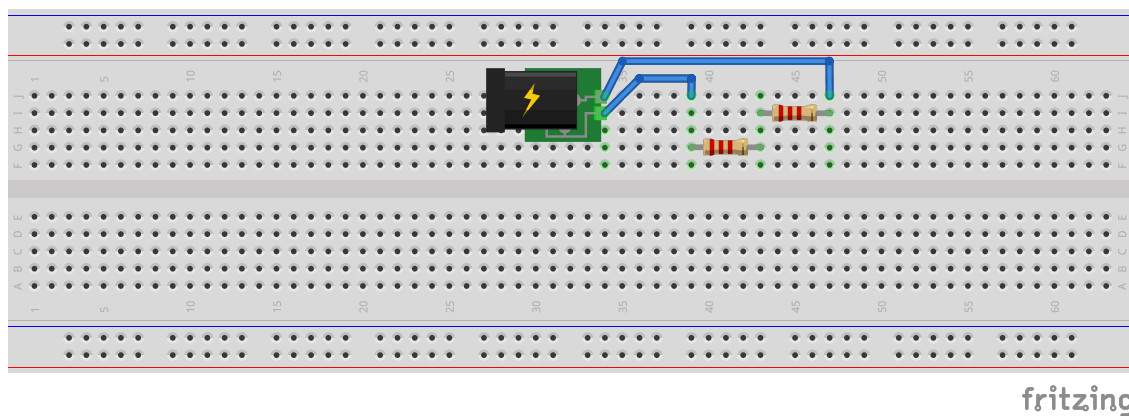
$$IR_2 = V_{out}$$

$$I = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = \frac{R_2 V_{in}}{R_1 + R_2}$$

#### 3.2.1 Napięcie na wyjściu $V_{out} = 2.5V$

#### Projekt dzielnika napięcia w programie Fritzing



Rysunek 15: Rezystencjalny dzielnik napięcia

Wyznaczenie stosunku między  $R_1$  i  $R_2$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

$$\begin{aligned}2.5V &= \frac{5VR_2}{R_1 + R_2} \\ \frac{2.5V}{5V} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ \frac{1}{2} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ \frac{1}{2}R_1 + \frac{1}{2}R_2 &= R_2 \\ R_1 &= R_2\end{aligned}$$

Obliczenie wartości  $V_{out}$  dla rezystorów  $R_1 = 2.2k\Omega$ ,  $R_2 = 2.2k\Omega$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

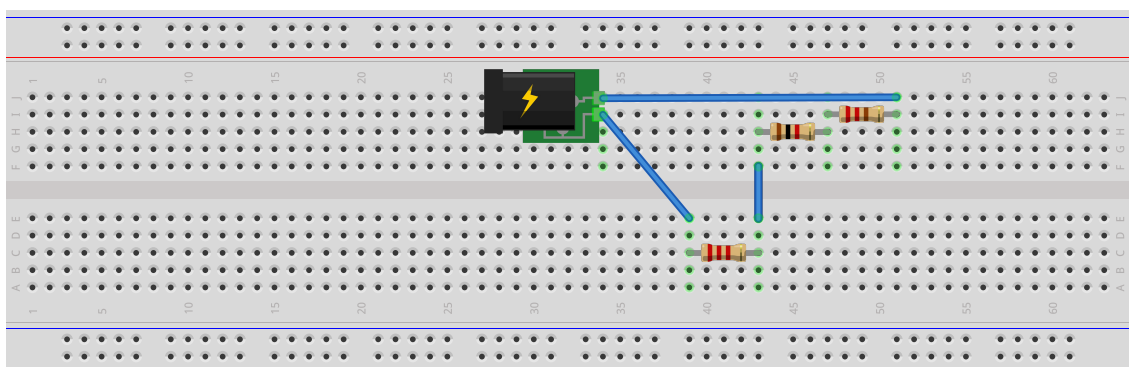
$$V_{out} = \frac{2200\Omega \cdot 5V}{2200\Omega + 2200\Omega} = 2.5V$$

#### Pomiar napięcia $V_{out}$

Dla dzielnika napięcia dokonano pomiaru napięcia wyjściowego  $V_{out}$  przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru napięcia. Multimert wskazał wynik 2.563V.

#### 3.2.2 Napięcie na wyjściu $V_{out} = 3.22V$

#### Projekt dzielnika napięcia w programie Fritzing



fritzing

Rysunek 16: Rezystencjalny dzielnik napięcia

Wyznaczenie stosunku między  $R_1$  i  $R_2$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

$$\begin{aligned}\frac{3.22V}{5V} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ \frac{161}{250}R_1 + \frac{161}{250}R_2 &= R_2 \\ R_1 &= \frac{89}{161}R_2\end{aligned}$$

Obliczenie wartości  $V_{out}$  dla rezystorów  $R_1 = 1.22k\Omega$ ,  $R_2 = 2.2k\Omega$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

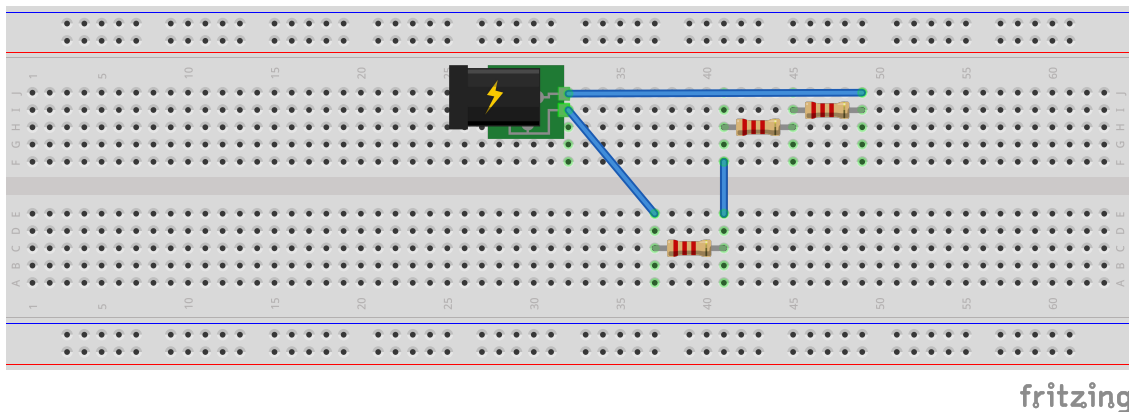
$$V_{out} = \frac{2200\Omega \cdot 5V}{2200\Omega + 1220\Omega} \approx 3.216V$$

#### Pomiar napięcia $V_{out}$

Dla dzielnika napięcia dokonano pomiaru napięcia wyjściowego  $V_{out}$  przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru napięcia. Multimert wskazał wynik 3.351V.

#### 3.2.3 Napięcie na wyjściu $V_{out} = 1.66V$

#### Projekt dzielnika napięcia w programie Fritzing



Rysunek 17: Rezystencjalny dzielnik napięcia

Wyznaczenie stosunku między  $R_1$  i  $R_2$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

$$\begin{aligned}\frac{1.66V}{5V} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ \frac{83}{250}R_1 + \frac{83}{250}R_2 &= R_2 \\ R_1 &= \frac{167}{83}R_2\end{aligned}$$

Obliczenie wartości  $V_{out}$  dla rezystorów  $R_1 = 4.4k\Omega$ ,  $R_2 = 2.2k\Omega$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

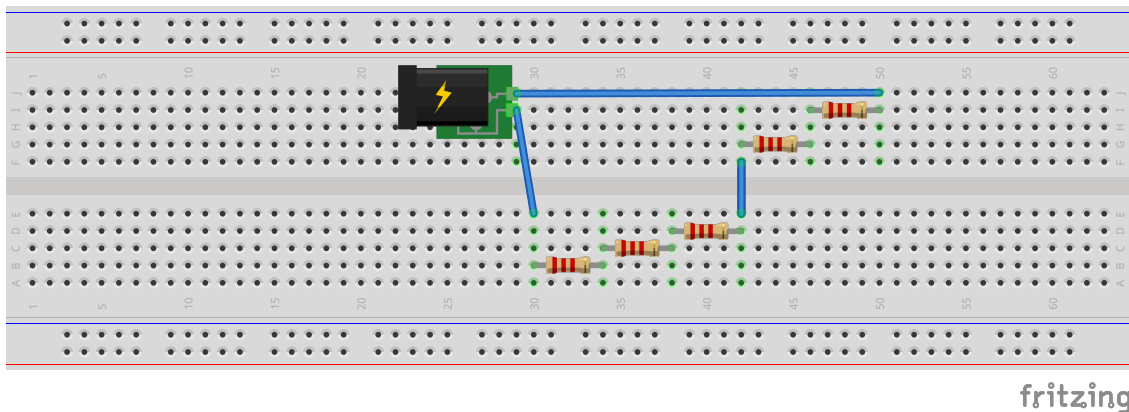
$$V_{out} = \frac{2200\Omega \cdot 5V}{4400\Omega + 2200\Omega} \approx 1, (6)V$$

#### Pomiar napięcia $V_{out}$

Dla dzielnika napięcia dokonano pomiaru napięcia wyjściowego  $V_{out}$  przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru napięcia. Multimert wskazał wynik 1.695V.

#### 3.2.4 Napięcie na wyjściu $V_{out} = 4V$

#### Projekt dzielnika napięcia w programie Fritzing



Rysunek 18: Rezystencjalny dzielnik napięcia



Wyznaczenie stosunku między  $R_1$  i  $R_2$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

$$\begin{aligned}\frac{4V}{5V} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ \frac{4}{5}R_1 + \frac{4}{5}R_2 &= R_2 \\ R_1 &= \frac{1}{4}R_2\end{aligned}$$

Obliczenie wartości  $V_{out}$  dla rezystorów  $R_1 = 2.2k\Omega$ ,  $R_2 = 8.8k\Omega$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

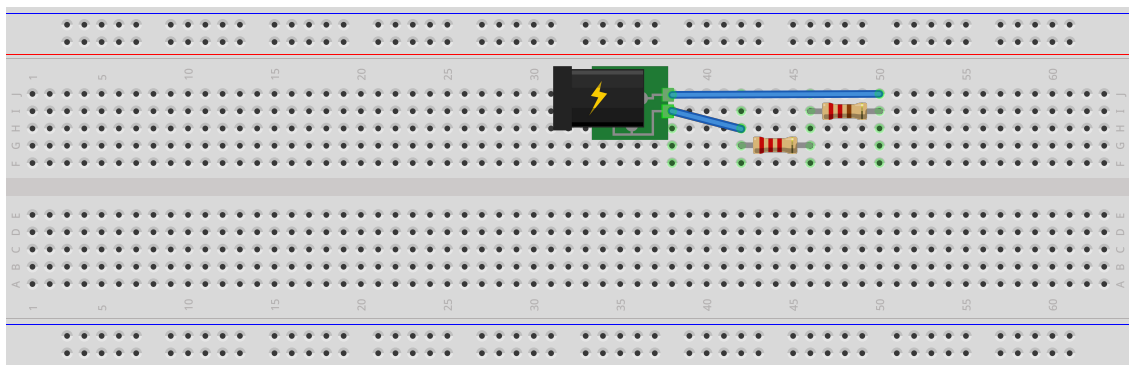
$$V_{out} = \frac{8800\Omega \cdot 5V}{8800\Omega + 2200\Omega} = 4V$$

#### Pomiar napięcia $V_{out}$

Dla dzielnika napięcia dokonano pomiaru napięcia wyjściowego  $V_{out}$  przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru napięcia. Multimert wskazał wynik 4.095V.

#### 3.2.5 Napięcie na wyjściu $V_{out} = 4.54V$

#### Projekt dzielnika napięcia w programie Fritzing



fritzing

Rysunek 19: Rezystencyjny dzielnik napięcia

Wyznaczenie stosunku między  $R_1$  i  $R_2$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

$$\begin{aligned}\frac{4.54V}{5V} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ \frac{227}{250}R_1 + \frac{227}{250}R_2 &= R_2 \\ R_1 &= \frac{23}{229}R_2\end{aligned}$$

Obliczenie wartości  $V_{out}$  dla rezystorów  $R_1 = 220\Omega$ ,  $R_2 = 2.2k\Omega$  przy użyciu wyprowadzonego wzoru

$$V_{out} = \frac{2200\Omega \cdot 5V}{2200\Omega + 220\Omega} \approx 4.54V$$

#### Pomiar napięcia $V_{out}$

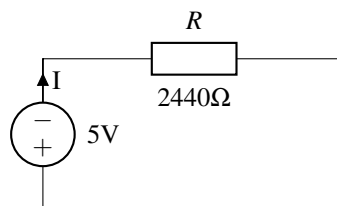
Dla dzielnika napięcia dokonano pomiaru napięcia wyjściowego  $V_{out}$  przy pomocy Multimetru RIGOL skonfigurowanego do pomiaru napięcia. Multimert wskazał wynik 4.613V.

## 4 Pomiary prądu stałego

### 4.1 Pomiary prądu w obwodzie

#### Cel

Przy użyciu stykowej płytki prototypowej należy zbudować obwód pokazany na rysunku 20 oraz dokonać pomiarów spadku napięcia na rezystorze R i natężenia prądu w obwodzie, pamiętając przy tym o zapisaniu jednostek.



Rysunek 20: Obwód do badania napięć i prądów

#### Wyniki pomiarów

Natężenie prądu	Spadek napięcia
2.144A	5.037V

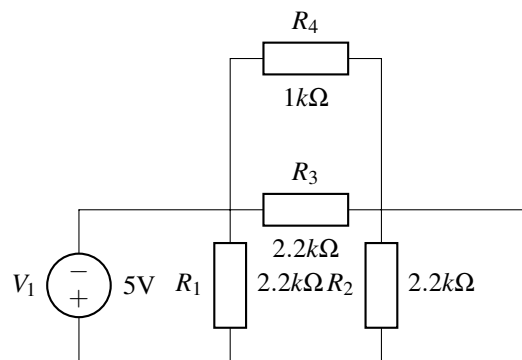
Tablica 5: Tabela pomiarów spadku napięcia na rezystorze R i natężenia prądów w obwodzie

## 4.2 Pomiary prądów i napięć

### Cel

Dla obwodu z rysunków 21, 22 należy sprawdzić prawa Kirchhoffa, dokonując stosownych pomiarów (spadki napięć na rezystorach oraz prądy w gałęziach) oraz obliczeń analitycznych, a następnie porównać otrzymane wartości ze sobą.

#### 4.2.1 Obwód (a)



Rysunek 21: Obwód (a) do badania prądów i napięć w obwodzie

### Wyniki pomiarów

Rezystor	Prądy w obwodzie	Napięcia w obwodzie
$R_1$	$2.321mA$	$5.037V$
$R_2$	$1.763mA$	$4.202V$
$R_3$	$0.554mA$	$1.228V$
$R_4$	$1.212mA$	$1.573V$

Tablica 6: Tabela pomiarów spadków napięć na rezystorach oraz prądów na gałęziach

**Obliczenia analityczne dla obwodu (a)**

$$R_{34} = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_{234} = R_2 + R_{34}$$

$$R_z = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{234}}}$$

$$R_z = \frac{R_1 R_{234}}{R_1 + R_{234}} = 1248.65 \Omega$$

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

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

$$I = \frac{5V}{1248.65 \Omega}$$

$$I = 0.004A$$

$$U_1 = 5V$$

$$I_1 = \frac{5V}{2200 \Omega} = 0.0023A$$

$$5V - I_{34}R_{34} - I_2R_2 = 0$$

$$I_{34} = I_2 = I - I_1$$

$$I_2 = I_{34} = 0.004A - 0.0023A = 0.0017A$$

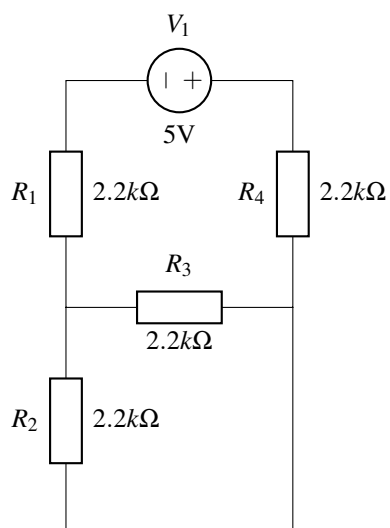
$$U_2 = I_2R_2 = 0.0017A \cdot 2.2k\Omega = 3.47V$$

$$U_3 = U_4 = U - U_2 = 1.26V$$

**Wnioski wynikające z porównania pomiarów i obliczeń analitycznych dla obwodu (a)**

Dokonując porównania pomiarów i obliczeń analitycznych dla obwodu (a), uwzględniając błąd pomiarowy, można stwierdzić, że obliczeń i pomiarów dokonano prawidłowo.

#### 4.2.2 Obwód (b)



Rysunek 22: Obwód (b) do badania prądów i napięć w obwodzie

#### Wyniki pomiarów

Rezystor	Prądy w obwodzie	Napięcia w obwodzie
$R_1$	0.929mA	2.061V
$R_2$	0.464mA	1.407V
$R_3$	0.412mA	1.110V
$R_4$	0.928mA	2.290V

Tablica 7: Tabela pomiarów spadków napięć na rezystorach oraz prądów na gałęziach

#### Obliczenia analityczne dla obwodu (b)

$$R_{23} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_z = R_4 + R_1 + R_{23}$$

$$R_z = R_4 + R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_z = 4400\Omega + \frac{4840000\Omega}{4400\Omega} = 5500\Omega$$

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

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

$$I = \frac{5V}{5500\Omega} = 0,0009A$$

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

$$U = IR$$

$$U_1 = I_1 R_1$$

$$I_1 = I_4$$

$$R_1 = R_4$$

$$U_1 = U_4 U_1 = 0.009A \cdot 2200\Omega$$

$$U_1 = 1.98V$$

$$U_4 = 1.98V$$

$$R_2 = R_3$$

$$I_2 = I_3$$

$$I_2 = \frac{1}{2}I_1$$

$$I_2 = 0.00045A$$

$$U_2 = 0.00045A \cdot 2200\Omega = 0.99V$$

$$U_3 = 0.99V$$

#### Wnioski wynikające z porównania pomiarów i obliczeń analitycznych dla obwodu (b)

Dokonując porównania pomiarów i obliczeń analitycznych dla obwodu (b), uwzględniając błąd pomiarowy, można stwierdzić, że obliczeń i pomiarów dokonano prawidłowo.

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Ćwiczenia wprowadzające</b>	<b>1</b>
1.1	Rezystory	1
1.2	Kondensatory	1
1.3	Cewki	2
<b>2</b>	<b>Obwody</b>	<b>3</b>
2.1	Obliczanie rezystancji zastępczej	3
2.2	Budowanie obwodów rezystancyjnych	4
2.2.1	Obwód (a)	4
2.2.2	Obwód (b)	5
2.2.3	Obwód (c)	6
2.2.4	Obwód (d)	7
2.2.5	Obwód (e)	9
2.2.6	Obwód (f)	10
<b>3</b>	<b>Pomiary napięcia</b>	<b>12</b>
3.1	Pomiar wartości napięć wyjściowych z zasilacza	12
3.2	Dzielnik napięcia	12
3.2.1	Napięcie na wyjściu $V_{out} = 2.5V$	13
3.2.2	Napięcie na wyjściu $V_{out} = 3.22V$	14
3.2.3	Napięcie na wyjściu $V_{out} = 1.66V$	15
3.2.4	Napięcie na wyjściu $V_{out} = 4V$	16
3.2.5	Napięcie na wyjściu $V_{out} = 4.54V$	17
<b>4</b>	<b>Pomiary prądu stałego</b>	<b>18</b>
4.1	Pomiary prądu w obwodzie	18
4.2	Pomiary prądów i napięć	19
4.2.1	Obwód (a)	19
4.2.2	Obwód (b)	21