

Sprawozdanie  
Metrologia z akwizycją danych  
Matematyka Stosowana

Batłomiej Brzozowski, Radosław Tertel

14 grudnia 2022



## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
1.1	Cele ćwiczenia . . . . .	3
1.2	Zagadnienia do przygotowania . . . . .	3
1.3	Potrzebne wyposażenie . . . . .	3
1.4	Program ćwiczenia . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Pomiary charakterystyk diod półprzewodnikowych</b>	<b>5</b>
2.1	Plan działania . . . . .	5
2.2	Wstęp . . . . .	5
2.3	Schemat . . . . .	7
2.4	Wyniki Pomiarów . . . . .	8
2.5	Obliczenia . . . . .	9
2.6	Analiza wyników i wnioski . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Zegar binarny</b>	<b>11</b>
3.1	Cel . . . . .	11
3.2	Program . . . . .	11
3.3	Schemat . . . . .	12
3.4	Analiza działania i wnioski . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Dioda RGB</b>	<b>15</b>
4.1	Cel . . . . .	15
4.2	Program . . . . .	15
4.3	Schemat . . . . .	16
4.4	Analiza działania . . . . .	16

# 1 Wstęp

## 1.1 Cele ćwiczenia

- Nabycie umiejętności pisania sprawozdania
- Umiejętność dokonywania pomiarów napięcia i natężenia
- Utrwalenie języka programowania mikro-kontrolera (Arduino Uno)
- Nabycie wiedzy na temat wykonywania ćwiczeń pomiarowych

## 1.2 Zagadnienia do przygotowania

- Obeznanie z schematami elektrycznymi, szczególnie z płytką stykową i Arduino Uno
- Podstawy programowania mikro-kontrolera (Arduino Uno)
- Zasady działania diod i ich rodzaje
- Znajomość Praw: Ohma i Kirchhoffa
- Informacje odnośnie rezystorów
- Wiedza na temat błędów i niepewności pomiarowych
- Obeznanie z systemem binarnym

## 1.3 Potrzebne wyposażenie

- Miernik uniwersalny (przykładowo: UNT-T UT33D+)
- Oscyloskop cyfrowy
- Płytkę stykową i mikro-kontroler (Arduino Uno)
- Zasilacz o stałym napięciu (USB)
- Przewody
- Diody: czerwona, niebieska, zielona, żółta, RGB
- Rezystory

#### **1.4 Program ćwiczenia**

- Pomiar charakterystyk diod półprzewodnikowych
- Zegar Binarny (schemat z czterema diodami)
- Dioda RGB(schemat zmieniający kolor)

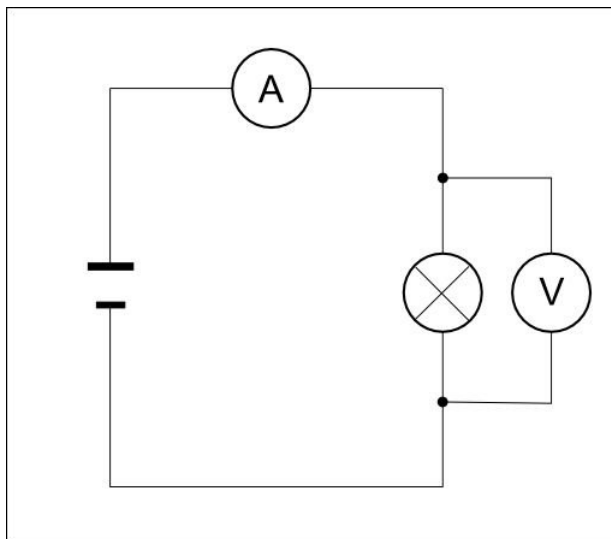
## 2 Pomiarów charakterystyk diod półprzewodnikowych

### 2.1 Plan działania

- Wstęp: napisanie programu, dobranie odpowiednich rezystorów
- Złożenie schematu
- Przeprowadzenie pomiarów dla diod: czerwonej, niebieskiej, zielonej i żółtej
- Wykonanie potrzebnych obliczeń
- Analiza wyników i wnioski

### 2.2 Wstęp

By dokonać pomiarów multimetrem i oscyloskopem, zdecydowaliśmy się na podejście z stale świecącymi diodami. Pomiarów napięcia oscyloskopem dokonywaliśmy, odłączając ręcznie stałe zasilanie. Z drugiej strony pomiarów napięcia i natężenia multimetrem realizowaliśmy podłączając odpowiednio w każdym podejściu miernik uniwersalny jak na poniższym schemacie. Gdzie A oznaczają pomiar (Ampery) natężenia , a V pomiar (Wolty) napięcia.



Rysunek 1: Schemat podłączania miernika

Następnie przeliśmy do doboru odpowiednich rezystorów do każdej z diod. Do znalezienia oporników skorzystaliśmy z poniższych wzorów, na sumę napięć i Prawa Ohma.

$$U_{Zasilania} = U_{Rezystora} + U_{Diody}$$

$$R = \frac{U_{Rezystora}}{I_{Diody}}$$

czyli:

$$U_{Rezystora} = U_{Zasilania} - U_{Diody}$$

stąd podstawiając  $U_{Rezystora}$  do prawa Ohma mamy:

$$R = \frac{U_{Zasilania} - U_{Diody}}{I_{Diody}}.$$

Stąd korzystając z specyfikacji diod i stałego napięcia  $U_{Zasilania} = 5V$  oporniki muszą mieć rezystancje:

- dla diody czerwonej:  $U_{Diody} = [1,6V; 2,2V]$   $R = \frac{5V - U_{Diody}}{0,02A} = [140\Omega; 170\Omega]$
- dla diody niebieskiej:  $U_{Diody} = [2,9V; 4,0V]$   $R = \frac{5V - U_{Diody}}{0,02A} = [50\Omega; 105\Omega]$
- dla diody zielonej:  $U_{Diody} = [2,0V; 3,7V]$   $R = \frac{5V - U_{Diody}}{0,02A} = [65\Omega; 150\Omega]$
- dla diody żółtej:  $U_{Diody} = [2,0V; 2,3V]$   $R = \frac{5V - U_{Diody}}{0,02A} = [135\Omega; 150\Omega]$

Po dokonaniu powyższych obliczeń dla każdej z diod, zdecydowaliśmy się dobrać do wszystkich rezystor  $220\Omega$  (w kodzie 5-paskowym: czerwony, czerwony, czarny, czarny, brązowy), ponieważ każdy opór wyszedł nam w przedziałach poniżej opornika  $220\Omega$ .

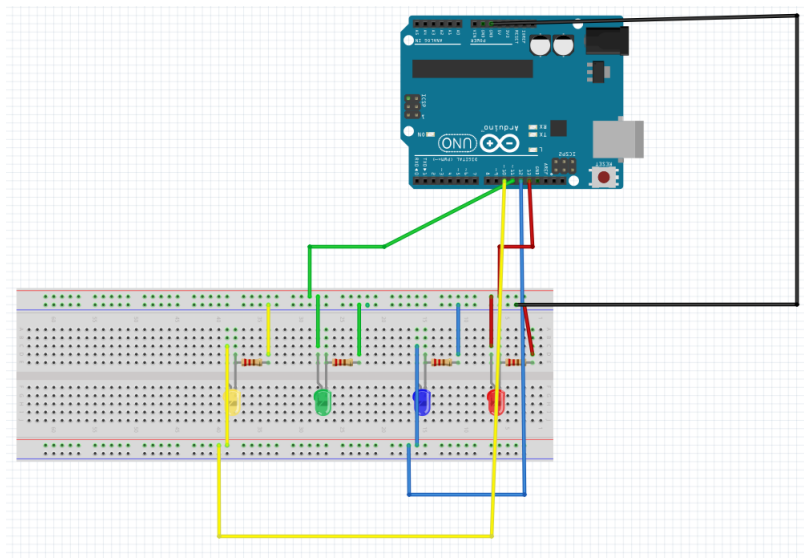
Następnie sprawdzając każdy rezystor multimetrem, napisaliśmy program i stworzyliśmy schemat. Kod, który umożliwił nam dokonywanie pomiarów:

```
void setup(){
    pinMode(13,OUTPUT);
    pinMode(12,OUTPUT);
    pinMode(11,OUTPUT);
    pinMode(10,OUTPUT);
}

void loop(){
    digitalWrite(13,HIGH);
    digitalWrite(12,HIGH);
    digitalWrite(11,HIGH);
    digitalWrite(10,HIGH);
}
```

Analizując program, widzimy, że każda z diod będzie stale świeciła dzięki kluczowej opcji "HIGH" w funkcji "digitalWrite()".

### 2.3 Schemat



Rysunek 2: Schemat do dokonania pomiarów

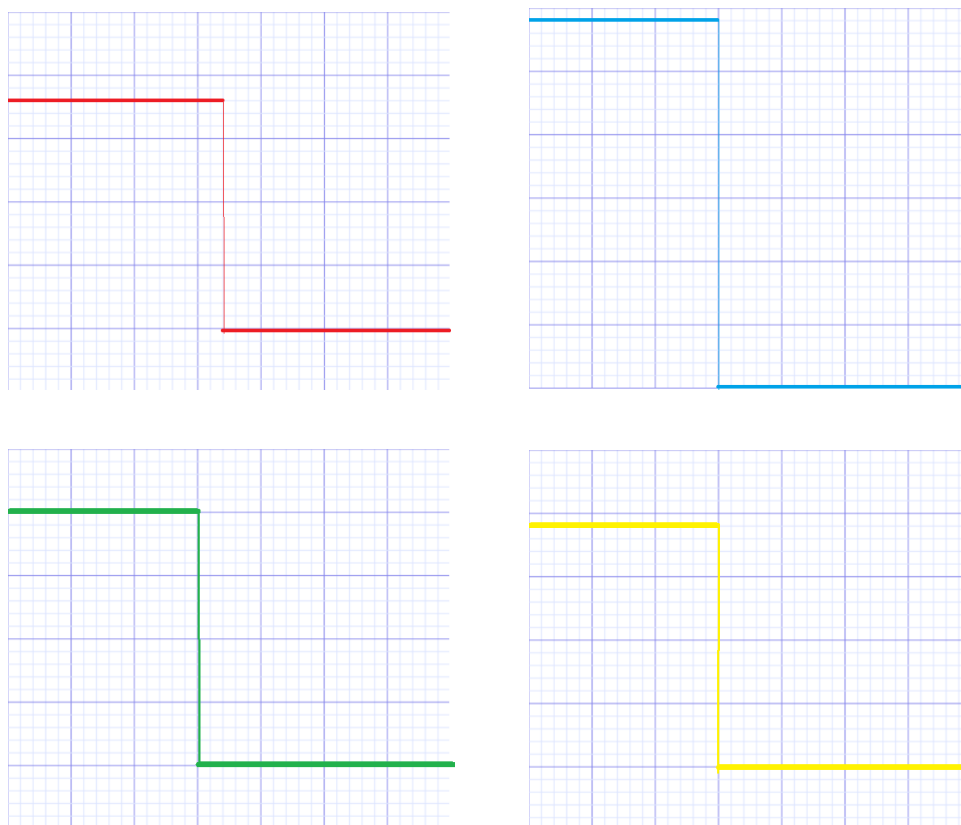
## 2.4 Wyniki Pomiarów

Wykonaliśmy kilka badań multimetrem oraz oscyloskopem. Poniższa tabela przedstawia pomiary napięcia, wykonane uniwersalnym miernikiem:

Pomiar nr. dla Diody:	Czerwonej	Niebieskiej	Zielonej	Żółtej
1	1,83V	2,88V	2,10V	1,94V
2	1,83V	2,87V	2,10V	1,93V
3	1,82V	2,88V	2,10V	1,90V

Tabela 1: Pomiary napięcia wykonane multimetrem

Następnie dokonaliśmy wskazania napięcia przez oscyloskop, poniżej znajdują się przykładowe wykresy, które pokazał oscylator, dla każdej z diod.



Rysunek 3: Wykresy napięcia dla diod



Analizując wykresy, ustaliliśmy podziałek na  $0,5V$  i wyliczyliśmy wartości napięć i zaprezentowaliśmy je w poniższej tabeli:

Pomiar nr. dla Diody:	Czerwonej	Niebieskiej	Zielonej	Żółtej
1	1,80V	2,90V	2,00V	1,90V
2	1,80V	2,80V	2,10V	1,90V
3	1,80V	2,90V	2,00V	1,90V

Tabela 2: Pomiary napięcia wykonane oscyloskopem

Dodatkowo wykonaliśmy pomiar natężenia używając multimetru, wyniki prezentują się w poniższej tabeli:

Pomiar nr. dla Diody:	Czerwonej	Niebieskiej	Zielonej	Żółtej
1	11,46mA	7,18mA	10,35mA	10,62mA
2	11,47mA	7,17mA	10,36mA	11,00mA
3	11,48mA	7,15mA	2,10mA	11,10mA

Tabela 3: Pomiary natężenia wykonane multimetrem

## 2.5 Obliczenia

- Średnia arytmetyczna otrzymanych wyników pomiarowych. Do policzenia średniej wykorzystamy wzór:

$$\frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (1)$$

gdzie  $N$  stanowi liczbę pomiarów, a  $x$  pojedynczy pomiar.

Średnia dla Diody:	Czerwonej	Niebieskiej	Zielonej	Żółtej
Napięcia(multimetr)	1,83V	2,87V	2,10	1,92V
Napięcia(oscyloskop)	1,80V	2,87V	2,03V	1,90V
Natężenia(multimetr)	11,47mA	7,17mA	10,35mA	10,9mA

Tabela 4: Średnia pomiarów

- Odchylenie standardowe. Mówi ono o rozłożeniu wartości pomiaru względem wartości średniej. Aby policzyć odchylenie standardowe wykorzystamy wzór:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (2)$$

gdzie  $\bar{x}$  oznacza średnią wartość pomiaru.

Odchylenie std. Dla diody:	Czerwonej	Niebieskiej	Zielonej	Żółtej
Napięcia(multimetr)	0,006	0,006	0	0,021
Napięcia(oscyloskop)	0	0,006	0,006	0
Natężenia(multimetr)	0,010	0,015	0,006	0,253

Tabela 5: Odchylenie standardowe pomiarów dla poszczególnych diod

## 2.6 Analiza wyników i wnioski

Jak dobrze widać nie zależnie od tego czym mierzymy napięcie, wyniki są bardzo zbliżone do siebie. Szczególnie dobrze pokazuje ten fakt odchylenie standardowe wartości pomiarów, które jest bardzo blisko zera bądź równe zero dla wszystkich wykonanych pomiarów. Dostrzec można, że w naszych badaniach głównymi błędami jakie mogły wystąpić są: błąd gruby i paralaksy. Analizując jednak wyniki, dochodzimy do wniosku, że żaden z wymienionych błędów nie zachodzi.

Kolejnym wnioskiem z naszych obliczeń jest fakt, że dobraliśmy dobre rezystory ponieważ widać z tabel zawierających natężenia na diodach, iż na żadnej z nich jego wartość nie przekracza bezpiecznych dla sprzętu  $20mA$ .

## 3 Zegar binarny

### 3.1 Cel

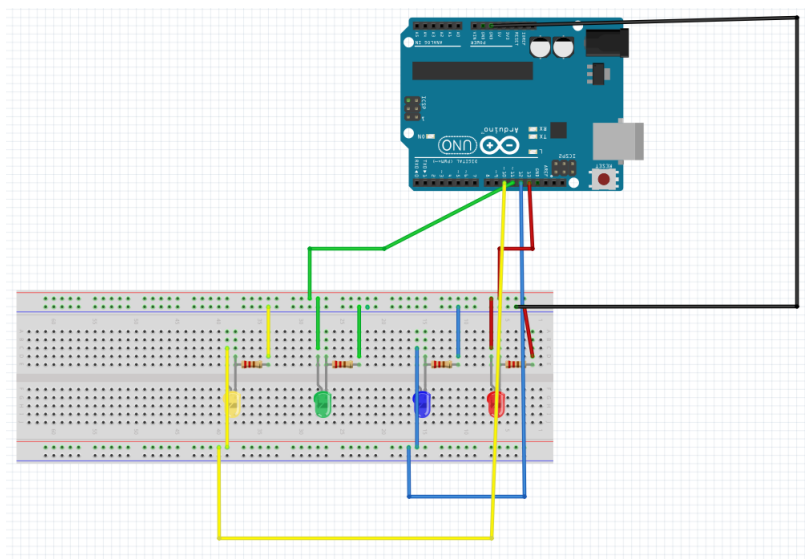
Celem jest napisanie programu, który na czterech diodach, wyświetli w kolejności rosnącej wszystkie liczby całkowite z przedziału  $[0, 15]$ , zauważmy, że cyfra 0 i liczba 15 również mają zostać wyświetlone.

### 3.2 Program

```
int i=0;
void setup(){
    pinMode(13, OUTPUT);
    pinMode(12, OUTPUT);
    pinMode(11, OUTPUT);
    pinMode(10, OUTPUT);
}

void loop(){
    i++;
    if((i%2)>0){digitalWrite(13, HIGH);} else {digitalWrite(13, LOW);}
    if((i%4)>1){digitalWrite(12, HIGH);} else {digitalWrite(12, LOW);}
    if((i%8)>3){digitalWrite(11, HIGH);} else {digitalWrite(11, LOW);}
    if((i%16)>7){digitalWrite(10, HIGH);} else {digitalWrite(10, LOW);}
    delay(1000);
}
```

### 3.3 Schemat



Rysunek 4: Schemat Zegara Binarnego

### 3.4 Analiza działania i wnioski

Program zamienia wszystkie liczby całkowite z przedziału  $[0, 15]$  (włącznie z cyfrą 0 i liczbą 15) z systemu dziesiętnego na system binarny, wykorzystując przy tym reszty z dzielenia przez dwa, cztery, osiem i szesnaście. Poniższa tabela przedstawia zamianę liczb z systemu dziesiętnego na liczby z systemu binarnego.

Kod Dziesiętny	Kod Binarny
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Tabela 6: Tabela Zmiany Kodu Dziesiętnego na Kod Binarny



Rysunek 5: Diody w różnych kolorach

Do wykonania tego ćwiczenia potrzebowaliśmy czterech diod w kolorach: czerwonym, niebieskim, zielonym i żółtym. Do prawidłowej pracy każdej z diod dobraliśmy rezystory  $220\Omega$  (uzasadnienie w sekcji 2.2). Zauważyć można, że zmienna  $i$  zadana na początku programu w pewnym momencie przekroczy nasz przedział i będzie dążyła do nieskończoności, ale nie depra-

wuje nam to działania programu, ponieważ ciąg czterech pierwszych cyfr od prawej w systemie binarnym powtarza się co szesnasty wyraz (to znaczy, że cztery pierwsze cyfry kodu binarnego od prawej odpowiadającej cyfrze  $n$ , są takie same jak odpowiadające liczbie  $n + 16$ ). Dalej program przyporządkowuje (zgodnie z schematem), odpowiednio diodzie w kolorze: czerwonym (Pin 13), niebieskim (Pin 12), zielonym (Pin 11) i żółtym (Pin 10), cyfry w kodzie binarnym: pierwszą, drugą, trzecią i czwartą, patrząc od prawej. Kiedy w systemie binarnym, któraś z cyfr (znajdująca się na dowolnym miejscu patrząc od prawej) przyjmuje wartość 1, sprawdzamy to używając instrukcji warunkowej "if", dioda przypisana do tej cyfry zapali się, dzięki opcji "HIGH" w funkcji "digitalWrite()". Odpowiednio, kiedy przyjmuje wartość 0, dioda nie zaświeci się, dzięki opcji "LOW" w funkcji "digitalWrite()". Program zatem działa w nieskończoność i wyświetla wartości w systemie binarnym liczb z przedziału  $[0, 15]$ . Co więcej, program można łatwo edytować, aby wyświetlał dalsze liczby, dodając segmenty odpowiadające za kolejne diody w programie i na schemacie.

## 4 Dioda RGB

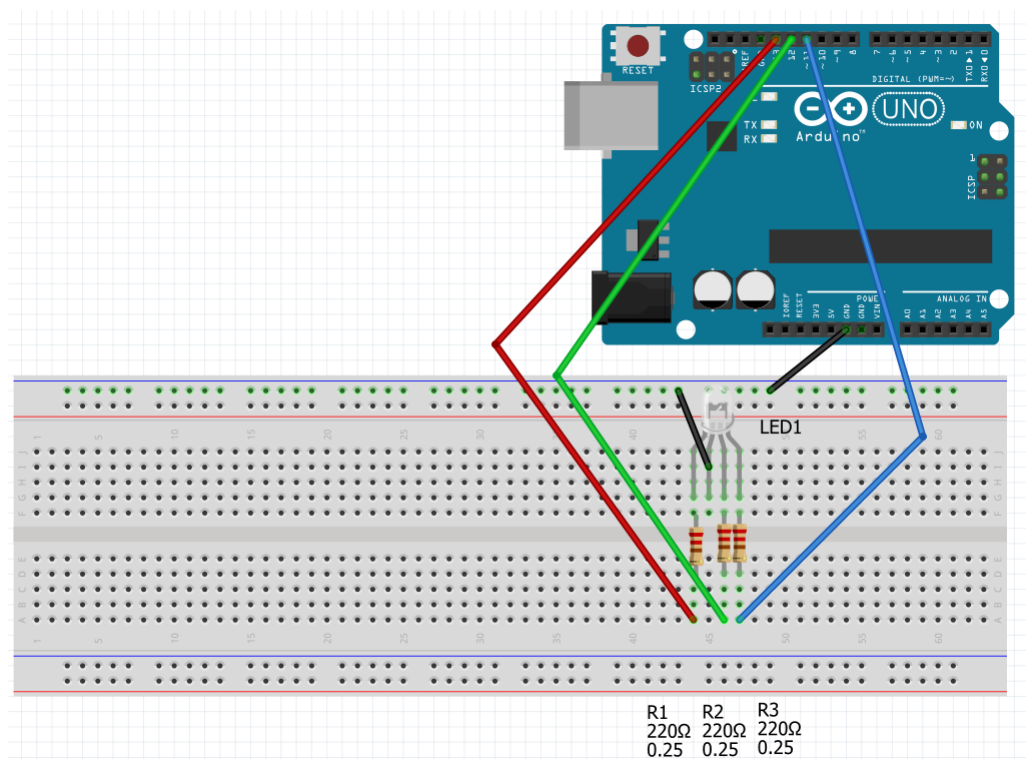
### 4.1 Cel

Celem jest napisanie programu, który pozwoli na płynne przechodzenie kolorów na diodzie RGB, opisanie jego działania oraz wnioski płynące z obserwacji.

### 4.2 Program

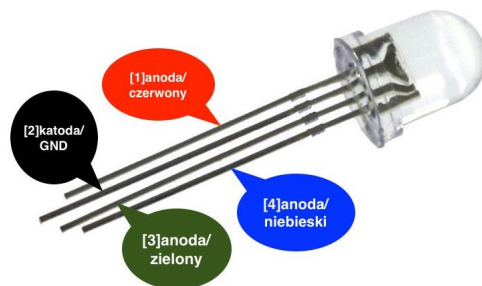
```
void setup() {  
    pinMode(13,OUTPUT);  
    pinMode(12,OUTPUT);  
    pinMode(11,OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
    digitalWrite(13,HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(13,LOW);  
    digitalWrite(12,HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(12,LOW);  
    digitalWrite(11,HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(11,LOW);  
}
```

### 4.3 Schemat



Rysunek 6: Schemat RGB

### 4.4 Analiza działania



Rysunek 7: Dioda RGB



Do wykonania tego ćwiczenia potrzebowaliśmy diody RGB. Jak sama nazwa wskazuje, jest to dioda świecąca w trzech kolorach- czerwonym(Red), zielonym(Green) oraz niebieskim(Blue). Zasilana jest przez jedną katodę, ale obsługiwana jest przez trzy piny cyfrowe. Każdy z pinów odpowiada za osobny kolor świecenia. W związku z tym, do prawidłowej pracy diody użyliśmy trzech oporników  $220\Omega$  połączonych szeregowo z każdą z anod (Patrz w sekcji 4.3).

W programie Słowo klucz "HIGH" w funkcji "digitalWrite()" sprawia, że kolor przypisany do odpowiedniego pinu zapala się, a następnie przy użyciu słowa "LOW" kolor gaśnie i przechodzi w następny w miarę postępowania programu. Aby utrzymać efekt świecenia dłużej używamy funkcji "delay()", która opóźnia wystąpienie kolejnej części kodu o zadaną ilość milisekund.

Po wykonaniu tego ćwiczenia dochodzimy do konkluzji, iż jedna dioda RGB, zarówno w programie jak i w obwodzie zachowuje się jak trzy osobne diody różnych kolorów działające niezależnie od siebie. Jest to ważny wniosek ponieważ mimo iż trzy kolory znajdują się w jednej diodzie, można je kontrolować osobno co prowadzi do wielu, bardziej skomplikowanych zastosowań diod RGB.