Politechnika Białostocka
Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki, Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Instrukcja
do pracowni specjalistycznej z przedmiotu

Programowanie C

Kod przedmiotu: **CP1S01005**

(studia stacjonarne)

JĘZYK C - PODSTAWY PROGRAMOWANIA Z WYKORZYSTANIEM PLATFORMY ARDUINO

Numer ćwiczenia

PRC_08

Autor:
dr inż. Jarosław Forenc

Białystok 2023

Spis treści

Materiały dydaktyczne przeznaczone dla studentów Wydziału Elektrycznego PB.

1. Opis stanowiska

1.1. Stosowana aparatura

Podczas zajęć wykorzystywany jest komputer klasy PC z systemem operacyjnym Microsoft Windows 10/11 oraz platforma Arduino wraz z zestawem czujników.

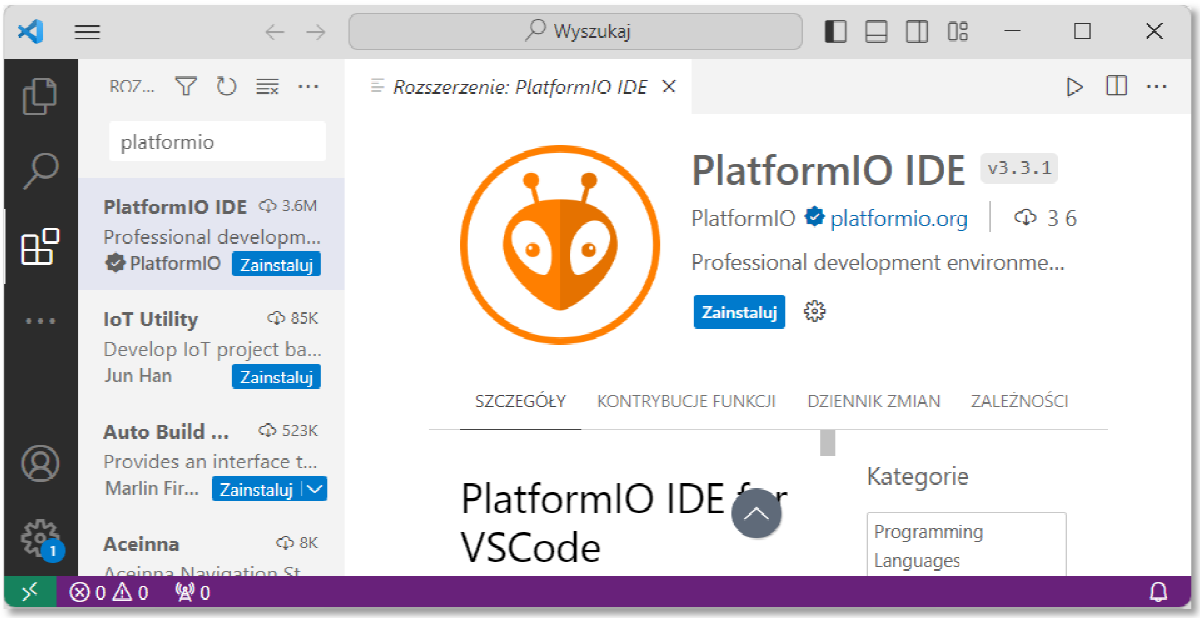
1.2. Oprogramowanie

Na komputerach zainstalowany jest edytor kodu źródłowego Visual Studio Code 1.81 (lub nowszy) wraz z rozszerzeniem (PlatformIO IDE for VSCode).

2. Wiadomości teoretyczne

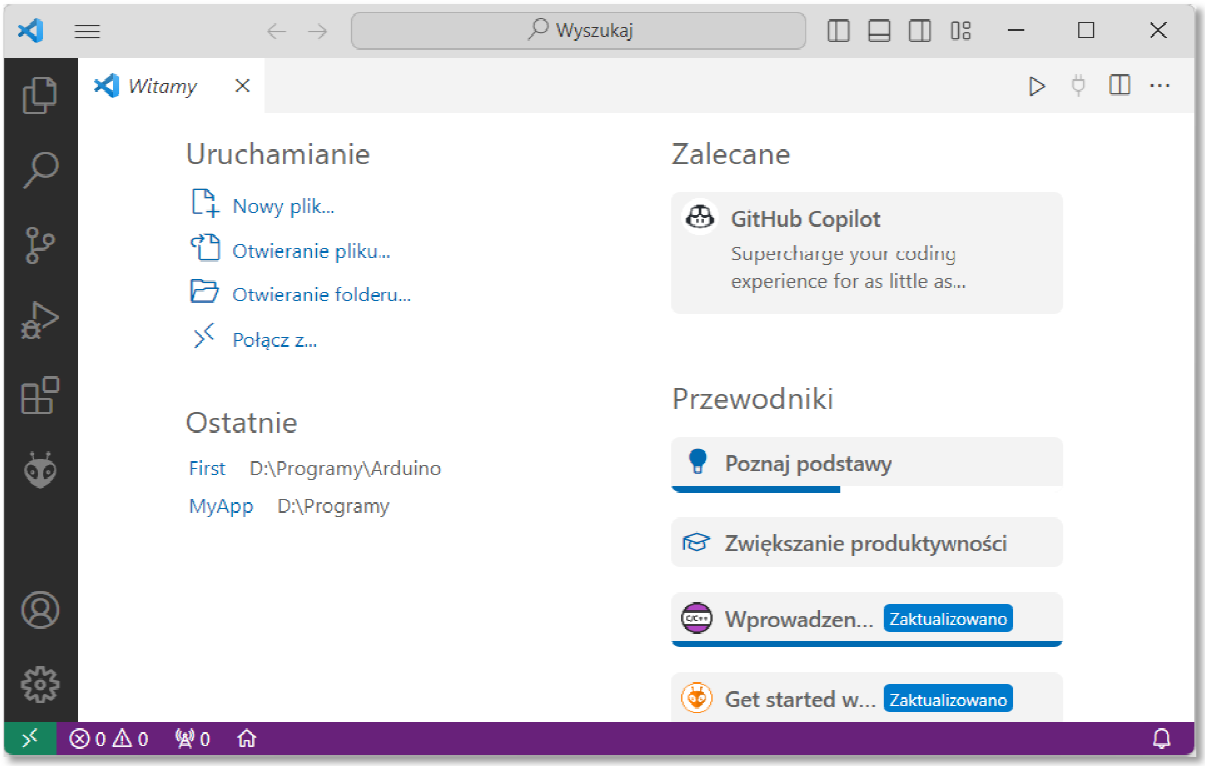
2.1. Instalacja rozszerzenia PlatformIO w edytorze Visual Studio Code

Zastosowanie edytora Visual Studio Code do pisania i uruchamiania programów w języku C na platformie Arduino wymaga zainstalowania rozszerzenia **PlatformIO**. W tym celu przechodzimy do rozszerzeń (klawisz skrótu **Ctrl + Shift + X**), a następnie wyszukujemy i instalujemy rozszerzenie **PlatformIO IDE** (Rys. 1).



Rys. 1. Instalacja rozszerzenia **PlatformIO**

Po zainstalowaniu rozszerzenia **PlatformIO** należy ponownie uruchomić Visual Studio Code. Na podstawowym pasku bocznym (znajdującym się domyślnie przy lewej krawędzi okna programu) pojawi się dodatkowa ikonka (Rys. 2).

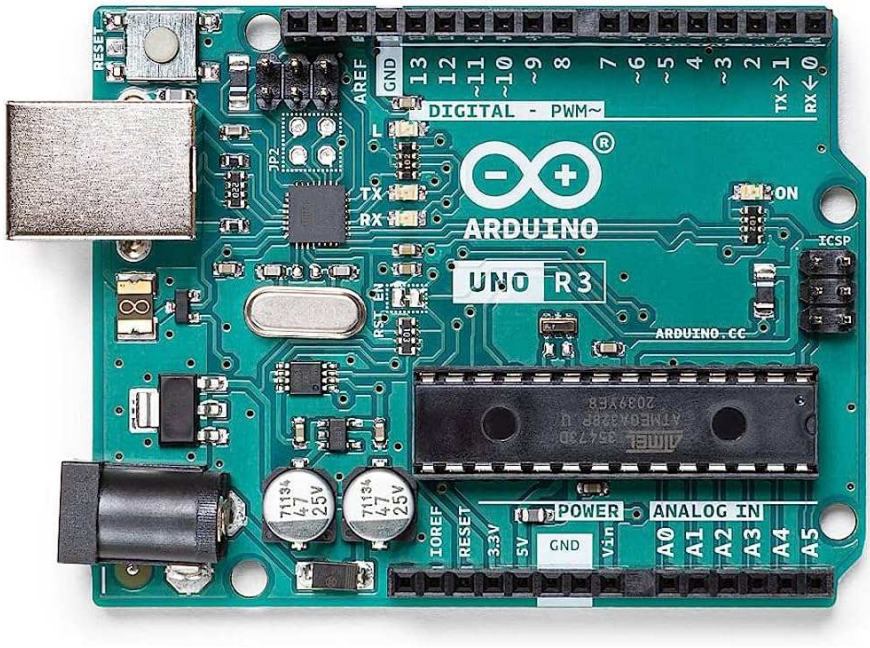


Rys. 2. Visual Studio Code z zainstalowanym rozszerzeniem **PlatformIO**

2.2. Platforma Arduino

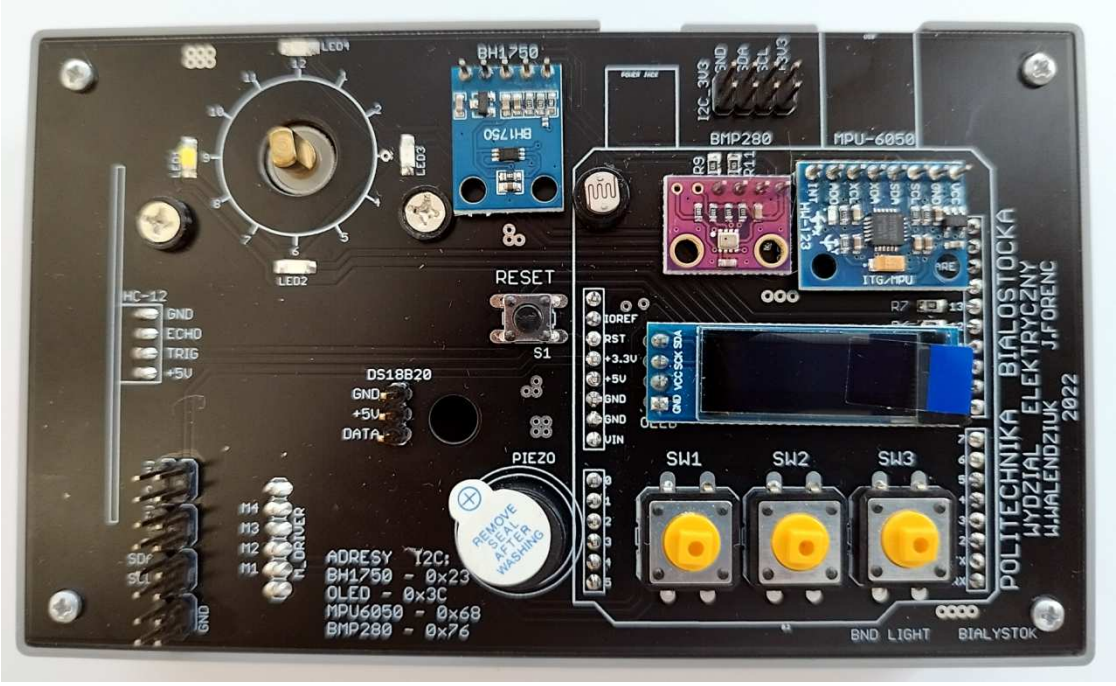
Arduino jest to projekt typu open-source (Open Hardware), którego głównym celem jest opracowanie platformy programistycznej dla systemów wbudowanych opartych na mikrokontrolerach montowanych w pojedynczym obwodzie drukowanym. Język programowania Arduino oparty jest na środowisku Wiring i przypomina języki C/C++. Obecnie najbardziej popularną wersją jest **Arduino Uno R3** (Rys. 3). Moduł ten zawiera mikrokontroler AVR ATmega328 taktowany sygałem zegarowym o częstotliwości 16 MHz, 32 kB pamięci programu Flash, 1 kB EEPROM, 2 kB pamięci operacyjnej SRAM, 14 programowalnych cyfrowych wejść/wyjść (6 z nich może pracować jako kanały PWM do np. sterowania silnikami, regulowania jasności diod), 6 analogowych wejść wbudowanego przetwornika analogowo-cyfrowego o rozdzielczości 10-bitów, port USB, gniazdo zasilające, interfejs ICSP, przycisk Reset i diodę LED. Do zasilania Arduino można

wykorzystać dowolny zasilacz o napięciu od 7 V do 12 V lub zasilać bezpośrednio z komputera poprzez przewód USB.



Rys. 3. Arduino UNO R3

Na zajęciach będzie wykorzystywany moduł **Arduino UNO R3** wraz z dodatkowymi elementami i czujnikami, umieszczony w zamkniętej obudowie (Rys. 4)

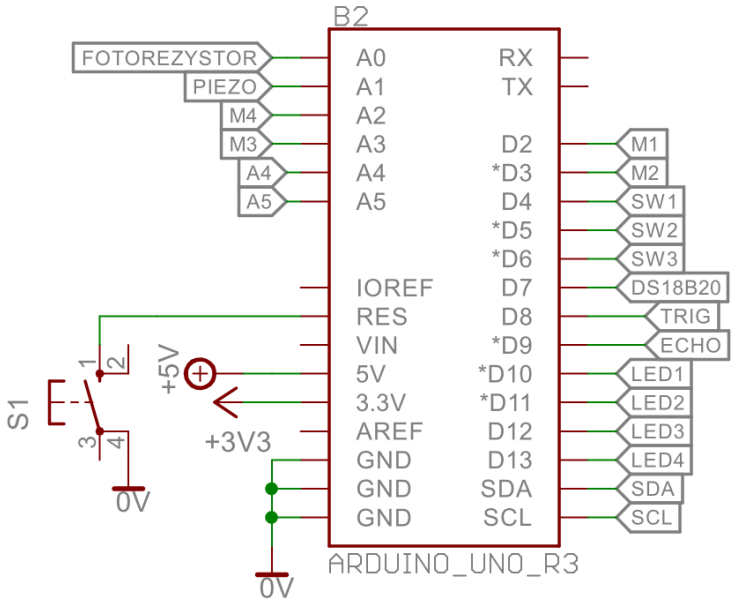


Rys. 4. Moduł Arduino wraz z dodatkowymi elementami i czujnikami.

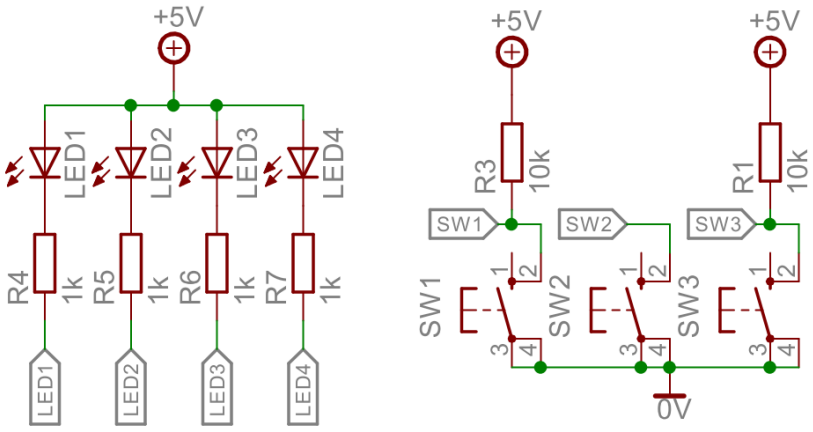
Lista dodatkowych elementów:

- **LED1**, **LED2**, **LED3**, **LED4** - diody LED w różnych kolorach;
- silnik krokowy;
- moduł **BH1750** - czujnik natężenia światła;
- fotorezystor;
- moduł **BMP280** - czujnik ciśnienia z wbudowanym termometrem;
- moduł **MPU-6050** - 3-osiowy akcelerometr i żyroskop;
- moduł wyświetlacza OLED;
- przycisk **RESET** - przycisk resetujący mikrokontroler;
- **PIEZO** - buzzer;
- **SW1**, **SW2**, **SW3** - przyciski;
- moduł **DS18B20** - czujnik temperatury;
- moduł **HC-SR04** - ultradźwiękowy czujnik odległości.

Schemat podłączenia poszczególnych elementów i czujników do modułu Arduino przedstawia Rys. 5 i Rys. 6.



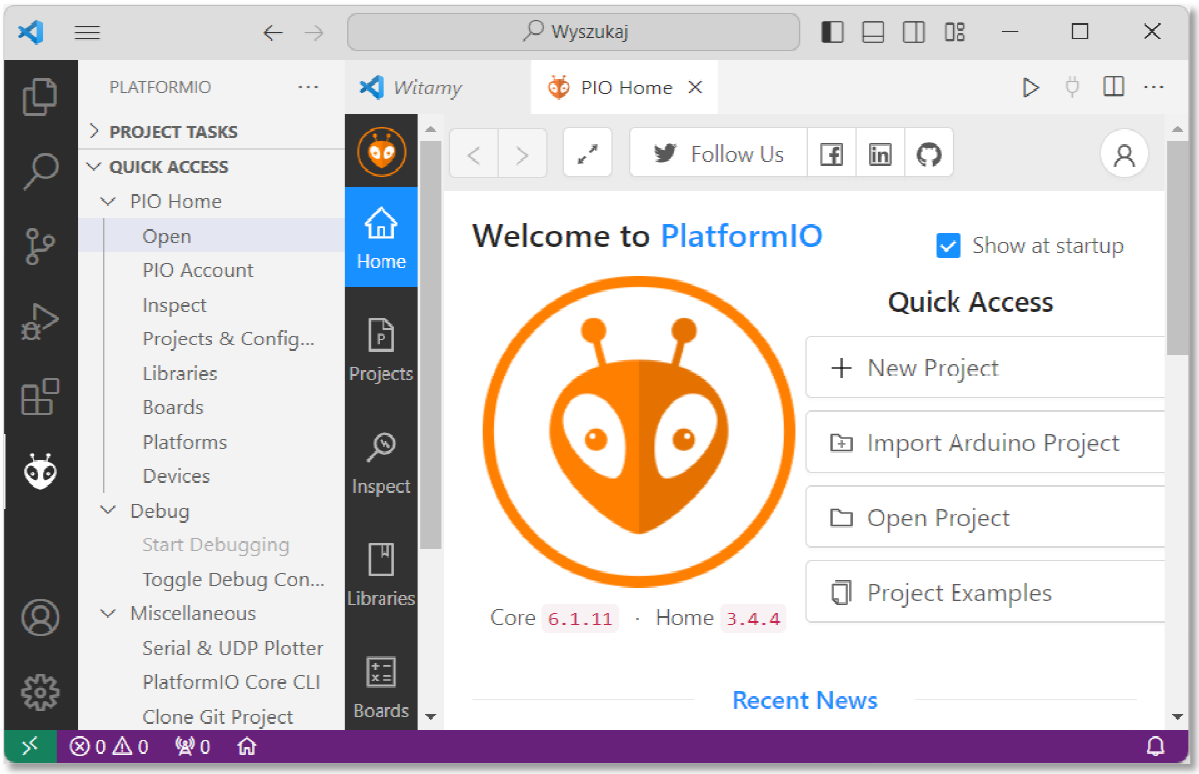
Rys. 5. Schemat podłączenia wyprowadzeń modułu Arduino.



Rys. 6. Schemat podłączenia diod LED oraz włączników

2.3. Stworzenie nowego projektu, kompilacja i uruchomienie programu

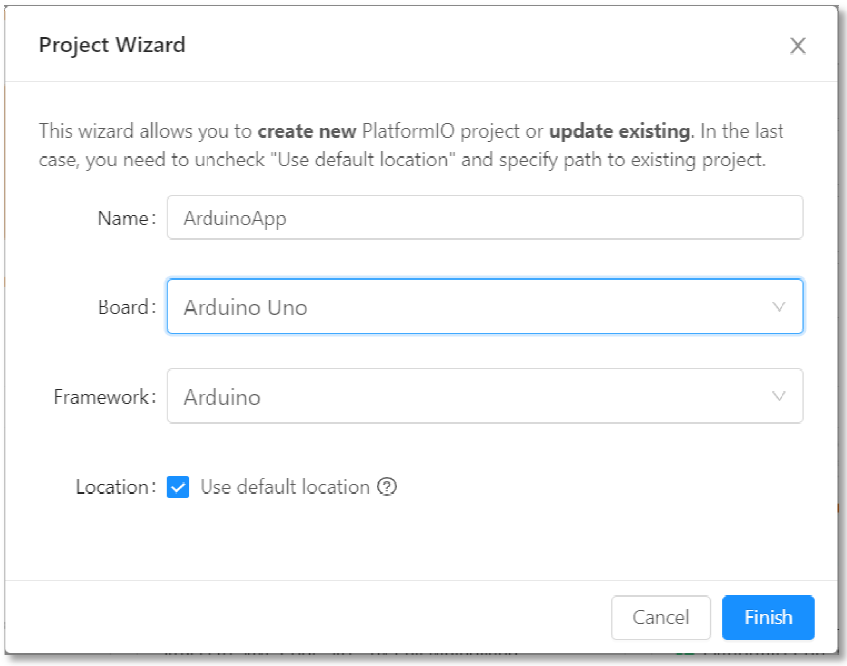
W celu napisania programu na platformę Arduino musimy stworzyć nowy projekt. Klikamy myszką ikonę rozszerzenia **PlatformIO** i w oknie, które pojawiło się wybieramy opcję **PIO Home → Open** (Rys. 7).



Rys. 7. Uruchomienie rozszerzenia **PlatformIO**

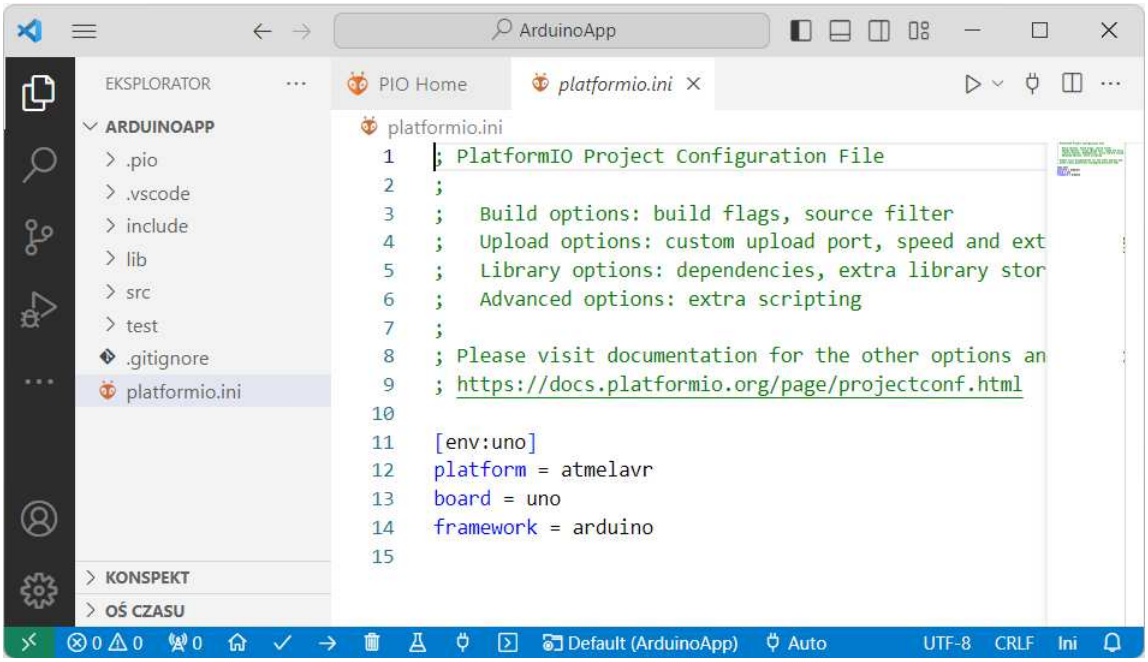
W oknie **Welcome to PlatformIO** wybieramy **New Project**. W oknie Project Wizard (Rys. 8) wprowadzamy:

- **Name** - nazwa naszego projektu;
- **Board** - wyszukujemy po nazwie Arduino Uno;
- **Framework** - nie mamy żadnego wyboru, domyślnie będzie to Arduino;
- **Location** - położenie folderu, w którym będą znajdowały się pliki projektu.



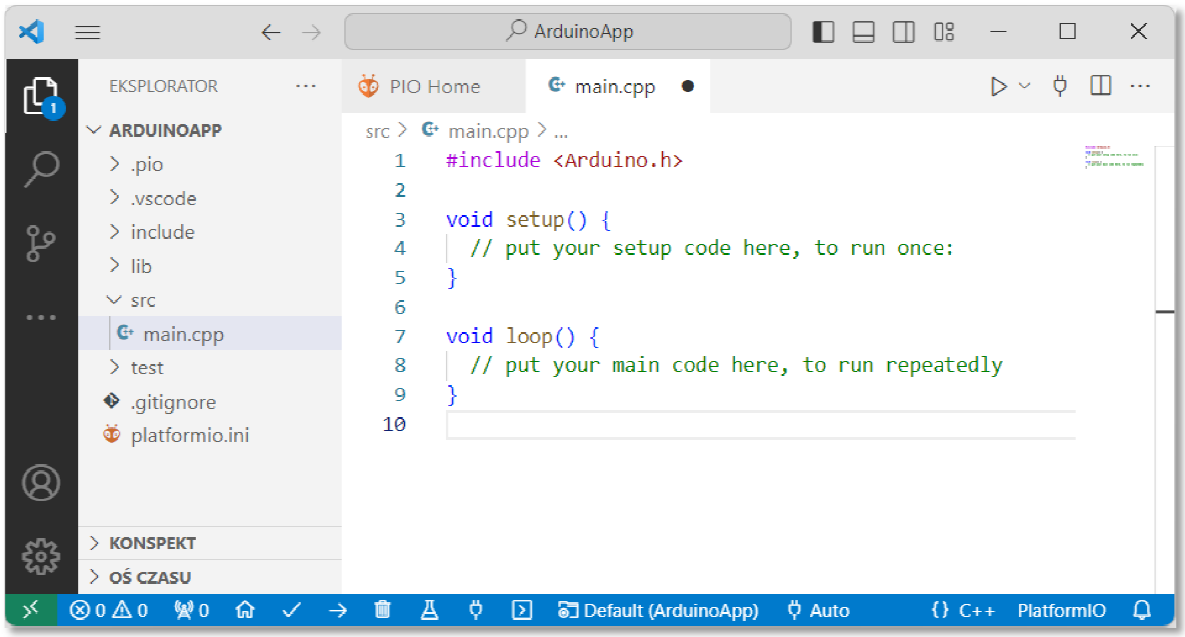
Rys. 8. Tworzenie nowego projektu

Po zatwierdzeniu danych (**Finish**) projekt zostanie utworzony (Rys. 9).



Rys. 9. Visual Studio Code po utworzeniu nowego projektu

Domyślnie w edytorze zostanie wyświetlona zawartość głównego pliku konfiguracyjnego projektu **PlatformIO**. W celu wyświetlenia pliku z kodem źródłowym rozwijamy opcję **> src** i dwukrotnie klikamy myszką na nazwie pliku **main.cpp**. Plik zostanie otwarty w edytorze (Rys. 10).

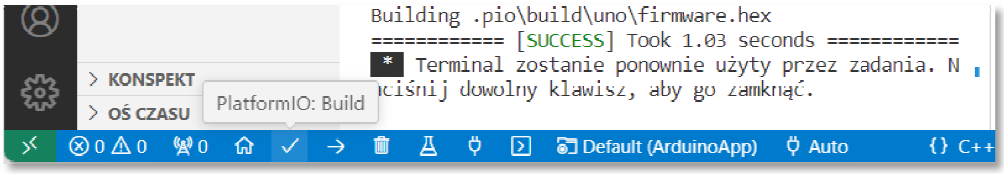


Rys. 10. Plik z kodem źródłowym programu

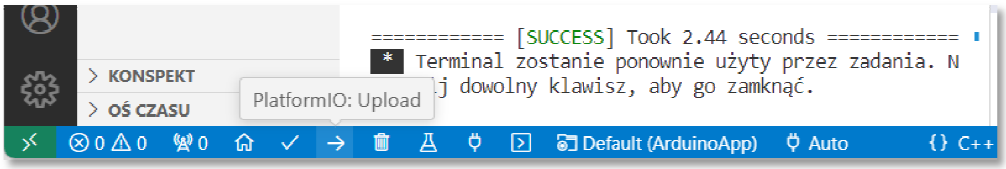
Jak można zauważyć w programie tym nie ma funkcji **main()** charakterystycznej dla programów napisanych w języku C. Najprostszy program dla platformy Arduino składa się z dwóch funkcji:

- **setup()** - funkcja wykonywana tylko jeden raz po włączeniu zasilania, przeznaczona jest głównie do ustawień początkowych;
- **loop()** - funkcja wykonywana w pętli nieskończonej, zawiera główną część programu.

Program pokazany na Rys. 10 nie wykonuje żadnych operacji, ale można go już skompilować, przesłać do modułu Arduino i uruchomić. Wszystkie te operacje wykonujemy klikając odpowiednie ikonki na niebieskim pasku znajdującym się na dole okna programu. Kliknięcie ikonki znacznika wyboru ✓ (**PlatformIO: Build**, Rys. 11) spowoduje kompilację programu, zaś kliknięcie ikonki ze strzałką → (**PlatformIO: Upload**, Rys. 12) spowoduje przesłanie programu do Arduino i jego uruchomienie.



Rys. 11. Kompilacja programu



Rys. 12. Przesłanie programu do modułu Arduino i uruchomienie

2.4. Sterowanie diodą LED

Zadaniem pierwszego programu będzie sterowanie diodą **LED1**. W programie tym dioda będzie naprzemiennie zapalała się i gasła. Kod programu pokazany jest poniżej.

Migająca dioda LED.

```
#include <Arduino.h>

#define LED1_PIN 10

void setup() {
  pinMode(LED1_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(LED1_PIN, HIGH);
}

void loop() {
  digitalWrite(LED1_PIN, LOW);
  delay(500);
  digitalWrite(LED1_PIN, HIGH);
  delay(500);
}
```

Na Rys. 5 możemy zauważyć, że dioda **LED1** podłączona jest do pinu Arduino o numerze **10**. Definiujemy w programie stałą preprocesora **LED1_PIN**, która będzie przechowywała ten numer. Pin nr **10** musimy ustawić jako wyjście. Służy do

tego funkcja **pinMode()**, którą umieszczamy w funkcji **setup()**. Funkcja ta ma dwa argumenty. Pierwszym jest numer pinu (liczba od **0** do **13**), zaś drugim - określenie funkcji pinu (**INPUT**, **OUTPUT**, **INPUT_PULLUP**). Pin będący wyjściem może znajdować się w jednym z dwóch stanów logicznych: wysokim (**HIGH**) i niskim (**LOW**). Anoda diody **LED1** podłączona jest do napięcia **5 V** (Rys. 6), natomiast jej katoda, przez rezystor **R4**, do pinu nr **10**. Jeśli pin nr **10** będzie miał stan wysoki, to przez diodę nie będzie płynął prąd i nie będzie ona świecić się. Jeśli na pinie nr **10** ustawimy stan niski to prąd popłynie i dioda zacznie świecić się. Do ustawienia stanu logicznego pinu wyjściowego stosujemy funkcję **digitalWrite()**. Funkcja ta ma dwa argumenty. Pierwszym jest numer pinu, zaś drugim stan logiczny (**HIGH**, **LOW**). W funkcji **setup()** ustawiamy początkowy stan diody **LED1** na **HIGH**, czyli nie będzie ona świecić się. Następnie wykonywana jest, w pętli nieskończonej, funkcja **loop()**. W funkcji tej ustawiamy stan pinu nr **10** na niski (dioda **LED1** zaczyna świecić się). Następnie wywołujemy funkcję **delay()**, która wstrzymuje wykonanie programu na czas będący jej argumentem. Czas podajemy w milisekundach. Po 500 ms zmieniamy stan pinu nr **10** na wysoki (dioda gaśnie) i ponownie wstrzymujemy działania programu na 500 ms. Po zakończeniu funkcji **loop()** jest ona ponownie wykonywana.

2.5. Zastosowanie przycisku do sterowania układem

Do sterowania opracowanym układem bardzo często stosowane są przyciski. W kolejnym programie po wciśnięciu przycisku **SW1** dioda **LED1** będzie świeciła się przez 2 sekundy.

Przycisk włączający diodę LED na 2 sekundy.

```
#include <Arduino.h>

#define LED1_PIN 10
#define SW1_PIN 4

void setup() {
  pinMode(LED1_PIN, OUTPUT);
  pinMode(SW1_PIN, INPUT);
```

```
  digitalWrite(LED1_PIN, HIGH);
}

void loop() {
  if (digitalRead(SW1_PIN) == LOW)
  {
    digitalWrite(LED1_PIN, LOW);
    delay(2000);
    digitalWrite(LED1_PIN, HIGH);
  }
}
```

Zgodnie z Rys. 5 przycisk **SW1** podłączony jest do pinu Arduino o numerze **4**. Definiujemy dwie stałe preprocesora **LED1_PIN** oraz **SW1_PIN**, które będą przechowywały numery pinów. W funkcji **setup()** ustawiamy pin nr **10** jako wyjście (**OUTPUT**), zaś pin nr 4 jako wejście (**INPUT**). Początkowy stan diody **LED1** ustawiamy na **HIGH**, czyli nie będzie ona świecić się. Analizując Rys. 6 możemy zauważyć, że jeśli przycisk **SW1** nie jest wciśnięty to na pinie nr **4** jest stan wysoki (**HIGH, +5V**), zaś po wciśnięciu przycisku na pinie nr 4 pojawia się stan niski (**LOW**, **0V**). W funkcji **loop()** sprawdzamy funkcją **digitalRead()** stan pinu będącego jej argumentem. Jeśli stan jest niski, to wtedy zapalamy diodę **LED1**, czekamy 2 sekundy, a następnie wyłączamy diodę.

3. Przebieg ćwiczenia

Na pracowni specjalistycznej należy wykonać wybrane zadania wskazane przez prowadzącego zajęcia. W różnych grupach mogą być wykonywane różne zadania.

1. Napisz program, w którym 4 diody LED zapalają się po kolei i gasną tworząc efekt poruszającego się punktu świetlnego po okręgu (zgodnie z ruchem wskazówek zegara).

2. Napisz program, w którym 4 diody LED zapalają się po kolei i gasną tworząc efekt poruszającego się punktu świetlnego po okręgu (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara).

3. Napisz program, w którym 4 diody LED zapalają się po kolei i gasną tworząc efekt poruszającego się punktu świetlnego po okręgu. Każdorazowe naciśnięciu przycisku **SW1** powinna spowodować zmianę kierunku poruszającego się punktu świetlnego.

4. Napisz program, w którym przyciski **SW1**, **SW2** i **SW3** powinny sterować świeceniem się lub gaśnięciem diod **LED1**, **LED2** i **LED3**. Po uruchomieniu programu diody nie powinny świecić się. Po wciśnięciu **SW1** dioda **LED1** powinna zaświecić się. Ponowne wciśnięcie tego przycisku powinno spowodować jej zgaszenie. Na tej samej zasadzie powinny działać pozostałe przyciski i diody LED.

4. Literatura

[1] Prata S.: Język C. Szkoła programowania. Wydanie VI. Helion, Gliwice, 2016.

[2] Wrotek W.: Arduino od podstaw. Helion, Gliwice, 2023.

[3] Monk S.: Arduino dla początkujących. Podstawy i szkice. Helion, Gliwice, 2019.

[4] Evans M., Noble J., Hochenbaum J.: Arduino w akcji. Helion, Gliwice, 2014.

[5] Kernighan B.W., Ritchie D.M.: Język ANSI C. Programowanie. Wydanie II. Helion, Gliwice, 2010.

[6] https://code.visualstudio.com/ - Visual Studio Code

[7] https://www.arduino.cc/reference/en/ - Arduino Language Reference

5. Pytania kontrolne

1. Wyjaśnij, w jaki sposób w Visual Studio Code można utworzyć projekt, skompilować program, przesłać go i uruchomić na module Arduino.
2. Opisz ogólną strukturę programu działającego na platformie Arduino.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób można sterować diodą LED przy wykorzystaniu przycisku.

6. Wymagania BHP

Warunkiem przystąpienia do praktycznej realizacji ćwiczenia jest zapoznanie się z instrukcją BHP i instrukcją przeciw pożarową oraz przestrzeganie zasad w nich zawartych.

W trakcie zajęć laboratoryjnych należy przestrzegać następujących zasad.

- Sprawdzić, czy urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym są w stanie kompletnym, nie wskazującym na fizyczne uszkodzenie.
- Jeżeli istnieje taka możliwość, należy dostosować warunki stanowiska do własnych potrzeb, ze względu na ergonomię. Monitor komputera ustawić w sposób zapewniający stałą i wygodną obserwację dla wszystkich członków zespołu.
- Sprawdzić prawidłowość połączeń urządzeń.
- Załączenie komputera może nastąpić po wyrażeniu zgody przez prowadzącego.
- W trakcie pracy z komputerem zabronione jest spożywanie posiłków i picie napojów.
- W przypadku zakończenia pracy należy zakończyć sesję przez wydanie polecenia wylogowania. Zamknięcie systemu operacyjnego może się odbywać tylko na wyraźne polecenie prowadzącego.
- Zabronione jest dokonywanie jakichkolwiek przełączeń oraz wymiana elementów składowych stanowiska.

- Zabroniona jest zmiana konfiguracji komputera, w tym systemu operacyjnego i programów użytkowych, która nie wynika z programu zajęć i nie jest wykonywana w porozumieniu z prowadzącym zajęcia.
- W przypadku zaniku napięcia zasilającego należy niezwłocznie wyłączyć wszystkie urządzenia.
- Stwierdzone wszelkie braki w wyposażeniu stanowiska oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu sprzętu należy przekazywać prowadzącemu zajęcia.
- Zabrania się samodzielnego włączania, manipulowania i korzystania z urządzeń nie należących do danego ćwiczenia.
- W przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym należy niezwłocznie wyłączyć zasilanie stanowiska. Przed odłączeniem napięcia nie dotykać porażonego.