.NET Micro Framework STM32F4 Discovery

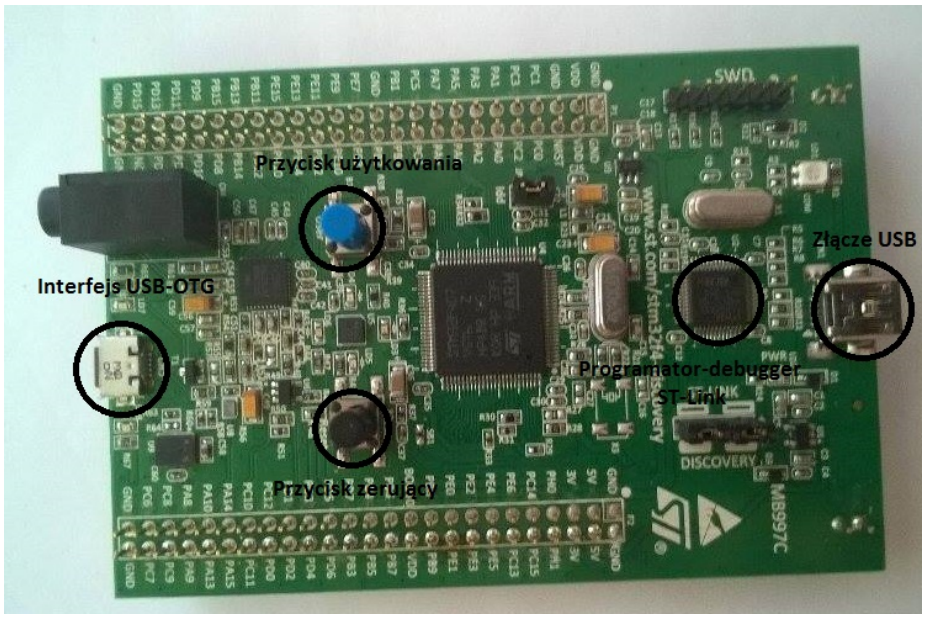
Wojciech Duda

2016.4.21

Spis treści

1 Teoria

Rdzeń CortexM4F wykorzystuje architekturę ARMv7M. Pod względem organizacji pamięci jest to architektura harwardzka, tzn. pamięć zawierająca kod programu (Flash) i pamięć danych (SRAM) są rozdzielone i dostęp do nich odbywa się poprzez osobne magistrale.



Rysunek 1: Opis urządzenia

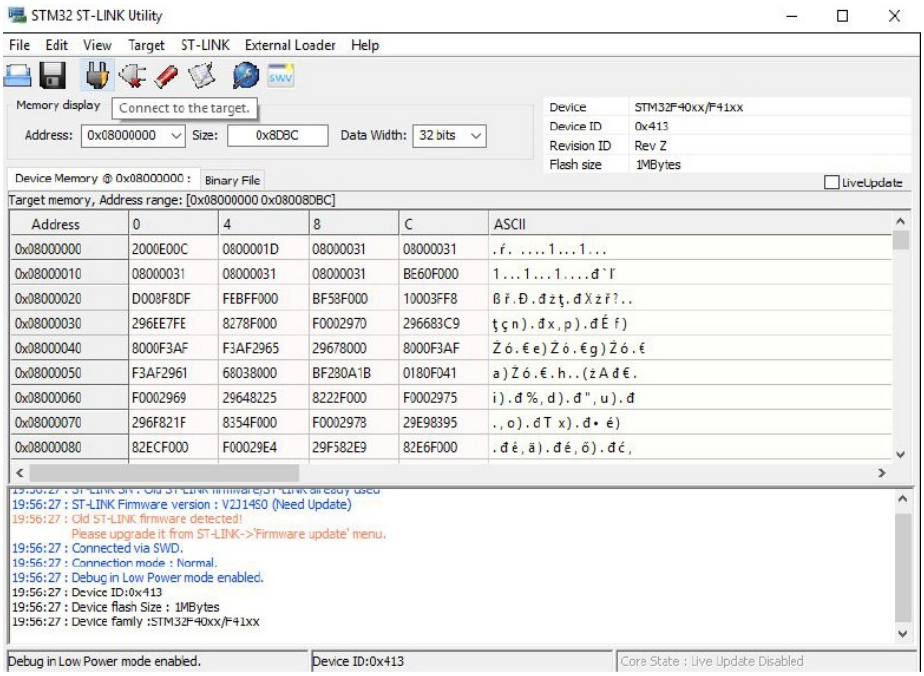
2 Instalacja

2.1 Narzędzia:

- mikrokontroler STM32F4 Discovery
- kable USB Micro oraz USB Mini
- Visual studio
- STM32 ST-LINK Utility (kliknij, aby pobrać)
- sterwonik USB (kliknij, aby pobrać)
- bootloader oraz pliki hex (kliknij, aby pobrać)
- .NET MicroFramework SDK (kliknij, aby pobrać)

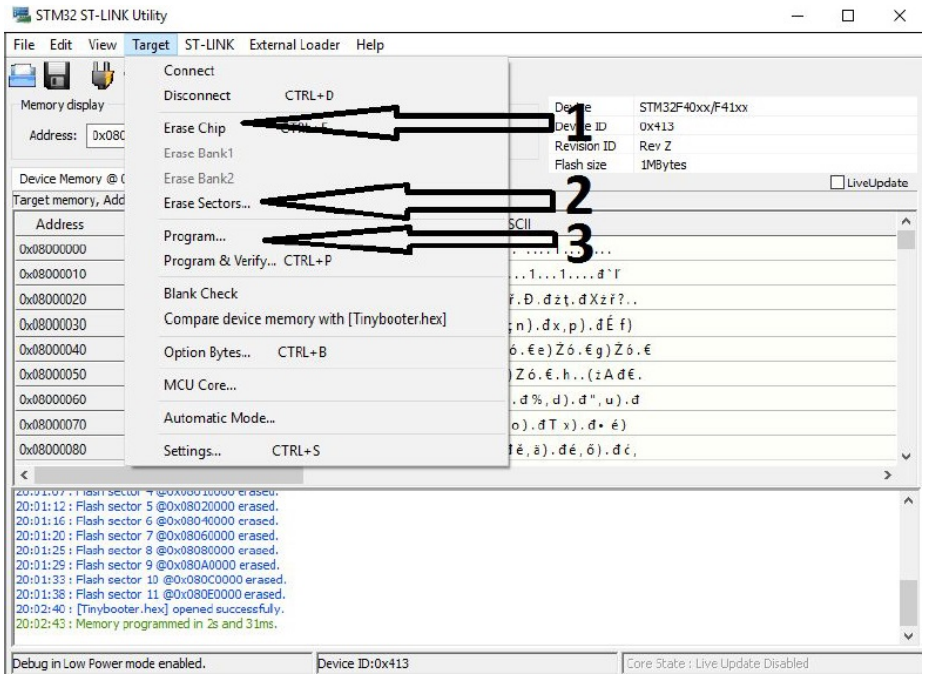
2.2 Konfiguracja

1. Pobierz pliki z punktu 2.1.
2. Zainstaluj STM32 ST-LINK Utility oraz SDK, resztę plików rozpakuj.
3. Podłącz kabel USB Mini (do wejścia oznaczonego jako “Złącze USB” na Rysunku 1.)
4. Włącz ST-LINK Utility , a następnie połącz się z stm32f4 poprzez przycisk: “Connect to the = target”



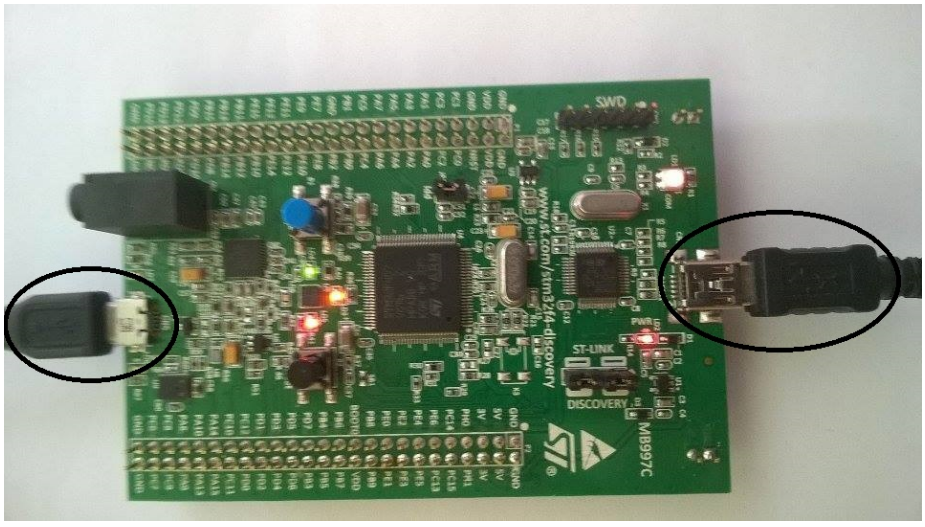
Rysunek 2: STLINK Utility

5. Następnie wybierz Target >Erase Chip oraz Target>Erase Sectors, wybierz wszystkie i potwierdź. Wybierz Target >Program. . . , wybierz ścieżkę Tinybooter.hex a następnie wybierz start. Zresetuj mikrokontroler poprzez przycisk zerujący.



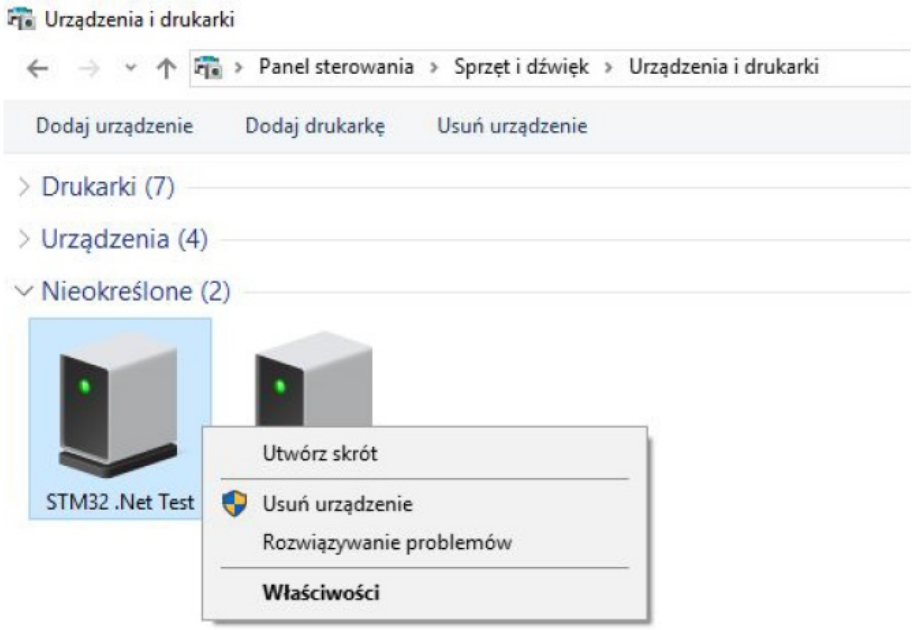
Rysunek 3: Programowanie debuggera

6. Jeżeli wszystko przebiegło prawidłowo, powinny zapalić się 3 diody użytkowe. Podłącz kabel micro USB (jak na rysunku 4).



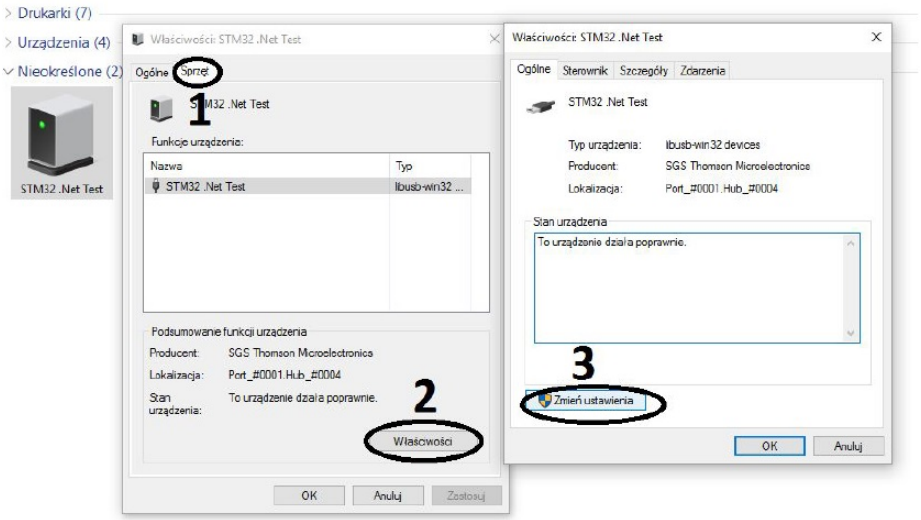
Rysunek 4: Podłączony STM32F4 kablami mikro i mini USB

7. Przejdź do “urządzenia i drukarki”. Tam w obszarze“ nieokreślone” kliknij prawym przyciskiem myszy w “STM .Net Test” i wybierz właściwości.

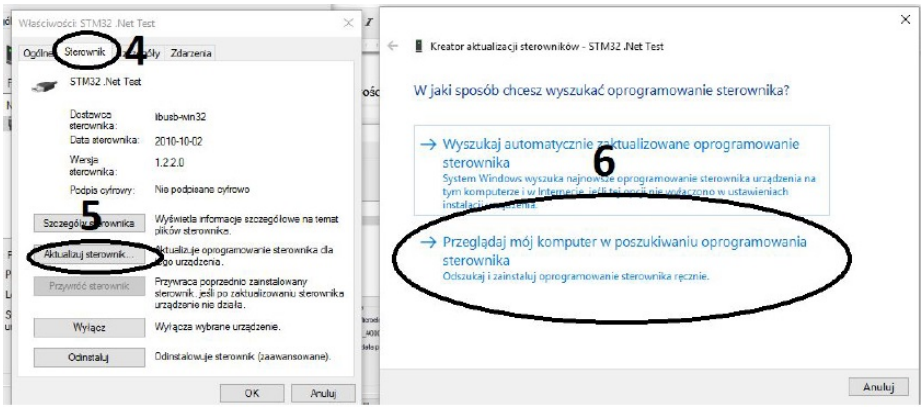


Rysunek 5: Urządzenia i drukarki

8. Wejdź w sprzęt >właściowości >zmień ustawienia >sterownik >Aktualizuj sterownik...



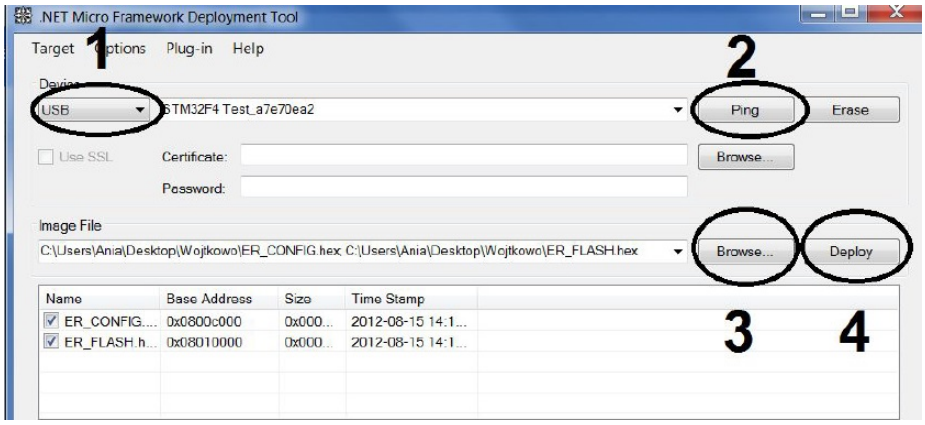
Rysunek 6: Instalacja sterownika krok 1



Rysunek 7: Instalacja sterownika krok 2

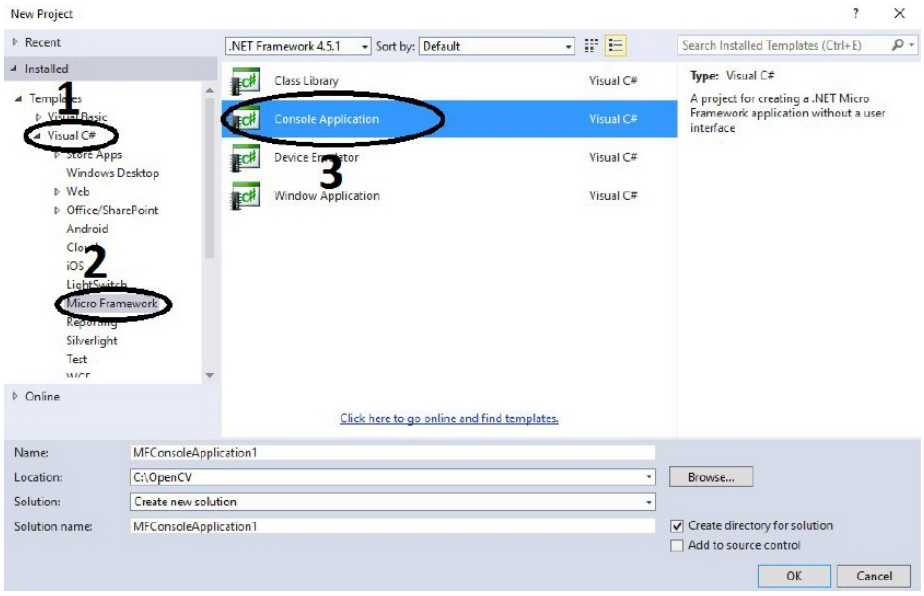
9. Wybierz “Przeglądaj mój komputer w poszukiwaniu oprogramowania sterownika” i wybierz ścieżkę, gdzie rozpakowałeś na początku sterownik. Podczas instalacji ignoruj ostrzeżenia.

10. Uruchom MFDeploy. Wybierz Device: USB. Naduś przycisk Ping. Następnie drugie od góry Browse... , wybierz ścieżkę pozostałych dwóch plików hex: ER_CONFIG.hex, ER_FLASH.hex oraz wybierz Deploy.



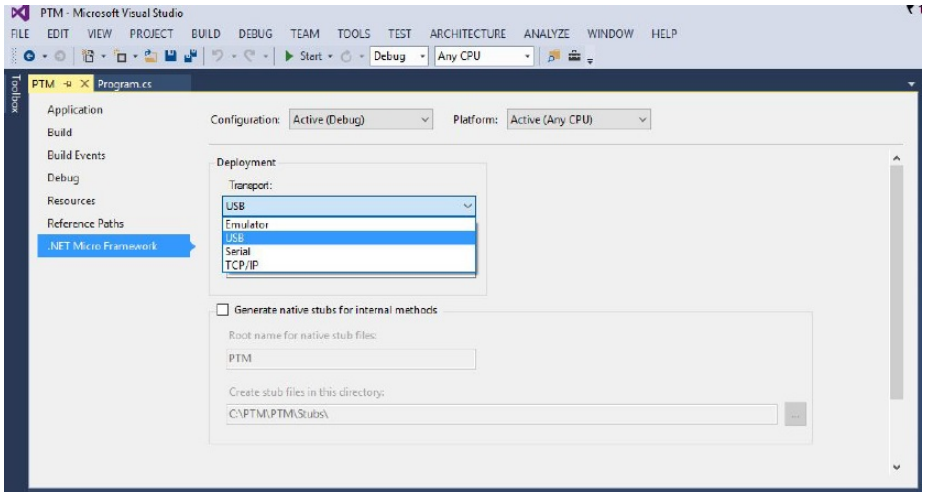
Rysunek 8: MF Deploy

11. Włącz Visual studio, utwórz nowy projekt i wybierz C# >Micro Framework >Console Application.



Rysunek 9: Tworzenie projektu

12. W utworzonym projekie, w Solution Explorer kliknij prawym przyciskiem myszy na projekt i wybierz “Properties”. Tam wybierz .NET Micro Framework i Transport ustaw na USB.



Rysunek 10: Konfigurowanie Visual Studio

3 Przycisk

W tym rozdziale opisana jest klasa, dzięki której można korzystać z przycisku oraz krótka instrukcja: jak napisać program z użyciem przycisku.

3.1 Klasa InterruptPort

Klasa zdefiniowana w przestrzeni nazw Microsoft.SPOT.Hardware.

3.1.1 Referencje

- Microsoft.SPOT.Hardware

3.1.2 Konstruktor

```
InterruptPort (
Pin portId,
bool glitchFilter,
ResistorMode resistor,
InterruptMode interrupt)
```

- portId - identyfikator portu.
- glitchFilter - obsługa filtra błędów: true - włączony, false - wyłączony
- resistor - tryb rezystora, który określa stan domyślny dla portu.

- interrupt - tryb przerwania, który określa warunki wymagane do generowania przerwania.

3.1.3 Funkcje

bool Read () - zwraca aktualną wartość portu.

3.2 Program

Aby napisać program z użyciem przycisku, trzeba najpierw utworzyć dla niego obiekt:

```
InterruptPort button = new InterruptPort(
(Cpu.Pin)0,
false,
Port.ResistorMode.PullDown,
Port.InterruptMode.InterruptEdgeLevelHigh );
```

- (Cpu.Pin)0 - Przycisk znajduję się na zerowym pinie portu A, każdy port ma 16 pinów. Port A jest pierwszym portem, więc 16*0+0=0.
- false - wyłączona obsługa filtru błędów
- Port.ResistorMode.PullDown - rezystor ustawiony na pulldown (Kiedy przycisk nie jest aktywny, zwracana jest wartość logiczna 0)
- Port.InterruptMode.InterruptEdgeLevelHigh - włącza przerwanie, kiedy wartość portu jest wysoka.

Po utworzeniu obiektu dla przycisku można też zdeklarować inne obiekty potrzebne do programu (np. led opisane w punkcie 4). Po tych czynnościach można odczytać wartość portu przycisku (czy przycisk jest wduszony) za pomocą:

```
while(true)
  if (button.Read() == true)
      {kod programu}
  else
      {kod programu}
```

- while(true) - Pętla sterująca, dzięki niej jest ciągle sprawdzana wartość portu przycisku.
- button.Read() - Zwraca aktualną wartość portu przycisku.

4 LED

W tym rozdziale opisana jest klasa, dzięki której można obsługiwać diody LED oraz krótka instrukcja jak: napisać program obsługujący włączanie i wyłączanie diod LED.

4.1 Klasa OutputPort

Klasa zdefiniowana w przestrzeni nazw Microsoft.SPOT.Hardware.

4.1.1 Referencje

- Microsoft.SPOT.Hardware

4.1.2 Konstruktor

```
OutputPort (
Pin portId,
bool initialState )
```

- portId - identyfikator portu.
- initialState - stan początkowy na porcie po aktywacji.

4.1.3 Funkcje

void Write(bool state) - wpisuje wartość do portu.

- state - wartość wpisywana do portu.

4.2 Program

Aby napisać program z użyciem diod, trzeba dla każdej używanej diody stworzyć obiekt:

```
OutputPort led = new OutputPort(
(Cpu.Pin)x,
false)
```

- (Cpu.Pin)x - x - przyjmuje wartości od 60-63, diody znajdują się na końcowych pinach portu D, każdy port ma 16 pinów, więc 16*3+12=60 oraz 16*3+15=63.(niebieska-63, czerwona-62, pomarańczowa-61, zielona-60)
- false - stan początkowy diod - wyłączony

Po utworzeniu obiektów dla diod, można zająć się ich obsługą:

```
while(true)
{
        led.Write(true);
        for (int i = 0; i < 100000; i++) { }
        led.Write(false);
        for (int i = 0; i < 100000; i++) { }
}
```

- while(true) - Pętla sterująca, dzięki niej diody będą ciągle zmieniały swój stan.
- led.Write(true); - Włączenie diody.
- led.Write(false); - Wyłączenie diody.
- for (int i = 0; i ¡ 100000; i++) - pętle opóźniające, dzięki nim diody wolniej zmieniają stan.

5 PWM

W tym rozdziale opisana jest klasa, dzięki której można obsługiwać diody LED, przy wykorzystaniu PWM oraz krótka instrukcja jak: napisać program zmieniajacy moc świecenia diod LED.

5.1 Klasa PWM

Klasa zdefiniowana w przestrzeni nazw Microsoft.SPOT.Hardware.

5.1.1 Referencje

- Microsoft.SPOT.Hardware.PWM
- Microsoft.SPOT.Hardware

5.1.2 Konstruktor

```
PWM (
PWMChannel channel,
Double frequency_Hz,
Double dutyCycle,
bool invert)
```

- channel - kanał PWM

- frequency_Hz - Częstotliwość impulsów w Hz.
- dutyCycle - Określa ile całkowitego czasu jest przeznaczonego na prace jako wartość od 0.0 do 1.0(0-100%). Inaczej mówiąc: przez jaki procent czasu pracy PWM wysyłany jest sygnał wysoki.
- invert - Wartość, która wskazuje, czy wyjście jest odwrócone.

5.1.3 Atrybuty

double DutyCycle - Pobiera lub ustawia cykl pracy impulsu, jako wartość od 0.0 do 1.0.

5.1.4 Funkcje

void Start () - Uruchamia port PWM na nieokreślony czas.

5.2 Program

Aby napisać program obsługujący diody za pomocą PWM, trzeba dla każdej używanej diody stworzyć obiekt:

```
var led = new PWM(
Cpu.PWMChannel.PWM_x,
300,
0,
false);
```

- Cpu.PWMChannel.PWM_x - x - przyjmuje wartości od 0 do 3. Oznaczając kanały PWM od 0 do 3 (0-zielona, 1-pomarańczowa, 2-Czerwona, 3-Niebieska).
- 300 - Częstotliwość ustawiona na 300 Hz. Przy małej częstotliwości zamiast zmieniać się moc świecenie diod, diody będą migać.
- 0 - przyjmuje 0% czasu cyklu pracy (cały czas wysyła sygnał 0).
- false - wyjście ustawione jako nieodwrócone.

Oraz dla każdej trzeba wywołać funkcję Start:

```
led.Start();
```

Następnie trzeba zdefiniować kod programu (przykładowe zastosowanie):

```
while (true)
  for (int i = 0; i <= 10; i++)
  {
    led.DutyCycle = 1 - ((double)i / 10);
    Thread.Sleep(1000);
  }
```

- while (true) - Pętla sterująca, dzięki niej diody będą ciągle zmieniały swój stan.
- led.DutyCycle = 1 - ((double)i / 10); - zmiana mocy świecenia diody.
- Thread.Sleep(1000); - uśpienie wątku na sekundę(1000 milisekund). Dzięki czemu dioda co sekundę zmeinia moc świecenia

6 Zegar czasu rzeczywistego

W tym rozdziale opisana jest klasa, dzięki której można obsługiwać Zegar czasu rzeczywistego oraz krótka instrukcja: jak napisać program oparty na Zegarze.

6.1 Klasa DateTime

Klasa zdefiniowana w przestrzeni nazw Microsoft.SPOT.

6.1.1 Atrybuty

- DateTime.Now.Second - zwraca sekundy z aktualnego czasu. Przyjmuje wartości od 0 do 59.
- DateTime.Now.Ticks - zwraca aktualną ilość przeskoków zegara.

6.2 Program

Przy samej obsłudze czasu nie trzeba tworzyć obiektów. Przykładowy kod w funkcji main:

```
while (true)
{
        if (DateTime.Now.Second% 2==0)
                {Kod programu}
}
```

- while (true) - Pętla sterująca, dzięki niej program się nie zakończy.
- DateTime.Now.Second% 2==0 - Jeżeli sekundy z aktualnego czasu nie są nieparzyste, wykonaj kod programu.

Aby wyświetlić w debugerze np. aktualną liczbę przeskoków zegara, można się posłużyć funkcją:

```
Debug.Print(DateTime.Now.Ticks);
```

7 SPI-Akcelerometr

W tym rozdziale opisane są klasy, dzięki którym można obsługiwać Akcelerometr przy wykorzystaniu SPI oraz krótka instrukcja: jak napisać program odczytujący wartości akceleromoetru.

7.1 Klasa SPI

Klasa zdefiniowana w przestrzeni nazw Microsoft.SPOT.Hardware.

7.1.1 Referencje

- Microsoft.SPOT.Hardware

7.1.2 Konstruktor

```
SPI (Config)
```

- Config - Konfiguracja interfejsu SPI

7.1.3 Funkcje

-void Write (byte[] writeBuffer) - wpisuje blok danych do interfejsu.

- writeBuffer - buffor, który zostanie zapisany do interfejsu.

-void WriteRead (byte[] writeBuffer, ref byte[] readBuffer)

- writeBuffer - buffor, który zostanie zapisany do interfejsu.
- readBuffer - buffor, do którego zostaną zapisane dane odczytane z interfejsu.

7.2 Klasa SPI.Configuration

Klasa zdefiniowana w przestrzeni nazw Microsoft.SPOT.Hardware.

7.2.1 Referencje

- Microsoft.SPOT.Hardware

7.2.2 Konstruktor

```
SPI.Configuration (
Pin ChipSelect_Port,
bool ChipSelect_ActiveState,
UInt16 ChipSelect_SetupTime,
UInt16 ChipSelect_HoldTime,
bool Clock_IdleState,
bool Clock_Edge,
UInt16 Clock_Rate,
SPI_module SPI_mod)
```

- ChipSelect_Port - Port wybranego czipu.
- ChipSelect_ActiveState - Stan aktywny dla portu wybranego czipu. Jeżeli prawda - port będzie ustawiany na wysoki w momencie dostępu do czipu, jezeli fałsz - port będzie ustawiany na niski w momencie dostępu do czipu.
- ChipSelect_SetupTime - Czas pomiędzy wybraniem urządzenia, a momentem kiedy zegar rozpocznie transakcje.
- ChipSelect_HoldTime - Określa, jak długo port czipu musi zostać w stanie aktywnym po zakończeniu transakcji czytania lub pisania.
- Clock_IdleState - Stan bezczynności zegara. Jeśli prawda - sygnał zegara SPI zostanie ustawiony na wysoki, gdy urządzenie jest w stanie spoczynku. Jeśli fałsz - sygnał zegara SPI zostanie ustawiony na niski, gdy urządzenie jest w stanie bezczynności.
- Clock_Edge - Jeśli prawda - dane są próbkowane na zboczu wznoszącym zegara SPI. Jeśli fałsz - dane są próbkowane na zboczu opadającym zegara SPI.
- Clock_Rate - Częstotliwość zegara SPI w kHz.
- SPI_mod - Magistrala SPI używana do transakcji.

7.3 Program

W klasie programu trzeba stworzyć obiekt:

```
static SPI MySPI = null;
```

Trzeba zdefiniować metodę:

```
public static void WriteRegister(byte register,byte data)
{
  byte[] tx_data = new byte[2];
  tx_data[0] = (byte)(register | 0x00);
  tx_data[1] = data;
  MySPI.Write(tx_data);
}
```

- byte register - Adres rejestru.
- byte data - Wartość rejestru.
- byte[] tx_data = new byte[2]; - Tablica, która będzie wpisana do SPI. W zerowym elemencie przechowuje adres rejestru, a w pierwszym elemencie przechowuje wartość rejestru.
- MySPI.Write(tx_data); - wpisuje blok danych do akcelerometru.

Oraz funkcję, zwracającą wartość z rejestru:

```
public static byte ReadRegister(byte register)
{
  byte[] tx_data = new byte[2];
  byte[] rx_data = new byte[2]}
  tx_data[0] = (byte)(register | 0x80);
  tx_data[1] = 0;
  MySPI.WriteRead(tx_data, rx_data);
  return rx_data[1];
}
```

- byte register - Adres rejestru.
- byte[] tx_data = new byte[2]; - Tablica, która będzie wpisana do SPI. W zerowym elemencie przechowuje adres rejestru, a w pierwszym elemencie przechowuje wartość rejestru.
- byte[] rx_data = new byte[2]; - Tablica, która będzie przechowywać wartości odczytane z rejestru.
- MySPI.WriteRead(tx_data, rx_data); - wpisuje i odczytuje bloki danych z akcelerometru.

W funkcji Main trzeba stworzyć obiekt SPI.Configuration:

```
SPI.Configuration MyConfig = new SPI.Configuration(
Cpu.Pin)67,
false,
0,
0,
true,
true,
1000,
SPI.SPI_module.SPI1)
```

- (Cpu.Pin)67 - SPI znajduje się na trzecim pinie portu E, czyli 16*4+3 = 67.
- false - Port będzie ustawiany na niski w momencie dostępu do czipu.
- 0 - Natychmiastowe rozpoczęcie transakcji w momencie wybrania urządzenia
- 0 - Brak stanu aktywności po zakończeniu transakcji czytania lub pisania.
- true - Sygnał zegara SPI zostanie ustawiony na wysoki, gdy urządzenie jest w stanie spoczynku.
- true - Dane są próbkowane na zboczu wznoszącym zegara SPI.
- 1000 - Częstotliwość zegara SPI jest równa 1000 kHz
- SPI.SPI_module.SPI1 - Magistrala SPI 1.

Trzeba zdefiniować globalny obiekt MySPI:

```
MySPI = new SPI( MyConfig );
```

Uaktywnić akcelerometr:

```
WriteRegister( 0x20, 0xC7 )
```

- 0x20 - W kodzie binarnym jest równe 0010 0000, pierwsze 00 oznacza tryb pracy zapisu, a reszta jest adresem rejestru.
- 0xC7 - W kodzie binarnym jest równe 11000111:
  1 - szybkość danych wyjściowych 400Hz(zero oznacza -100Hz)
  1 - ustawienie urządzenia w trybie aktywnym
  0 - wartość musi być ustawiona na zero, aby określone były zakresy X,Y,Z.
  00 - normlany tryb.
  111 - oznacza włączenie kolejnych osi Z,Y,X.

Aby odczytytać wartości akcelerometru, trzeba posłużyć się funckją

```
ReadRegister(X)
```

gdzie X może przyjąć jedną z wartości:

- 0x2D - Rejestr z wartością Z.
- 0x29 - Rejestr z wartością X.
- 0x2B - Rejestr z wartością Y.

Żeby wyświetlić wartość w debugerze można się posłużyć funkcją:

```
Debug.Print(ReadRegister(X));
```

8 Timer

W tym rozdziale opisana jest klasa, dzięki której można obsługiwać Timer oraz krótka instrukcja: jak napisać program wykorzystujący Timer.

8.1 Klasa Timer

Klasa zdefiniowana w przestrzeni nazw System.Threading.

8.1.1 Konstruktor

```
Timer(
TimerCallback callback,
object state,
uint dueTime,
uint period )
```

- callback - nazwa metody, która ma być wykonywana.
- state - obiekt z informacjami wykorzysytwanych w metodzie callback lub null.
- dueTime - opóźnienie, z jakim będzie wywoływać się metoda callback, podane w millisekundach.
- period - czas między wywołaniami metody callback, podany w millisekundach.

8.2 Program

Aby uzyskać timer trzeba zdeklarować specjalną metodę, która będzie wywoływana:

```
public static void nazwa( object state )
{ Kod programu }
```

- nazwa - zdefiniowana przez programistę nazwa wywowywanej metody przez Timer.
- object state - dodatkowy obiekt z infromacjami wykorzystywanymi w metodzie.

Trzeba utworzyć obiekt timer(np. w funkcji main):

```
Timer timer = new System.Threading.Timer(
nazwa,
null,
0,
1000 );
```

- nazwa - Metoda, która ma być wykonywana.
- null - Brak obiektu z infromacjami wykorzystywanymi w metodzie FunTimer.
- 0 - Brak opóźnienia wywołania metody FunTimer.
- 1000 - Czas, co ile będzie wywoływać się metoda Funtimer(1 sekunda)

Na koniec wystarczy stworzyć pętlę niskończoną, aby program się nie zakończył:

```
while(true){}
```