

# Termometr 2-kanałowy z interfejsem Bluetooth

Opisywany projekt jest dwukanałowym, precyzyjnym termometrem przesyłającym wynik pomiaru za pomocą Bluetooth. Dzięki temu może być umieszczony w dowolnym urządzeniu lub w pomieszczeniu, a temperatura może być odczytywana za pomocą komputera, smartfona lub tabletu. **Rekomendacje:** termometr przyda się w systemie automatyki domowej.



## DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 22118, PASS: 07764433

W ofercie AVT\*

**AVT-5535 A, B, C, UK**

Podstawowe informacje:

- Zasilanie 5 V DC/0,2 A.
- Pomiar temperatury z użyciem 2 czujników DS18B20.
- Zakres pomiarowy -55...+125°C.
- Połączenie za pomocą Bluetooth.
- Sygnalizacja stanu za pomocą diod LED.
- Moduł Bluetooth BTM-222, mikrokontroler ATmega8.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

- AVT-5518 Termometr bezprzewodowy (EP 11/2015)
- AVT-1863 Termometr z interfejsem Bluetooth (EP 8/2015)
- AVT-1790 Termometr XXL (EP 2/2014)
- AVT-5489 8-kanałowy termometr z alarmem i wyświetlaczem LCD (EP 11/2013)
- AVT-5420 Wielopunktowy termometr z rejestracją (EP 10/2013)
- AVT-1734 Termometr do wędzarni (EP 4/2013)
- AVT-5373 Tlogger – rejestrator temperatury (EP 12/2012)
- AVT-1705 Moduł do pomiaru temperatury z interfejsem RS485 (EP 9/2012)
- AVT-1697 Wielogabarytowy termometr LED (EP 8/2012)
- AVT-5389 4-kanałowy termometr z wyświetlaczem LED (EP 5/1012)
- AVT-5330 Termometr PC (EP 2/2012)
- AVT-5301 Wskaźnik komfortu cieplnego z wbudowanym kalendarzem sezonowym (EP 7/2011)
- AVT-1582 Domowy termometr RGB (EP 8/2010)
- AVT-5230 Rejestrator temperatury z interfejsem USB (EP 4/2010)
- AVT-5205 System pomiaru temperatury z termoparą typu K (EP 10/2009)
- AVT-5117 Termometr USB (EP 11/2007)
- AVT-5108 2-kanałowy termometr z dwukolorowym wyświetlaczem LED (EP 8/2007)
- AVT-957 Moduł pomiaru temperatury (EP 11/2006)
- AVT-2787 PC – Termometr – termometr internetowy (EdW 5/2006)
- AVT-5041 Termometr MIN-MAX (EP 11/2001)

\* Uwaga:  
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx A+ A – wersji UK bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf to nie innego jak zamontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)  
AVT xxxx CD Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://shlep.avt.pl>

Dzięki zastosowaniu czujnika DS18B20 mającego rozdzielczość pomiarową 12 bitów można mierzyć temperaturę z zakresu od -55°C do +125°C z rozdzielczością 0,1°C. Urządzenie nie wymaga dodatkowych odbiorników radiowych i wymaga jedynie programu służącego do odczytu parametrów zainstalowanego na komputerze z odbiornikiem Bluetooth, który obecnie jest montowany w każdym laptopie.

## Budowa

Schemat ideowy termometru pokazano na **rysunku 1**. Sercem układu jest mikrokontroler ATmega8 pracujący z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 7,3728 MHz. Częstotliwość taktowania mikrokontrolera dobrano tak, aby otrzymać jak najmniejszy błąd prędkości transmisji asynchronicznego interfejsu UART. Rezystor R1 o rezystancji 10 kΩ podciąga wyprowadzenie *Reset* do napięcia zasilającego.

Do pomiaru temperatury zastosowano cyfrowe czujniki DS18B20 o dużej rozdzielczości i dokładności pomiaru (na **rysunku 2** zamieszczono charakterystykę przedstawiającą dokładność czujników). Dołączono je do niezależnych wyprowadzeń mikrokontrolera, ponieważ zwiększa to szybkość wykonywania pomiaru i zapewnia bezproblemową wymianę danego czujnika bez potrzeby rozpoznawania i zapamiętywania adresu nowego czujnika.

Jako moduł komunikacyjny Bluetooth użyto BTM-222 firmy Rayson pracujący w klasie 1, co zapewnia zasięg do 100 m. Do uzyskania takiego zasięgu jest wymagana antena zewnętrzna. W projekcie zastosowano antenę BLU-ANT01R (**fotografia 3**) o impedancji 50 Ω, pracującą w zakresie częstotliwości 2,4...2,5 GHz z zyskiem energetycznym 1 dBi. Antenę dołączono do pozłoczanego gniazdka SMA umieszczonego

**Wykaz elementów**

**Rezystory:** (SMD 1206)

- R1: 10 kΩ
- R2, R3: 4,7 kΩ
- R4: 3,3 kΩ
- R5: 6,8 kΩ
- R6, R7, R8: 150 Ω

**Kondensatory:** (SMD 1206)

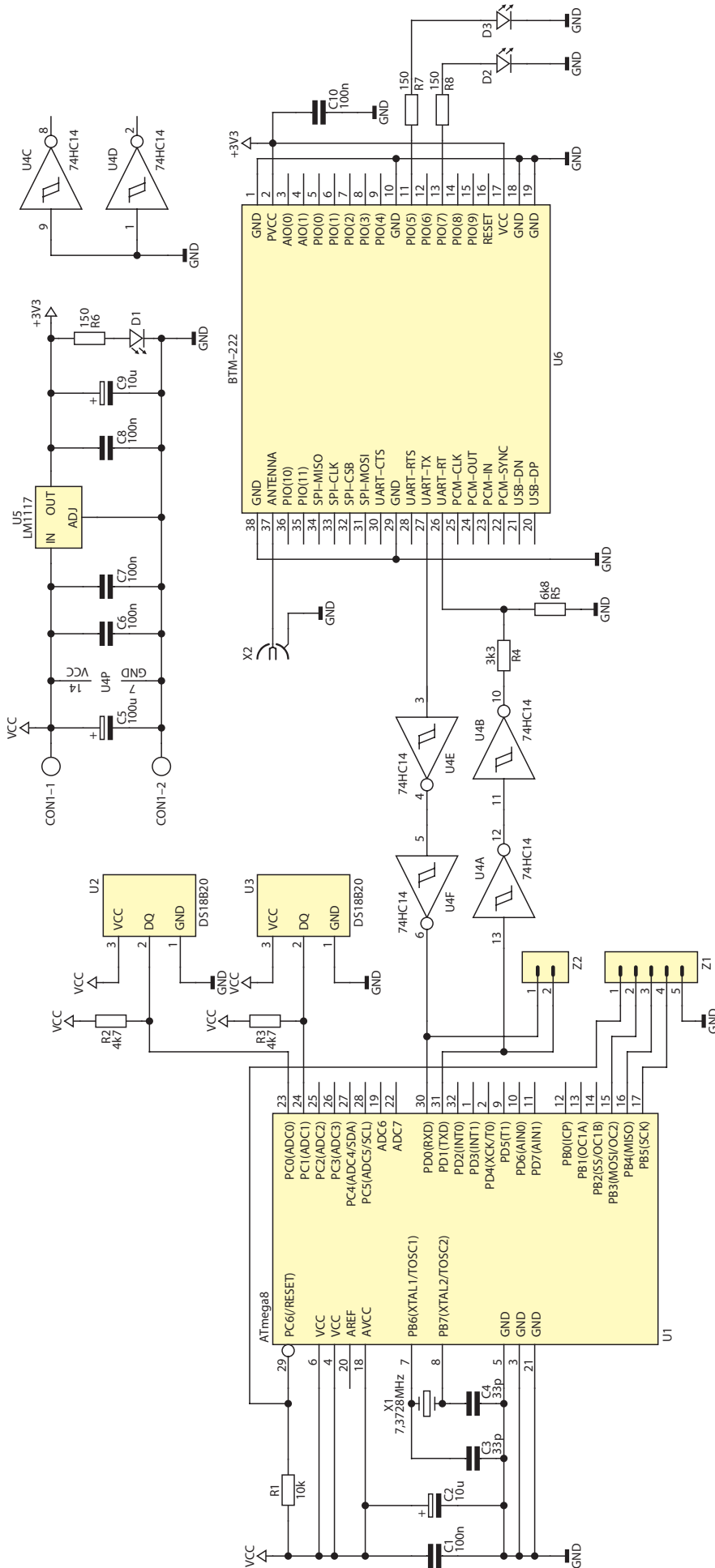
- C1, C6, C7, C8, C10: 100 nF
- C2, C9: 10 μF/16 V (elektrolit.)
- C3, C4: 33 pF
- C5: 100 μF/16 V (elektrolit.)

**Półprzewodniki:**

- D1: dioda LED zielona
- D2: dioda LED żółta
- D3: dioda LED czerwona
- U1: ATmega8 (TQFP32)
- U2, U3: DS18B20
- U4: 74HC14
- U5: LM1117
- U6: BTM222

**Inne:**

- X1: kwarc 7,3728 MHz
- X2: złącze SMA + antena 2,4 GHz
- Z1, Z2: listwa goldpinów
- CON1: złącze śrubowe ARK500/2



Rysunek 1. Schemat ideowy termometru z interfejsem Bluetooth

na płytce PCB w jak najmniejszej odległości od modułu Bluetooth.

Komunikacja z modułem odbywa się za pomocą UART. Moduł jest zasilany napięciem 3,3 V, natomiast mikrokontroler 5 V, dlatego zastosowano konwerter poziomów logicznych zbudowany z użyciem bramki zawartej w układzie 74HC14 oraz dzielnika rezystancyjnego R4, R5. Wejścia niewykorzystanych bramek dołączono do masy.

Program sterujący mikrokontrolerem napisano w środowisku Bascom AVR. W pętli głównej jest wywoływana procedura pomiaru (listing 1) oraz jest wysłana ramka zawierająca zmierzone dane do modułu Bluetooth. Ramka może mieć następującą postać: „1:0:23:9:1:0:24:0:a”.

Dane są oddzielone dwukropkami. Cztery pierwsze liczby dotyczą kanału pierwszego, a cztery kolejne kanału drugiego. Na końcu jest przesyłany znak „a” oznaczający koniec ramki. Pierwszy bit oznacza, że temperatura została zmierzona poprawnie, drugi określa jaki jest jej znak („0” to temperatura dodatnia, a „1” temperatura ujemna). Kolejne

REKLAMA

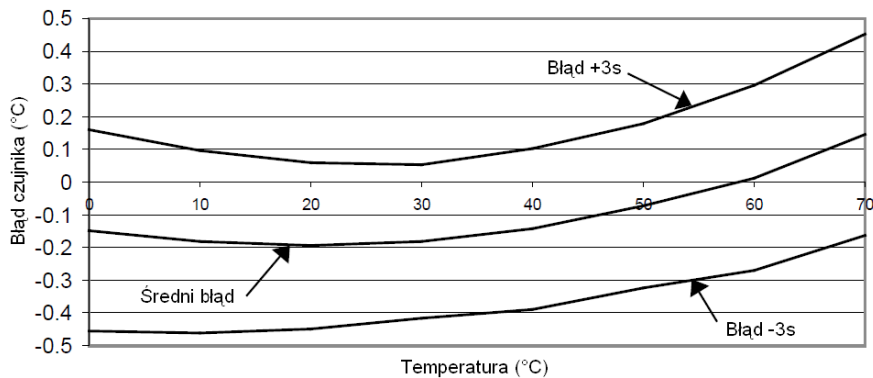
Projekty na... 

**STM32**

[www.stm32.eu](http://www.stm32.eu)



life.augmented



Rysunek 2. Wykres ilustrujący błąd czujnika DS18B20 w funkcji temperatury

liczby reprezentują ułamkową część temperatury w postaci liczby całkowitej. W podanym przykładzie jest przysyłany wynik 23,9°C (kanał 1) oraz 24,0°C (kanał 2).

### Oprogramowanie

Opisywane urządzenie jest jedynie przystawką do komputera, laptopa lub telefonu komórkowego. Aby w pełni wykorzystać drzemiące w niej możliwości, konieczny jest program komputerowy lub aplikacja dla smartfonu. Dla przykładu wykonałem aplikację dla komputera PC za pomocą C#.NET Framework. Do jej uruchomienia jest wymagane zainstalowanie środowiska Microsoft .NET Framework w wersji 4.0 lub nowszej.

Fragment programu reprezentujący obsługę zdarzenia odbioru znaków przez port szeregowy przedstawiono na **listingu 2**. Okno aplikacji pokazano na **rysunku 4**. Po odczytaniu całej linii (do znaku przejścia do nowej linii) program rozdziela zmienne na trzy osobne łańcuchy znaków, po czym sprawdza zawartość zmiennych bitowych i na ich podstawie formatuje i wyświetla wyniki pomiarów. Program przy uruchomieniu pobiera wszystkie dostępne nazwy portów szeregowych i ładuje je do listy rozwijanej. Termometr należy włączyć przed uruchomieniem programu, ponieważ inaczej nie zostanie on wyświetlony na liście urządzeń. Jeśli termometru nie ma na liście, to można użyć przycisku „Odśwież”. Po kliknięciu w ten przycisk zostaną pobrane aktualne nazwy portów, w tym również wirtualnych, dodawanych przez sterownik Bluetooth. Dodatkowo ikona ta służy do zamykania otwartego portu i może być wykorzystana, gdy użytkownik chce zmienić nazwę portu w trakcie działania programu.

### Montaż i uruchomienie

W projekcie wykorzystano mikrokontroler ATmega8 w obudowie TQFP32, układ 74HC14 w obudowie SO14 oraz moduł BTM222. Istnieje kilka technik montażu powierzchniowego układów w obudowach TQFP czy SO. Jedną z nich jest użycie stacji na gorące powietrze oraz odpowiedniego topnika. Montaż można wykonać również zwykłą stacją lutowniczą wyposażoną w specjalny grot minifala



Fotografia 3. Antena BLU-ANT01R zastosowana w urządzeniu

lub zwykły grot szpilkowy, stosując cynę o niewielkiej średnicy.

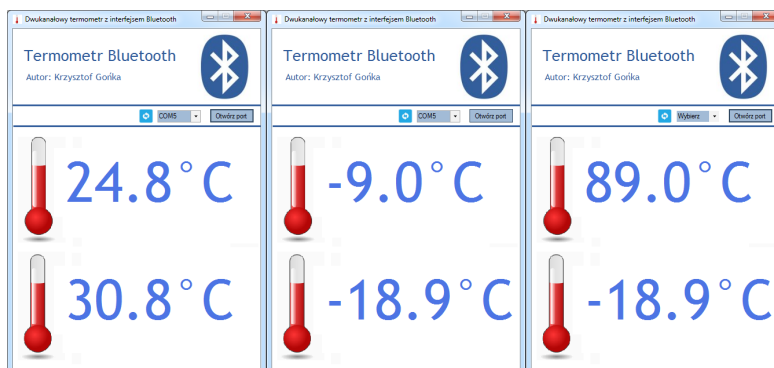
Na **rysunku 5** pokazano schemat montażowy płytki termometru. Przy montażu

należy zwrócić uwagę, aby nie zrobić zwarcia między wyprowadzeniami oraz nie uszkodzić termicznie układów. Po wlutowaniu mikrokontrolera, układu 74HC14

#### Listing 1. Procedura pomiaru

```
Pomiar:
For Numer = 0 To 1
  lwwreset Pinc , Numer
  If Err = 1 Then
    Odczytano( numer + 1 ) = 0
  Else
    Odczytano( numer + 1 ) = 1
  End If
  lwwrite &HCC , 1 , Pinc , Numer
  lwwrite &H44 , 1 , Pinc , Numer
Next Numer
Waitms 750
For Numer = 0 To 1
  lwwreset Pinc , Numer
  lwwrite &HCC , 1 , Pinc , Numer
  lwwrite &HBE , 1 , Pinc , Numer
  Lsb = lwwread( 1 , Pinc , Numer )
  Msb = lwwread( 1 , Pinc , Numer )
  lwwreset Pinc , Numer
  Temp = Msb
  Shift Temp , Left , 8
  Temp = Temp + Lsb
  If Msb.7 = 0 Then
    Calkowita( numer + 1 ) = Temp
    Shift Calkowita( numer + 1 ) , Right , 4
    Ulamkowa( numer + 1 ) = Temp Mod 16
    Ulamkowa( numer + 1 ) = Lookup( ulamkowa( numer + 1 ) , Zaokraglanie )
    Ujemna( numer + 1 ) = 0
  Else
    Temp = Not Temp
    Temp = Temp + 1
    Calkowita( numer + 1 ) = Temp
    Shift Calkowita( numer + 1 ) , Right , 4
    Ulamkowa( numer + 1 ) = Temp Mod 16
    Ulamkowa( numer + 1 ) = Lookup( ulamkowa( numer + 1 ) , Zaokraglanie )
    Ujemna( numer + 1 ) = 1
  End If
  lwwreset Pinc , Numer
  If Err = 1 Then
    Odczytano( numer + 1 ) = 0
  Else
    Odczytano( numer + 1 ) = 1
  End If
Next Numer
Return

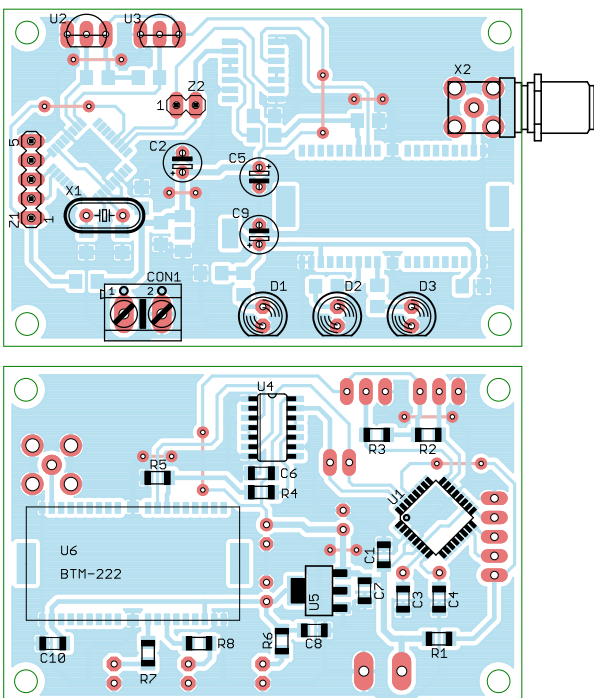
Zaokraglanie:
Data 0 , 1 , 1 , 2 , 3 , 3 , 4 , 4 , 5 , 6 , 6 , 7 , 8 , 8 , 9 , 9
```



Rysunek 4. Okno główne aplikacji

```

Listing 2. Fragment programu reprezentujący obsługę zdarzenia odbioru znaków
przez port szeregowy
private void serialPort1_DataReceived(object sender, System.IO.Ports.
SerialDataReceivedEventArgs e)
{
    s = serialPort1.ReadTo(",\n");
    string Temperature1;
    string Temperature2;
    string[] ramka = s.Split(':');
    if (ramka[0] == „1”)
    {
        if (ramka[1] == „0”)
        {
            Temperature1 = ramka[2] + „.” + ramka[3] + „°C”;
        }
        else Temperature1 = „-” + ramka[2] + „.” + ramka[3] + „°C”;
    }
    else Temperature1 = „----”;
    if (ramka[4] == „1”)
    {
        if (ramka[5] == „0”)
        {
            Temperature2 = ramka[6] + „.” + ramka[7] + „°C”;
        }
        else Temperature2 = „-” + ramka[6] + „.” + ramka[7] + „°C”;
    }
    else Temperature2 = „----”;
    label1.Invoke(new EventHandler(delegate { label1.Text = Temperature1; }));
    label2.Invoke(new EventHandler(delegate { label2.Text = Temperature2; }));
}
    
```



Rysunek 5. Schemat montażowy termometru z interfejsem Bluetooth

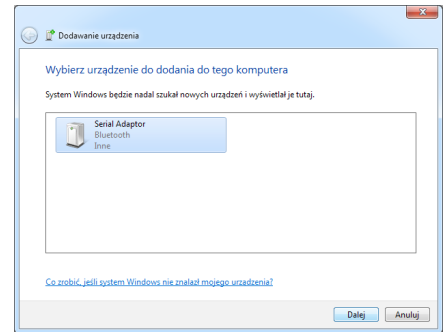
i modułu BTM222, należy wlutować pozostałe elementy SMD, aż po zworki i elementy do montażu przewlekane, od najmniejszych po największych.

Wszystkie potrzebne sygnały do programowania mikrokontrolera zostały wyprowadzone na złączu szpilkowym Z1, dzięki czemu nie trzeba programować mikrokontroler w dedykowanej podstawie przed wlutowaniem, a można tego dokonać po zmontowaniu układu. Bity konfiguracyjne mikrokontrolera należy ustawić zgodnie z tabelą 1 (fuse high byte: 0xD9, fuse low byte: 0xFD).

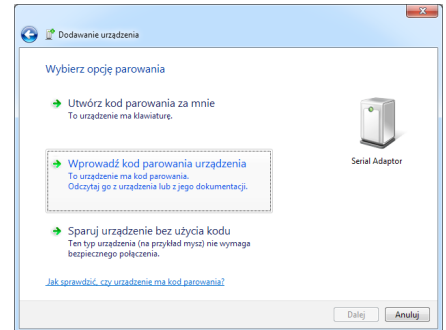
Na płytce zamontowano trzy diody świecące. Świecenie zielonej reprezentuje pracę układu (zasilanie), żółtej stan połączenia,

a czerwona sygnalizuje, że moduł odbiera dane. Po wlutowaniu wszystkich elementów i zaprogramowaniu mikrokontrolera układ jest gotowy do użycia. Przed włączeniem programu, należy ustawić wirtualny kanał szeregowy COM do którego będzie podłączony moduł Bluetooth. W tym celu należy kliknąć na ikonę modułu Bluetooth prawym przyciskiem myszy i wybrać *Dodaj urządzenie*. Po ukazaniu się okna, jak na rysunku 6 należy wskazać znalezione urządzenie i kliknąć *Dalej*. W kolejnym oknie należy wybrać opcję *Wprowadź kod parowania urządzenia* (rysunek 7). Następnie, należy wpisać kod „1234” i zakończyć proces parowania. W tym momencie zostanie wyświetlone okno informujące, do którego portu zostało przyłączone wybrane urządzenie (rysunek 8). Należy zapamiętać

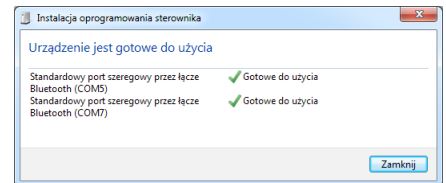
Tabela 1. Ustawienie fusebitów	
Fusebit	Stan
BODLEVEL	Niezaprogramowany
BODEN	Niezaprogramowany
SUT1	Niezaprogramowany
SUT0	Niezaprogramowany
CKSEL3	Niezaprogramowany
CKSEL2	Niezaprogramowany
CKSEL1	Zaprogramowany
CKSEL0	Niezaprogramowany
RSTDISBL	Niezaprogramowany
WTDON	Niezaprogramowany
SPIEN	Zaprogramowany
CKOPT	Niezaprogramowany
EESAVE	Niezaprogramowany
BOOTSZ1	Zaprogramowany
BOOTSZ0	Zaprogramowany
BOOTRST	Niezaprogramowany



Rysunek 6. Okno umożliwiające wybór urządzenia



Rysunek 7. Wprowadzenie kodu parowania



Rysunek 8. Informacja o numerze portu COM

pierwszą nazwę (w omawianym przypadku COM5). Po zakończeniu procesu parowania należy włączyć program wyświetlający temperaturę. W pierwszym kroku należy z listy wyboru wybrać wcześniej otrzymaną nazwę portu (w omawianym przykładzie COM5) i wcisnąć *Otwórz port*. W tym momencie żółta dioda powinna przestać migać i świecić ciągłym światłem, co świadczy o poprawnym zestawieniu połączenia programu z urządzeniem.

Krzysztof Gońka  
krzysztof.gonka@interia.pl

REKLAMA

Projekty na...Texas

STM32

www.stm32.eu

life.augmented

KAMAMI