

Bezprzewodowy termometr Bluetooth (BT)

AVT-5131

Większość projektów termometrów publikowanych dotychczas w EP wymagała stosowania przewodowych czujników temperatury, co wiązało się z uciążliwym przeciąganiem przewodów przez pomieszczenia. Możliwe jest jednak użycie zdalnych – radiowych czujników, dzięki którym pomiar temperatury w oddalonych obiektach nie stanowi większego problemu. W opisywanym termetrze wykorzystano standard Bluetooth

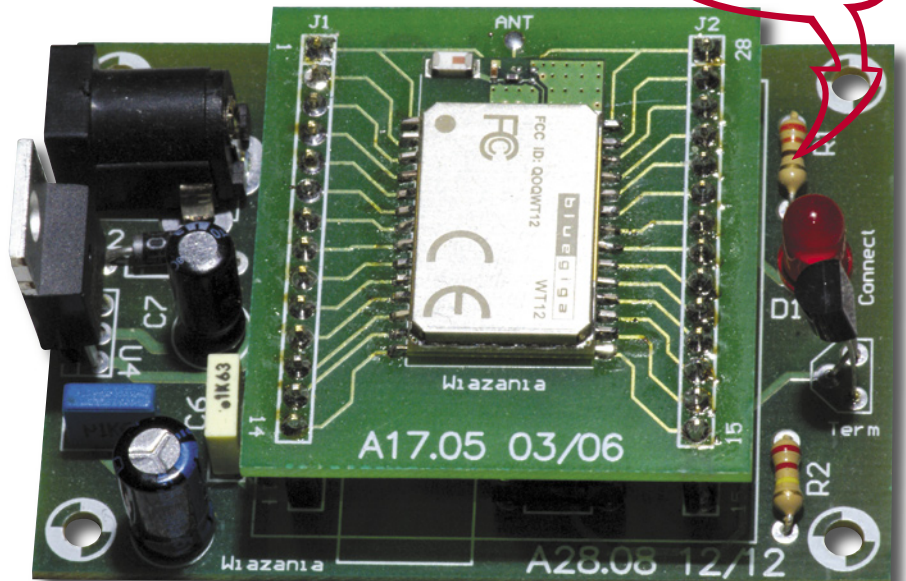
Rekomendacje:

bardzo praktyczny i nowoczesny termometr, a przy tym łatwy do zmontowania przez mało doświadczonych elektroników.



PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 65x48 mm
- Napięcie zasilania: 9...15 VDC
- Współpraca z modulem BT WT12 (2,4 GHz)
- Zakres mierzonych temperatur: -55...+125°C (dokładność $\pm 0,1^\circ\text{C}$)
- Antena: wbudowana
- Zasięg: do 30 metrów w otwartej przestrzeni
- Metoda sterowania: komendy składające się ze znaków ASCII z wykorzystaniem stosu IWrap



Moduły Bluetooth są coraz tańsze i bardzo proste w obsłudze, choćby dzięki emulacji portu RS232 i komunikacji za pośrednictwem kilku łatwych komend. Dzięki wykorzystaniu standardu BT (Bluetooth) w prosty sposób można odczytać i monitorować temperaturę z czujników temperatury za pomocą komputera z tanim modulem BT USB. Jeśli temperatura nie będzie odczytywał komputer, a mikrokontroler, to musi on być wyposażony w identyczny jak w termetrze moduł BT. W artykule zostanie przedstawiony projekt bezprzewodowego termometru, w którym temperatura jest odczytywana za pomocą komputera. W termetrze wykorzystano czujnik DS18B20, który umożliwia pomiar temperatury w zakresie $-55...+125^\circ\text{C}$ oraz moduł BT WT12 firmy Bluegiga pracujący w standardzie Bluetooth 2.0 (umożliwia transfer z prędkością 2...3 Mbps).

Moduł Bluetooth WT12

W modułach Bluetooth WT12 zintegrowano pełny stos Bluetooth o nazwie IWrap, dzięki któremu można się w prosty sposób komunikować za pomocą kilkunastu komend. W innych modułach Bluetooth komunikacja (za pomocą komend HCI) może być skomplikowana i wymagać dokładnego zapoznania się z dokumentacją standardu Bluetooth.

Zaimplementowana obsługa protokołu Serial Port Profile (SPP, a w nim ETSI, TS 101 369 – GSM 07.10 Modem Status Command) pozwala na łatwą budowę bezprzewodowego łącza RS232 z uwzględnieniem wszystkich linii modemowych, które można spotkać w złączu DB9. Ten typ protokołu wykorzystuje opisywany w dalszej części artykułu termometr.

Moduły WT12 umożliwiają obsługę kilku połączeń jednocześnie metodą przełączania strumienia danych, co można wykorzystać do odczytu temperatury z kilku oddalonych modułów termometrów. Rozbudowane mechanizmy oszczędzania energii, pozwalają na stosowanie go w urządzeniach zasilanych akumulatorami lub bateriami.

Opis działania układu

Na rys. 1 przedstawiono schemat ideowy termometru BT. Głównym elementem termometru jest mikrokontroler U1, którego zadaniem jest odczytywanie temperatury i komunikacja z modulem BT WT12. Czujnikiem temperatury jest układ DS18B20 (U3), z którym mikrokontroler komunikuje się za pośrednictwem magistrali 1Wire. Rezystor R3 podciąga do dodatniego napięcia zasilania linię magistrali 1Wire, do której może być dołączonych jednocześnie wiele czujników temperatury. Mikrokontroler jest

List. 1.

```

'Program emuluje uproszczony bezprzewodowy wyświetlacz LCD.
'Przykład konfiguracji modułu WT12 (praca jako układ slave) do współpracy z modułem BT USB (emulacja portu COM)
'predkosc transmisji 115200 bodow
'Orzmywane dane z komputerowego terminala po zatwierdzeniu przyciskiem ENTER,
'sa wyswietlane w pierwszej linii wyświetlacza LCD
'wysłane do wyświetlenia dane są potwierdzane komunikatem OK
'Wysłanie znaku ESC powoduje kasowanie tekstu wyświetlanego w pierwszej linii LCD

$regfile = „m88def.dat”           'informuje kompilator o pliku dyrektyw wykorzystywanego mikrokontrolera
$crystal = 7372800                'informuje kompilator o częstotliwości rezonatora kwarcowego
$baud = 115200

Config lwire = Portc.0

Dim Temp As String * 6           'zmienna znakowa
Dim Znak As Byte                 'zmienna znakowa
Dim On_off As Bit
Dim Temp_ds(2) As Byte
Dim Tmp As Byte
Dim T As Integer

Reset On_off
Wait 2                           'opóźnienie 2 sekundy
Print
Print „SET BT NAME BT-DS”       'nadanie nazwy modułowi WT12
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET PROFILE SPP ON”      'konfiguracja profili
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET BT CLASS 001F00”     'nadanie klasy modułowi WT12
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET BT AUTH * 1234”      'nadanie kodu PIN
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET BT PAGEMODE 4 2000 1” 'konfiguracja parametrów strony modułu WT12
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET BT ROLE 0 F 7D00”    'konfiguracja parametru ROLE
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET CONTROL CD 04 0”    'konfiguracja kontroli sygnału CD (carrier detect)
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET CONTROL ECHO 0”     'wyłączenie Echo modułu WT12
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „SET CONTROL ESCAPE 43 00 1” 'konfiguracja znaku ESCAPE
Waitms 100                       'opóźnienie 100ms
Print „RESET”                  'zerowanie modułu WT12
Wait 2                           'opóźnienie 2 sekundy

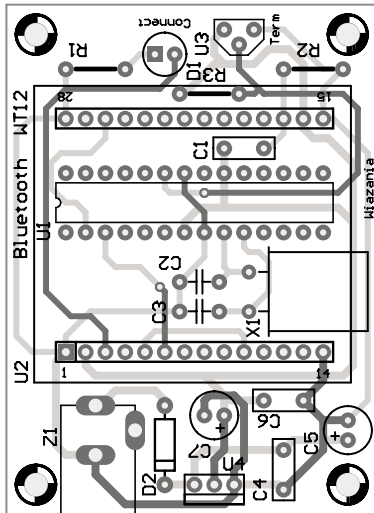
Do                               'nieskończona pętla do-loop
  Znak = Inkey()
  If Znak = „t” Then
    Print Temp
  End If
  If Znak = „1” Then
    On_off = 1
  End If
  If Znak = „0” Then
    On_off = 0
  End If
  If On_off = 1 Then
    Print Temp
  End If
  lwreset                        'zerowanie magistrali lwire
  lwwrite &HCC                   'przeskoczenie numeru układu DS
  lwwrite &H44                   'start pomiaru
  Waitms 900
  lwreset                        'zerowanie magistrali lwire
  lwwrite &HCC                   'przeskoczenie numeru układu DS
  lwwrite &HBE                   'rozkaz odczytu temperatury
  Temp_ds(1) = lwread(2)         'odczyt temperatury
  Tmp = Temp_ds(1) And 1        ' 0.1C precision
  If Tmp = 1 Then Decr Temp_ds(1)
  T = Makeint(temp_ds(1) , Temp_ds(2))
  T = T * 10
  T = T / 16
  Temp = Str(t)
  Temp = Format(temp , „0.0”)

Loop
End                               'koniec nieskończonej pętli
'koniec programu
    
```

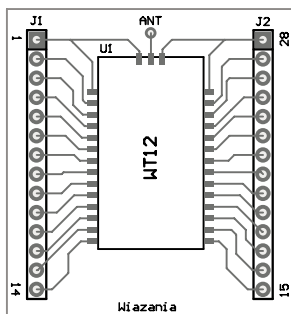
WT12 będzie widoczny dla innych urządzeń Bluetooth, czy może się on łączyć itp. Dostępne są 4 tryby pracy modułu WT12. W opisywanym termometrze moduł WT12 pracuje w trybie czwartym, w którym jest on widoczny dla innych urządzeń i można z nim nawiązywać połączenia. Drugi parametr o wartości 2000 określa jak długo będzie ustanawiane połączenie zanim wystąpi błąd. Trzeci parametr o wartości 1 definiuje tryb skanowa-

nia (wyszukiwania) modułu WT12. Wartość 1 oznacza, że moduł może się łączyć z innym układem Bluetooth już po 1,28 sekundy. W przypadku zasilania modułu z akumulatorów, czas ten można wydłużyć, co zmniejsza pobór prądu. Kolejna komenda *SET BT ROLE 0 F 7D00* konfiguruje rolę urządzenia BT, tzn. ustala czy moduł WT12 ma być układem Master czy Slave oraz określa parametry połączenia. Pierwszy parametr komen-

dy *ROLE* wyznacza politykę pracy Master-Slave modułu WT12. W przykładzie wartość 0 oznacza, że moduł pracuje jako Slave i urządzenia Master mogą z nim nawiązywać połączenia. Drugi parametr o wartości F jest związany z polityką łącza i powoduje włączenie wszystkich możliwych trybów pracy łącza. Ostatni parametr to wartość *Timeout* łącza Bluetooth. Komenda *SET CONTROL CD 04 0* włącza sygnalizację aktywnego połączenia



Rys. 2. Schemat montażowy modułu



Rys. 3. Schemat montażowy adaptera

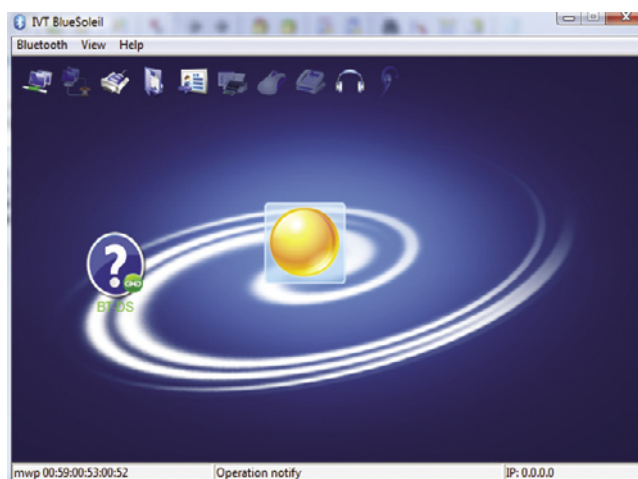
przez jedną z uniwersalnych linii I/O, w tym przypadku jest to linia PIO2 z dołączoną diodą LED. Pierwszy parametr jest maską określającą, która linia I/O będzie sygnalizowała stan połączenia, natomiast drugi parametr określa sposób sygnalizacji połączenia. Komenda *SET CONTROL ECHO 0* jest związana z funkcją echa przesyłanych danych. Wartość tego parametru ustala, jakie dane będą zwracane przez oprogramowanie IWrap do układu, z którego przesyłane są dane. Włączenie parametru wysyłania echa umożliwia na bieżąco monitorowanie stanu oprogramowania IWrap. W przykładzie parametr związany z echem wynosi 0, co powoduje wyłączenie jego przesyłania, gdyż nie jest to w tym przypadku potrzebne. Komenda *SET CONTROL ESCAPE 43 00 1* posiada trzy parametry i jest używana do zmiany unikatowego znaku umożliwiającego przełączenie modułu do pracy w trybie komend lub danych. Komenda ta umożliwia również konfigurację linii DTR, za pośrednictwem której moż-

na przełączać moduł w tryb danych. Pierwszy parametr określa unikatowy znak, dzięki któremu można zmienić tryb pracy modułu. Wartość 43 (ASCII) oznacza, że za pomocą znaku + można zmienić tryb pracy modułu. Pozostałe dwa parametry określają funkcję linii DTR, która w przykładzie nie jest wykorzystywana. Po konfiguracji modułu należy jeszcze wysłać komendę zerowania *RESET*. Po konfiguracji modułu BT, program pracuje w nieskończonej pętli, w której oczekuje na komendy.

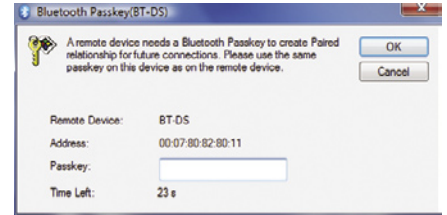
Termometr reaguje na trzy proste komendy (znaki ASCII: t, 0, 1). Jeśli do termometru zostanie wysłany znak t, w odpowiedzi zostanie jednokrotnie wysłana zmierzona przez termometr temperatura. Wysłanie znaku 1 powoduje, że co 1 sekundę będzie wysyłana przez moduł zmierzona temperatura. Wysłanie znaku 0 powoduje zatrzymanie automatycznego wysyłania zmierzonej temperatury. Pozostałe linie programu znajdującego się w nieskończonej pętli są odpowiedzialne za odczyt zmierzonej przez czujnik DS18B20 temperatury. Temperatura jest zapisywana w zmiennej *Temp*.

Montaż i uruchomienie

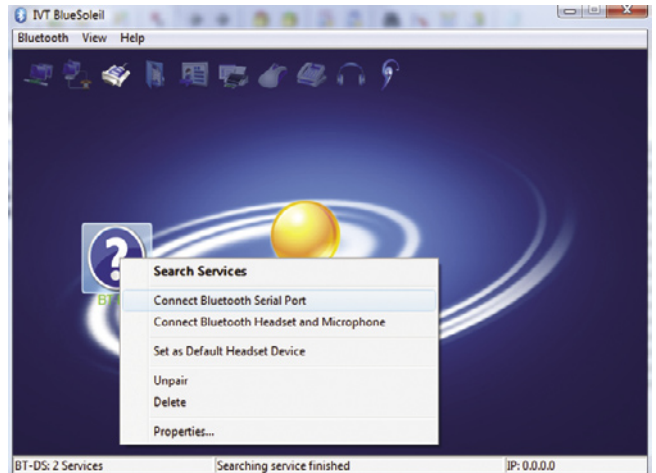
Schemat montażowy termometru przedstawiono na rys. 2. Montaż jest typowy i należy go rozpocząć od elementów najmniejszych.



Rys. 4. Okno usług BT



Rys. 5. Okno autoryzacji

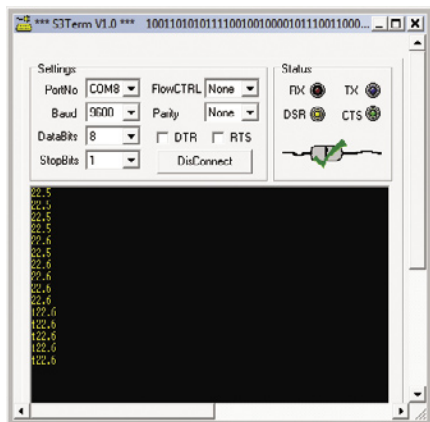


Rys. 6. Okno wykrywania usług BT

Moduł WT12 należy zastosować wraz z adapterem przedstawionym na rys. 3, który był już publikowany na łamach Elektroniki Praktycznej. Po zmontowaniu termometru i zaprogramowaniu mikrokontrolera, jest on gotowy do pracy. Do zasilania termometru należy zastosować dowolny zasilacz o stabilizowanym napięciu z zakresu od 9 V do 15 V. Jeśli zmierzona przez termometr temperatura ma być odczytywana za pomocą komputera, musi być on wyposażony w moduł Bluetooth. Najlepsze do tego celu są moduły z interfejsem USB. Po poprawnym skonfigurowaniu połączenia (o czym w następnym punkcie), odczyt temperatury może się odbywać za pomocą terminala lub specjalnie do tego celu dedykowanego programu.

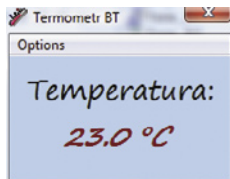
Obsługa termometru BT

Po zainstalowaniu modułu BT w komputerze, obsługa termometru zostanie pokazana w oparciu o popularne oprogramowanie *Bluesoleil*. Po wykryciu modułu termometru (rys. 4), pojawi się okienko autoryzacji (rys. 5) w którym należy podać numer PIN zgodny z tym zapisanym w module termometru (PIN: 1234). Po poprawnej



Rys. 7. Terminal z sesją odczytu temperatury

autoryzacji można się połączyć z modulem termometru (rys. 6) z wykorzystaniem usługi portu szeregowego SPP (Connect Bluetooth Serial Port). Po nawiązaniu połączenia z modulem termometru, wyświetlany jest numer portu COM z wykorzystaniem którego może się odbywać komunikacja, a moduł BT automatycznie przechodzi w tryb przesyłania danych i zapalana jest dioda D1. Na rys. 7



Rys. 8. Okno programu wykonującego pomiary

pokazano sesję odczytu temperatury z wykorzystaniem terminala. W tym przypadku komunikacja odbywała się za pomocą portu COM8, przy czym odczyt temperatury uzyskiwano poprzez wysłanie rozkazów *1* oraz *t*. Dla przedstawionego w artykule termometru został również przygotowany prosty program, którego okno pokazano na rys. 8. Umożliwia on tylko wyświetlanie temperatury. W opcjach programu można wybrać port COM, za pomocą którego ma się odbywać odczyt temperatury. Przykładowy program dzięki dostępności źródeł, można dowolnie rozbudować o odczyt temperatury z kilku czujników, zapis temperatur minimalnych, maksymalnych itp. Jak wynika z powyższego opisu, konfiguracja oraz korzystanie

z termometru BT jest bardzo proste. Bez większych problemów do magistrali 1Wire można dołączyć kilka czujników temperatury, które można umieścić w miejscach, w których wymagany jest pomiar temperatury. Należy w tym przypadku zmodyfikować program mikrokontrolera. Zastosowany w termometrze moduł WT12 jest bardzo łatwy w konfiguracji, co można zawdzięczać oprogramowaniu IWrap. Przedstawiony termometr znajdzie zastosowanie wszędzie tam, gdzie będzie bezprzewodowy pomiar temperatury oraz jej monitorowanie. Z wykorzystaniem drugiego modułu BT12 można odczytywać temperaturę bez udziału komputera. Jeśli zasięg transmisji modułów BT będzie zbyt mały, to można go zwiększyć dołączając dodatkową antenę.

Marcin Wiązania, EP
marcin.wiazania@ep.com.pl

Moduł Bluetooth udostępniła firma

Elproma
ul. Szymanowskiego 13, 05-092 Łomianki,
tel. 022 751 76 80, faks 022 751 76 81,
www.elproma.com.pl, info@elproma.com.pl

R E K L A M A M A

SPECJALIZOWANE UKŁADY SCALONE PANACEUM NA WSZYSTKO



AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR





Electronics
WG Electronics Sp. z o.o.
ul. Modzelewskiego 35
02-679 Warszawa
tel. +48 22 847 97 20
www.wg.com.pl