



Pokojowy termometr z higrometrem



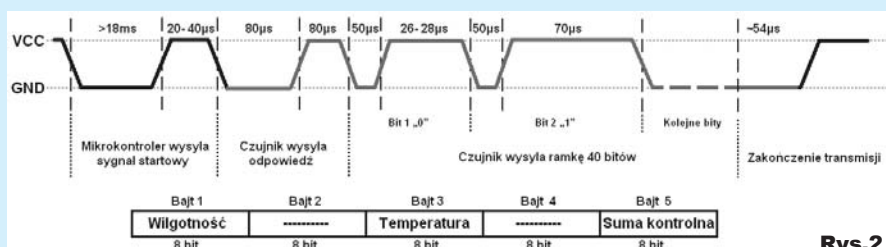
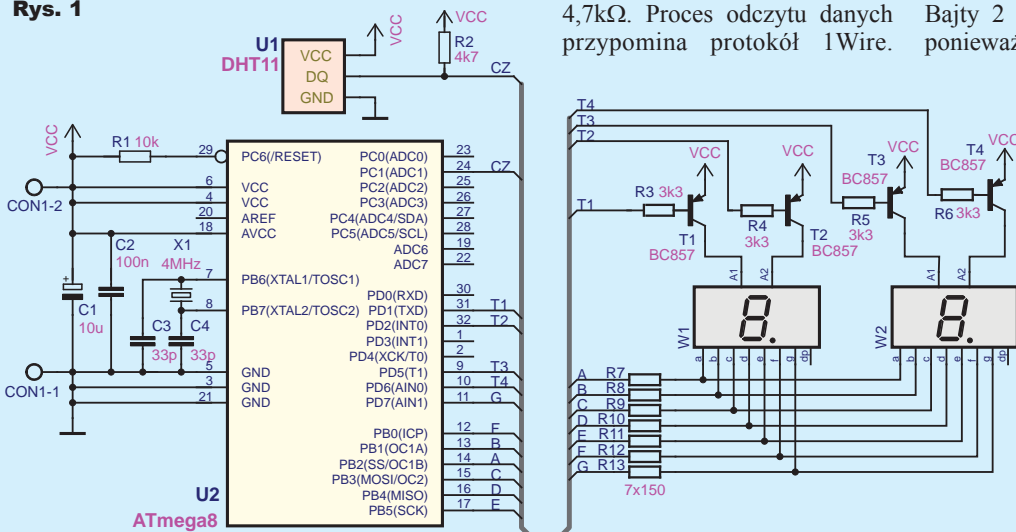
Do czego to służy?

Prezentowany układ służy do pomiaru temperatury oraz wilgotności powietrza. Może znaleźć zastosowanie w domach, piwnicach, samochodach i innych obiektach. Mierzy temperaturę od 0 do 50°C z dokładnością 2°C oraz wilgotność od 20 do 95% z dokładnością 5%. Zastosowane duże dwukolorowe wyświetlacze LED sprawiają, że nawet z kilkunastu metrów można wygodnie odczytać parametry. Bardzo niski koszt czujnika sprawia, że urządzenie stanowi alternatywę dla kosztownych stacji pogody. Urządzenie zostało zaprojektowane na małej płytce z przewagą elementów do montażu powierzchniowego.

Jak to działa?

Na rysunku 1 przedstawiono schemat ideowy układu. Układ scalony U1 to mikrokontroler ATmega8 pracujący na zewnętrznym rezonatorze kwarcowym o częstotliwości 4MHz. Rezystor R1 o wartości 10kΩ podciąga wyprowadzenie Reset do Vcc, aby mikrokontroler nie został zresetowany przez zakłócenia podczas pracy. Pakiet kondensatorów C1

Rys. 1



Rys. 2

oraz C2 filtruje napięcie zasilania dla mikrokontrolera.

Do wyświetlania temperatury oraz wilgotności zastosowano duże, jednocalowe (25mm) dwukolorowe wyświetlacze LED. Tranzystory T1 oraz T3 sterują anodami wyświetlaczy w kolorze zielonym, a tranzystory T2 i T4 anodami w kolorze czerwonym. Katody wyświetlaczy zostały połączone ze sobą i dołączone do portów I/O mikrokontrolera przez rezystory ograniczające prąd. Multiplexowanie zostało zrealizowane z częstotliwością 104Hz, co daje 52Hz na pojedynczy wyświetlacz, dzięki czemu ludzkie oko ze względu na swoją bezwładność nie jest w stanie zaobserwować przełączania. Cyfrowy czujnik temperatury i wilgotności DHT11 został podłączony do portu PortC.1 oraz podciągnięty do VCC przez rezystor 4,7kΩ. Proces odczytu danych przypomina protokół 1Wire.

Na rysunku 2 przedstawiono schemat transmisji oraz ramkę danych. Transmisja rozpoczyna się od wysłania sygnału startowego składającego się ze stanu niskiego trwającego minimum 18ms oraz stanu wysokiego na 20–40μs. Następnie czujnik wysyła odpowiedź w postaci stanu niskiego i kolejno wysokiego na czas po 80μs, po czym wysyłana jest ramka bit po bicie. Logicznemu zerowi odpowiada stan niski przez 50μs oraz stan wysoki przez 26–28μs, a logicznej jedynce stan niski przez 50μs oraz stan wysoki przez 70μs. Po zakończeniu ramki czujnik wystawia stan niski przez około 54μs i następnie wchodzi w stan czuwania na kolejne rozkazy odczytu danych. Pełna ramka składa się z 40 bitów, czyli 5 bajtów. Bajt piąty zawiera sumę kontrolną w postaci arytmetycznej sumy temperatury i wilgotności. Bajty 2 i 4 zawsze mają wartość zero, ponieważ nie są wykorzystywane przez czujnik DHT11 (bardziej precyzyjna wersja DHT22 zapisuje na tych bajtach wartości ułamkowe mierzonych parametrów).

Program sterujący mikrokontrolerem został napisany w środowisku BASCOM AVR. Do realizacji multiplexowania wykorzystano przerwanie od Timer0. Podprogram odczytu temperatury i wilgotności z czujnika DHT11 przedstawiono na listingu 1.

Na samym początku wysyłany jest sygnał startu oraz

blokowane przerwanie od Timer0, aby nie zakłócić odczytu danych. Tak krótkie wyłączenie przerwania nie skutkuje migotaniem wyświetlacza podczas zmiany koloru, ponieważ przerwa trwa niecałe 4ms. Następnie zmieniany jest kierunek portu w rejestrze DDRC, po czym program oczekuje na odpowiedź; w przypadku, gdy po 25µs port jest w stanie wysokim, odpowiedź traktowana jest jako błąd czujnika. Analogicznie program sprawdza stan czujnika po 40µs. W dalszym ciągu program w pętli odczytuje bity ramki i zapisuje je do odpowiednich zmiennych. Po odczycie wszystkich bitów mikrokontroler oczekuje 60µs, po czym ustawia stan wysoki na linii sygnałowej. W kolejnym kroku sprawdzana jest suma kontrolna i w przypadku niezgodności zwracany jest błąd. Błędne dane nie są prezentowane na wyświetlaczu.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 3 przedstawiono projekt płytki drukowanej. W projekcie wykorzystano mikrokontroler ATmega8 w obudowie smd TQFP32, dlatego najlepiej przed wlutowaniem zaprogramować go w odpowiedniej podstawie. W tym celu należy do pamięci FLASH wgrać plik *wsad.hex* dostępny w Elportalu w materiałach dodatkowych tego numeru. Bity konfiguracyjne mikrokontrolera należy ustawić zgodnie z tabelą 1.

W systemie heksadecymalnym powinny wyglądać następująco:

Fuse High Byte: 0xD9

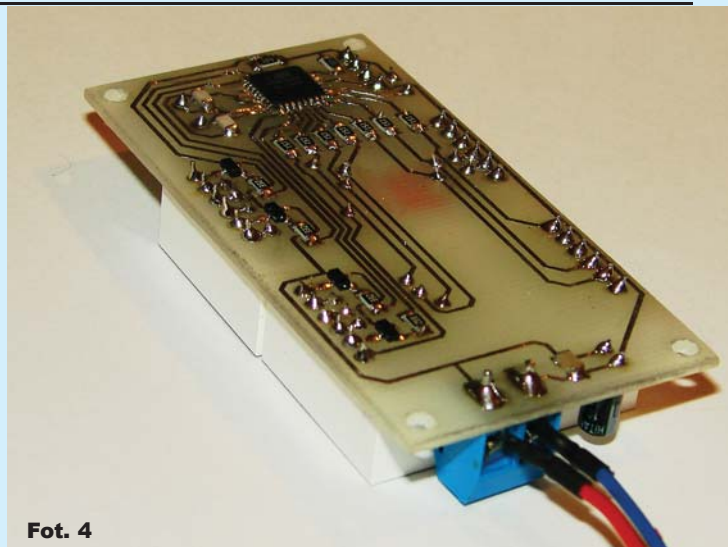
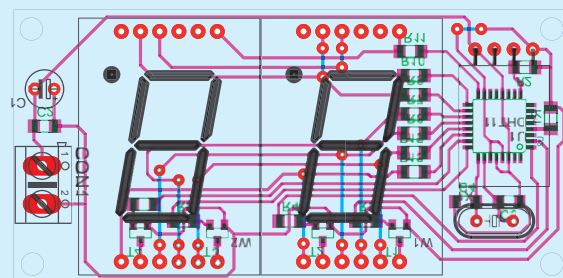
Fuse Low Byte: 0xFD

Podczas tej czynności należy być ostrożnym, gdyż przypadkowe błędne ustawienie

```
Pomiar:
Set Kierunek
Reset Wyjscie
Waitms 30
Set Wyjscie
Disable Timer0
Waitus 40
Reset Kierunek
Waitus 25
If Wejscie = 1 Then
  Blad = 1
  Return
End If
Waitus 40
If Wejscie = 0 Then
  Blad = 1
  Return
End If
While Wejscie = 1
  Bitt = 0
  Bajt = 1
  Do
    For Bitt = 7 To 0 Step -1
      While Wejscie = 0
        Wend
      Waitus 35
      If Bajt = 1 Then
        If Wejscie = 1 Then
          Temperatura.bitt = 1
          While Wejscie = 1
            Wend
          Else
            Temperatura.bitt = 0
          End If
        If Bajt = 3 Then
          If Wejscie = 1 Then
            Wilgotnosc.bitt = 1
            While Wejscie = 1
              Wend
            Else
              Wilgotnosc.bitt = 0
            End If
          End If
          If Bajt = 5 Then
            If Wejscie = 1 Then
              Crc.bitt = 1
              While Wejscie = 1
                Wend
              Else
                Crc.bitt = 0
              End If
            End If
          End If
          Next Bitt
          Incr Bajt
        Loop Until Bajt = 6
        Enable Timer0
        Waitus 60
        Set Kierunek
        Set Wyjscie
        Suma = Temperatura + Wilgotnosc
        If Crc <> Suma Then
          Blad = 1
        End If
      Return
    End If
  Next Bitt
  Incr Bajt
Loop Until Bajt = 6
Enable Timer0
Waitus 60
Set Kierunek
Set Wyjscie
Suma = Temperatura + Wilgotnosc
If Crc <> Suma Then
  Blad = 1
End If
Return
```

Listing 1

Rys. 3



Fot. 4

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

Tabela 1

bitów konfiguracyjnych może przynieść niekorzystne skutki, a nawet zablokowanie mikrokontrolera.

Istnieje kilka technik montażu powierzchniowych układów w obudowach TQFP. Jedną z nich jest użycie stacji na gorące powietrze oraz odpowiedniego topnika. Montażu można dokonać również zwykłą stacją lutowniczą wyposażoną w specjalny grzał minifala lub zwykły grzał szpilkowy, stosując cynę o niewielkiej średnicy. Przy montażu nale-

ży zwrócić uwagę, aby nie zrobić zwarcia między wyprowadzeniami oraz nie uszkodzić termicznie układu. Po wlutowaniu mikrokontrolera należy wlutować pozostałe elementy przeznaczone do montażu powierzchniowego, a następnie elementy przewlekane w kolejności od najmniejszych po największe. Należy pamiętać, aby wlutować wszystkie zworki. Na fotografii 4 przedstawiono zmontowany układ od strony ścieżek. Układ po zmontowaniu jest gotowy do pracy i nie wymaga żadnej kalibracji. Układ pobiera zaledwie 50mA i powinien być zasilany napięciem stałym 5V. Temperatura i wilgotność są wyświetlane na wyświetlaczu na przemian, co 1,7s kolejno w kolorze czerwonym i zielonym.

Krzysztof Gońka
krzysztof.gonka@interia.pl

Wykaz elementów

- R1 10kΩ
- R2 4,7kΩ
- R3-R6 3,3kΩ
- R7-R13 150Ω
- C1 10µF/16V
- C2 100nF
- C3, C4 33pF
- T1-T4 BC857
- U1 ATmega8
- U2 DHT11
- X1 4MHz
- W1, W2 LED1-AS-10016DMRMG-B
- CON1 łączce śrubowe ARK500/2

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3079.