

Domowa stacja pogodowa,

część 1

AVT-961

Łatwo być „pogodoodpornym” w reklamie telewizyjnej. Większość z nas nie lubi jednak deszczowej aury, a skoki ciśnienia wywołują wręcz niezbyt korzystne reakcje naszego organizmu. W wielu sytuacjach warto więc wiedzieć, jakiej pogody można się spodziewać w najbliższym czasie.

Do sporządzania własnych prognoz niezbędna będzie stacja pogodowa.

Rekomendacje:

zbudowanie stacji pogodowej będzie dopiero pierwszym krokiem do przygotowywania własnych prognoz, trzeba bowiem jeszcze nauczyć się tego robić na podstawie zebranych wyników. Krok ten warto wykonać.



Zbudowanie domowej stacji meteorologicznej nie jest trudne. Potrzebny do tego celu jest kamień średniej wielkości, położony na widocznym miejscu w ogrodzie, lub na balkonie. Jeżeli kamień jest mokry, to znaczy, że pada lub padał deszcz. Jeżeli jest suchy i ciepły to oznacza, że na zewnątrz jest ciepło i sucho, czyli pogoda jest sprzyjająca. Kolor biały kamienia jednoznacznie wskazuje na opady śniegu, a ewentualne oszronienie sugeruje nocne przymrozki przy zwiększonej wilgotności powietrza.

Tego typu stacja jest prosta w wykonaniu i trwała, a uzyskiwane parametry pomiarowe mogą być w wielu przypadkach wystarczająco dokładne. Mimo tego, iż dla wielu pokoleń takie pomiary parametrów pogodowych były w zupełności wystarczające, to dzisiaj należy je traktować z przymrużeniem oka. Główna część pomiarowa (kamień) nie posiada przecież interfejsu pozwalającego przedstawić pomiary w formie cyfrowej, a wszyscy lubimy wiedzieć ile czegoś jest dokładnie. Z tego powodu postanowiłem zbudować stację mierzącą i pokazującą w formie cyfrowej podstawowe parametry pogodowe: temperaturę, wilgotność i ciśnienie atmosferyczne. Schemat elektryczny stacji został pokazany na rys. 1.

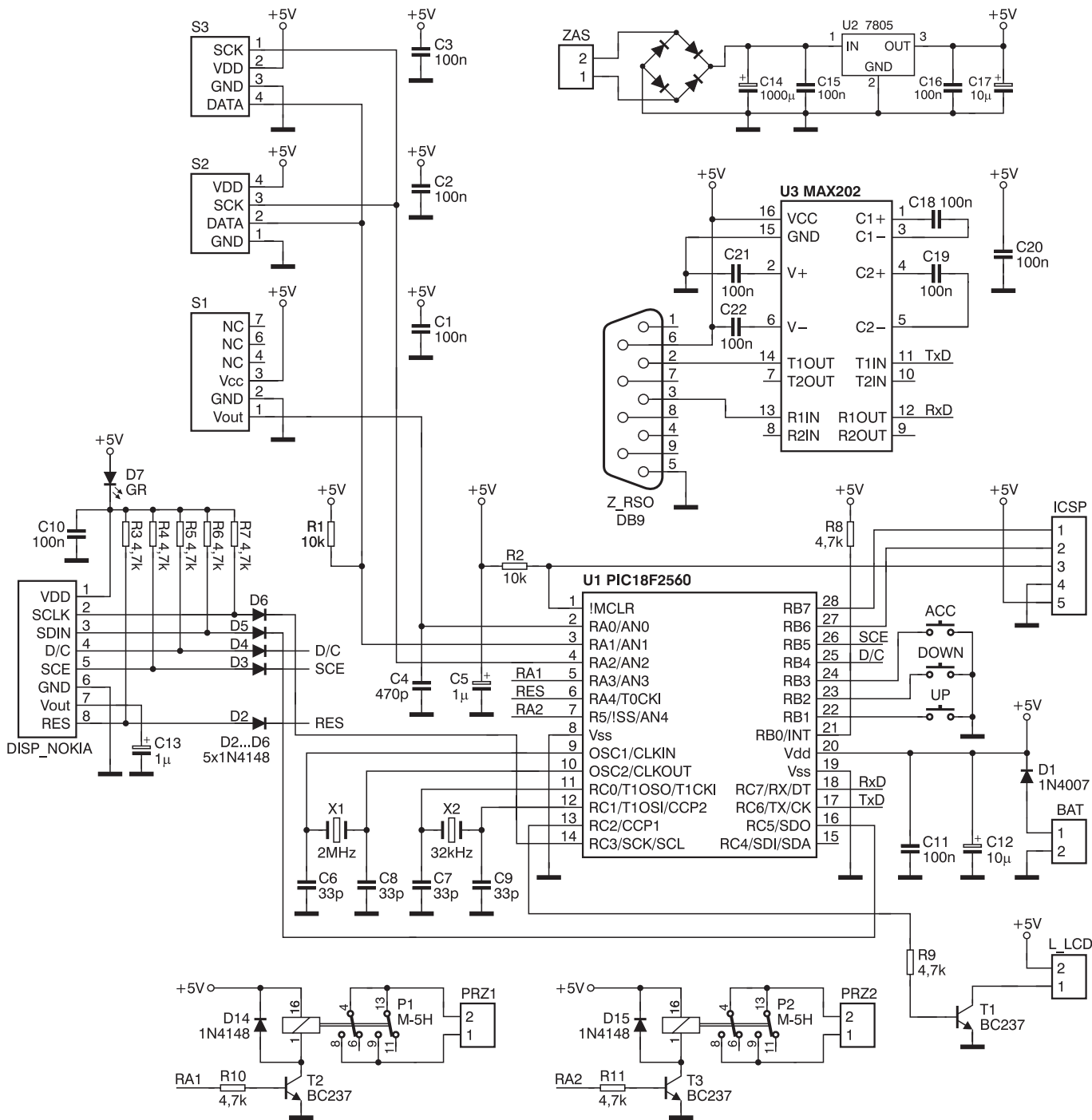
Pracą wszystkich urządzeń peryferyjnych: czujników temperatury, wilgotności i ciśnienia, wyświetlacza, przycisków steruje mikrokontroler PIC18F2680 (U1) firmy Microchip. Mikrokontroler ma wbudowane wszystkie niezbędne układy peryferyjne (SPI, USART) i dość dużą pamięć programu (32 kśłów 16-bitowych) i ok. 3 kB pamięci RAM. Złącze ICSP jest przeznaczone do programowania mikrokontrolera w układzie. W trakcie pracy nad programem sterującym, przez to złącze był podłączony debugger ICD2. ICD2 sterowany z poziomu środowiska MPLAB IDE umożliwia krokowe wykonywanie programu, zakładanie pułapek programowych i oglądanie zawartości rejestrów i zmiennych w trakcie wykonywania programu przez mikrokontroler umieszczony w układzie. Program sterujący stacją został napisany w języku C i skompilowany kompilatorem MPLAB C-18. Studencką wersję tego kompilatora można pobrać ze strony producenta: http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en010014&part=SW006011.

Czujnik SHT75

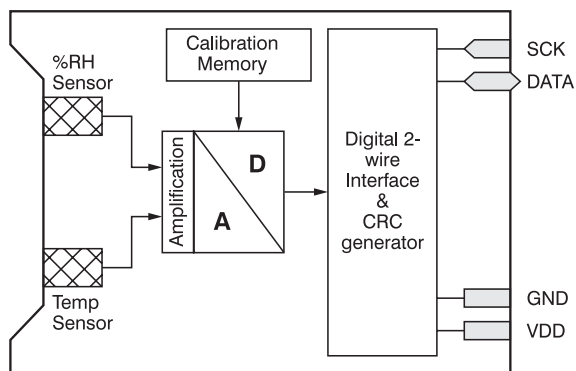
Przyjąłem założenie, że stacja będzie mierzyła temperaturę i wilgotność pomieszczenia, w któ-

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki o wymiarach 77x79 z wypustem 32x16mm (baza), 49x41 z wypustem 12x10 (płytki pomiaru Tzewn),
- Zasilanie >7,5 VDC
- Pomiar temperatury wewnętrznej w zakresie -40...90°C
- Pomiar temperatury zewnętrznej w zakresie -55...90°C
- Pomiar wilgotności w zakresie 0...100%
- Pomiar ciśnienia atmosferycznego
- Zegar czasu rzeczywistego
- Archiwizacja pomiarów, co 1 godzinę do 24 godzin wstecz
- 2 kanały kontroli wartości progowej ustawionego parametru: temperatury zewnętrznej, wewnętrznej lub wilgotności



Rys. 1. Schemat elektryczny stacji meteo

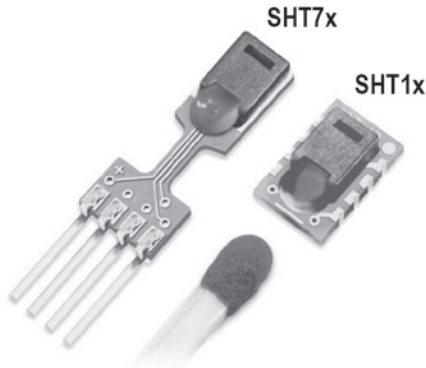


Rys. 2. Schemat blokowy czujnika SHT

rym się znajduje. Jeżeli umieścimy ją wewnątrz pomieszczenia (na przykład w pokoju), to będzie mierzyć temperaturę i wilgotność tego pomieszczenia. Pomiar wykonuje czujnik STH75 firmy Sensirion. Firma ta może być znana, jako że kiedyś wysyłała do Polski bezpłatne próbki podobnych czujników SHT11, ale z powodu

dużej liczby zamówień na te elementy, a co prawdopodobnie małego lub żadnego zainteresowania komercyjnym wykorzystaniem SHT11 wysyłanie próbek do Polski zostało wstrzymane.

SHT75 jest dokładnym i szybkim, zintegrowanym czujnikiem temperatury i wilgotności. Schemat blokowy czujnika został pokazany na rys. 2, a jego wygląd na rys. 3. W strukturze układu zostały umieszczone: czujnik temperatury, czujnik wilgotności, moduł



Rys. 3. Widok czujnika SHT firmy Sensirion

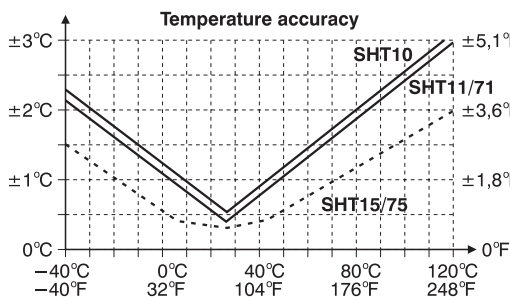
ADC ze wzmacniaczem wstępnym i blok cyfrowy. Napięcie wyjściowe z czujników jest przetwarzane na postać cyfrową przez przetwornik analogowo-cyfrowy. Konwersja jest korygowana zawartością pamięci kalibracyjnej zapisywanej w trakcie procesu produkcji. Uzyskano przez to dużą dokładność pomiaru w całym zakresie pomiarowym (tab. 1).

Jak widać z porównania pokazanego w tab. 1 najdokładniejszy jest czujnik SHT75. W porównaniu z innymi popularnymi scalonymi czujnikami SHT75 wypada bardzo dobrze. Na rys. 4 pokazano wykres dokładności pomiaru temperatury SHT w całym zakresie pomiarowym.

W bloku cyfrowym dane modułu przetwornika ADC są zamieniane na postać szeregową i można je odczytać 2-przewodową magistralą przez linię danych SDA. Transmisja jest taktowana linią zegarową SCK. Interfejs jest elektrycznie i logicznie podobny do I²C, ale na tyle się różni, że nie można czujnika odczytać standardowymi procedurami obsługi magistrali I²C.

Transmisja pomiędzy mikrokontrolerem, a układem SHT rozpoczyna się sekwencją startu. Po niej jest wysyłany bajt komendy:

- odczytaj temperaturę



Rys. 4. Wykres dokładności pomiaru temperatury czujników SHT

- odczytaj wilgotność
- odczytaj zawartość rejestru statusu
- zapisz rejestr statusu
- wykonaj zerowanie programowe (soft reset)

Po otrzymaniu komendy czujnik jest zajęty wykonywaniem pomiarów i sygnalizuje to stanem wysokim na linii danych. Mikrokontroler testuje linię danych i jeżeli jest w stanie wysokim, to czeka, aż przedzie w stan niski sygnalizując początek przesyłania dwu bajtów pomiaru i bajtu sumy kontrolnej. Na rys. 5 przedstawiono ramkę danych pomiarowych przesyłanych z czujnika.

Dokumentację układu można znaleźć na stronie producenta http://www.sensirion.com/en/02_sensors/00_products.htm?cat=3&art=6. Oprócz kart katalogowych można tam znaleźć notę aplikacyjną z kodem źródłowym procedur obsługi magistrali szeregowej, wysyłaniem sekwencji odczytywania i zapisywania, sekwencji startu i sekwencji zerowania magistrali napisanych w języku C i przeznaczonych dla mikrokontrolerów rodziny MCS51 (8051). W programie obsługującym czujnik SHT75 procedury te zostały wykorzystane po pewnej modyfikacji wynikającej ze specyfiki budowy portów mikrokontrolerów PIC.

Na list. 1 została pokazana procedura wysyłania bajtu *value* na magistralę. Procedura zwraca bit potwierdzenia. Jeżeli jest on ustawiony, to zapisanie bajtu zakończyło się niepowodzeniem.

Dwukierunkowa linia danych (RA1) jest sterowana przez manipulowanie bitem kierunku przesyłania danych TRISA1 zdefiniowanym jako DATA. Kiedy TRISA1=1, to linia RA1 staje się linią wejściową (stan wysokiej impedancji) i rezystor R1 wymusza na niej stan wysoki. Kiedy TRISA1 (DATA)=0, to linia RA1 jest linią wyjściową i wymuszany jest na niej stan niski, bo wcześniej do rejestru PORTA1 (PORT_DATA) zostało wpisane zero.

Makra Nop() powodują powstawanie programowych opóźnień przez wykonywanie rozkazów nop mikrokontrolera. Liczba rozkazów została dobrana dla zegara mikrokontrolera pracującego z częstotliwością Fclk=8 MHz. Czę-

stotliwość oscylatora Fosc=2 MHz jest wewnętrznie powielana przez 4 w wewnętrznej pętli PLL.

W czujnikach SHT wartość wilgotności jest zapisywana na 12 bitach, a temperatura na 14. Żeby te wartości wskazywały rzeczywistą wilgotność i rzeczywistą temperaturę trzeba je poddać przekształceniom według poniższej zależności:

$$RH_{linear} = c_1 + c_2 \cdot SO_{RH} + c_3 \cdot SO_{RH}^2$$

Jest to formuła określająca wilgotność w temperaturze +25°C. Dla innych temperatur niezbędna jest korekta:

$$RH_{true} = (t_{oC} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot SO_{RH}) + RH_{linear}$$

Temperatura jest wyliczana na podstawie wzoru:

$$Temperatura = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

W przypadku, gdy czujnik jest zasilany napięciem Vdd=5 V, a temperatura będzie podawana w stopniach Celsjusza, to współczynnik d1 ma wartość -40. Drugi ze współczynników - d2, dla danych o długości 14 bitów i temperatury podawanej w stopniach Celsjusza ma wartość 0,01. Długość słowa można zredukować do 12 bitów, gdy jest potrzebna większa szybkość przesyłania pomiarów - stąd w drugiej tabelce współczynniki dla 12 bitów. Podobnie dla wilgotności można zredukować słowo do 8 bitów

SO _{RH}	c ₁	c ₂	c ₃
12 bit	-4	0,0405	-2,8·10 ⁻⁶

Na list. 2 pokazano procedurę wyliczania wartości rzeczywistych wilgotności i temperatury na podstawie wartości odczytanych z czujnika.

Czujnik ciśnienia MPX4115

Pomiar ciśnienia atmosferycznego zawsze mi się kojarzył z dużym okrągłym barometrem wyprodukowanym w dawnych czasach za naszą wschodnią granicą. Wewnątrz widać misterne elementy mechani-

Tab. 1. Dokładność pomiaru czujników SHT

Oznaczenie elementu	Dokładność pomiaru wilgotności względnej [%RH]	Dokładność pomiaru temperatury [K] dla 25°C
SHT10	±4,5	±0,5
SHT11	±3,0	±0,4
SHT15	±2,0	±0,3
SHT71	±3,0	±0,4
SHT75	±1,8	±0,3

zmu pomiaru: przekładnię, mieszek, sprężynę włosową. Może z powodu skomplikowanej konstrukcji i co za

SO _{RH}	t ₁	t ₂
12 bit	0,01	0,00008

tym idzie wysokiej ceny barometru mechaniczne nie były tak popularne jak termometry. Wartość ciśnie-

VDD	d ₁ [°C]	d ₁ [°F]
5 V	-40,00	-40,00
4 V	-39,75	-39,50
3,5 V	-39,66	-39,35
3 V	-39,60	-39,28
2,5 V	-39,55	-39,23

	d ₂ [°C]	d ₂ [°F]
14 bit	0,01	0,018
4 V	0,04	0,072

nia atmosferycznego i jego zmiany mają wpływ na pogodę i na samopoczucie.

Żeby mikrokontroler mógł odczytywać i wyświetlać wartość ciśnienia atmosferycznego potrzebny jest przetwornik wartości nieelektrycznej na sygnał elektryczny. W naszym układzie rolę tę spełnia układ MPX41415 produkowany przez firmę Freescale. Układ czujnika przekształca ciśnienie w zakresie 150...1150 hPa na napięcie z zakresu 0,4...4,8 V. Zastosowana technologia przetwarzania, będąca kombinacją krzemowej mikro-mechaniki i technologii bipolarnej, zapewnia odpowiednią dokładność pomiaru w całym zakresie pomiarowym w temperaturze od -40°C do +125°C. Jednak najwyższą dokładność uzyskuje się przy pomiarach w temperaturze od 0°C do +85°C. W strukturze czujnika umieszczono wzmacniacz sygnału i obwody linearyzacji. Na rys. 6 została pokazana zależność napięcia wyjściowego od mierzonego ciśnienia.

Mierzone ciśnienie atmosferyczne jest tylko częścią zakresu pomiarowego. Można zastosować układ rozszerzający zakres napięcia

List. 1. Procedura wysyłania bajtu magistralą szeregową

```
#define PORT_DATA PORTAbits.RA1 /* PORT for DATA */
#define DATA_DDR DDRAbits.RA1 /* TRIS for DATA */
char s_write_byte(unsigned char value)
//-----
//przesłanie wartości Value po magistrali Sensirion
{
unsigned char i,error=0;

for (i=0x80;i>0;i/=2) //przesunięcie bitu maski
{ if ((i & value))
DATA=1; //maskowanie i przesyłanie na magistralę
else
{PORT_DATA=0;
DATA=0;}
SCK=1; //sygnał zegara
Nop();Nop();Nop(); //niezbędna opóźnienie
Nop();Nop();Nop();
SCK=0;
}
DATA=1; //DATA=1
Nop();Nop();Nop();Nop();
Nop();
SCK=1; //9-ty puls zegara dla potwierdzenia ACK
Nop();
Nop();Nop();Nop();Nop();
error=PORT_DATA; //bit potwierdzenia
Nop();
Nop();Nop();Nop();Nop();
SCK=0; //error=1 dla braku potwierdzenia
return error;
}
```

wyjściowego czujnika dla zakresu ciśnienia atmosferycznego. Zwiększy się wtedy dokładność pomiaru. W naszej stacji wyjściowe napięcie z czujnika jest bezpośrednio mierzone przez przetwornik analogowo-cyfrowy mikrokontrolera (linia AN0), a dodatkowo wyświetlana jest uśredniona wartość z 10 kolejnych pomiarów. Uzyskana dokładność pomiaru jest wystarczająca dla tego typu pomiarów.

Napięcie wyjściowe zmienia się w funkcji ciśnienia według zależności: $V_{out} = V_s(0,009P - 0,095)$, gdzie V_s jest napięciem zasilającym czujnik. Mikrokontroler PIC18F2560 posiada wbudowany przetwornik A/C o rozdzielczości 10 bitów. Zmiana na najmłodszym bicie jest powodowana przez zmianę napięcia o wartości $5 V/1024 = 0,00494 V$. Odczytana wartość N z rejestru przetwornika odpowiada napięciu $U = N * 0,00494 V$. Wzór na napięcie wyjściowe daje po przekształceniu zależność na mierzone ciśnienie:

$$P = (V_{out} * 22,2) + 10,55 \text{ (dla } V_s = 5,1 V)$$

Na list. 3 została pokazana procedura wyliczania ciśnienia. Argumentem *vin* jest 10-bitowa liczba

odczytana z przetwornika. Funkcja zwraca wartość ciśnienia w hPa.

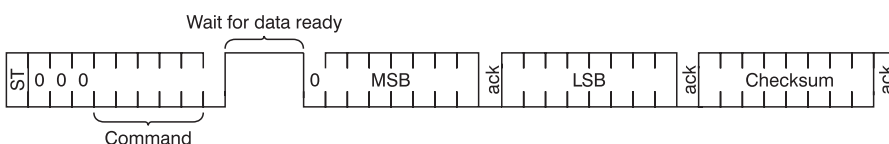
Napięcie zasilające czujnik jest zablokowane kondensatorem C1 i musi mieć wartość $5,1 V \pm 0,25 V$. Ewentualne zakłócenia HF pojawiające się na wyjściu czujnika są odfiltrowywane kondensatorem C4 (470 pF).

Sterownik

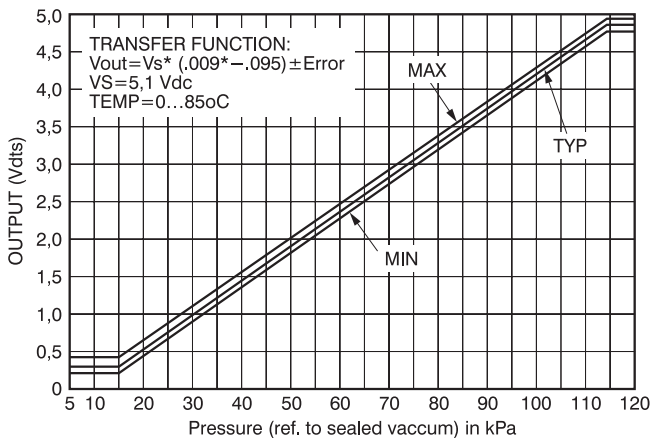
Sterownik stacji został wykonany w oparciu o mikrokontroler PIC18F2560. Częstotliwość wewnętrznego oscylatora stabilizowanego rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 2 MHz (X1) jest powielana 4x przez układy PLL i w rezultacie mikrokontroler jest taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości 8 MHz. Do taktowania programowego zegara czasu rzeczywistego został wykorzystany rezonator zintegrowany z licznikiem TMR1 stabilizowany zegarkowym kwarcem X2 o częstotliwości 32,768 kHz.

Trzy przyciski sterujące zostały podłączone do linii RB1...RB3 portu PORTB. Zwarcie styków przycisków powoduje wymuszenie stanu niskiego. Jeżeli styki są rozwarte, to stan wysoki na liniach portów wymuszają włączone wewnętrzne rezystory portu PORTB.

Wszystkie informacje są wyświetlane na wyświetlaczu graficznym od telefonu Nokia 3310 sterowanym przez sprzętowy interfejs SPI mikrokontrolera. Mikrokontroler jest



Rys. 5. Ramka z danymi pomiarowymi przesyłana z czujnika SHT do mikrokontrolera



Rys. 6. Zależność napięcia wyjściowego od mierzonego ciśnienia czujnika MPX4115

zasilany napięciem +5 V, a wyświetlacz jest przystosowany do zasilania napięciem +3,3...+3,6 V. Układ zbudowany z diod D2...D6 i rezystorów R3...R7 obniża poziom sygnałów sterujących linii portów mikrokontrolera do poziomu akceptowanego przez sterownik wyświetlacza. Kiedy na linii sterującej pojawi się napięcie wyższe niż napięcie zasilania wyświetlacza, to dioda jest spolaryzowana zaporowo i linia wyświetlacza ma poziom wysoki wymuszony przez jeden z rezystorów R3...R7. Kiedy linia sterująca wyświetlacza ma poziom niski, to dioda zacznie przewodzić i na linii wyświetlacza pojawi się stan niski (ok. 0,6 V)

Napięcie zasilające jest obniżane przez szeregowe włączenie zielonej diody LED. Spadek napięcia na złączu diody powoduje, że napięcie zasilające wyświetlacz ma

wartość ok. 3,6 V. Jest to prosty i tani sposób dołączenia wyświetlacza do układu sterowania zasilanego napięciem +5 V.

Mikrokontroler ma możliwość sterowania dwoma przekaźnikami PRZ1 i PRZ2. Cewki przekaźników są zasilane z kolektorów tranzystorów T2 i T3. Rezystory R10 i R11 ograniczają prąd bazy

tranzystorów, kiedy linie sterujące RA3 lub RA5 są w stanie wysokim. Na bazę tranzystora T1 podawany jest przebieg PWM regulujący jasność świecenia diod LED. W ten sposób zrealizowano podświetlenie ekranu wyświetlacza. W modelowym urządzeniu funkcja podświetlenia nie była wykorzystana.

Układ MAX202 (U3) jest konwerterem TTL/RS232. Kanał komunikacyjny RS232 jest przeznaczony do połączenia modułu mierzącego temperaturę na zewnątrz (przez złącze Z_RSO D-SUB9).

Sterownik wraz ze wszystkimi czujnikami i modułem mierzącym temperaturę zewnętrzną jest zasilany ze stabilizowanego zasilacza +5 V zbudowanego z mostka prostowniczego (diod D10...D13) i stabilizatora 7805 (U2). Napięcie stałe lub przemienne o wartości 8...10 V należy podłączyć do złącza ZAS.

Moduł pomiaru temperatury zewnętrznej

Trudno nazwać stacją meteo urządzenie, które mierzy tylko temperaturę wewnątrz pomieszczenia. Dlatego sterownik został wyposażony w kanał RS232, przez który może odczytywać tempera-

WYKAZ ELEMENTÓW

plytka sterownika

Rezystory

R3...R11: 4,7 kΩ

R1, R2: 10 kΩ

Kondensatory

C6...C9: 33 pF

C4: 470 pF

C1...C3, C10, C11, C15, C16, C18...

C22: 100 nF

C5, C13: 1 μF/35 V tantal

C12, C17: 10 μF/16 V

C14: 1000 μF/16 V

Półprzewodniki

D1, D10...D13: 1N4007

D2...D6, D14, D15: 1N4148

D7: LED zielona

T1...T3: BC237

U1: PIC18F2560 zaprogramowany

U3: MAX202

S1: MPX4115

S3: SHT75 lub zamiennie S2 SHT11

U2: 7805

Inne

Wyświetlacz graficzny od telefonu Nokia 3310

X1: rezonator kwarcowy 2 MHz

X2: rezonator kwarcowy 32,768 kHz

Z_RSO: złącze DB9 do druku

P1, P2: przekaźniki M4-5H

ZAS, PRZ1 i PRZ2: złącza do druku

3 mikroprzyciski

plytka pomiaru temperatury zewnętrznej

Rezystory

R7: 150 Ω

R6: 10 kΩ

Kondensatory

C15...C20: 100 nF

C21: 10 μF/16 V

Cx5, Cx6: 33 pF

Półprzewodniki

D1: LED czerwona

U6: MAX202

U7: PIC16F628 zaprogramowany

U8: DS1620

Inne

X3: rezonator 2 MHz

Złącze SUB9 do druku

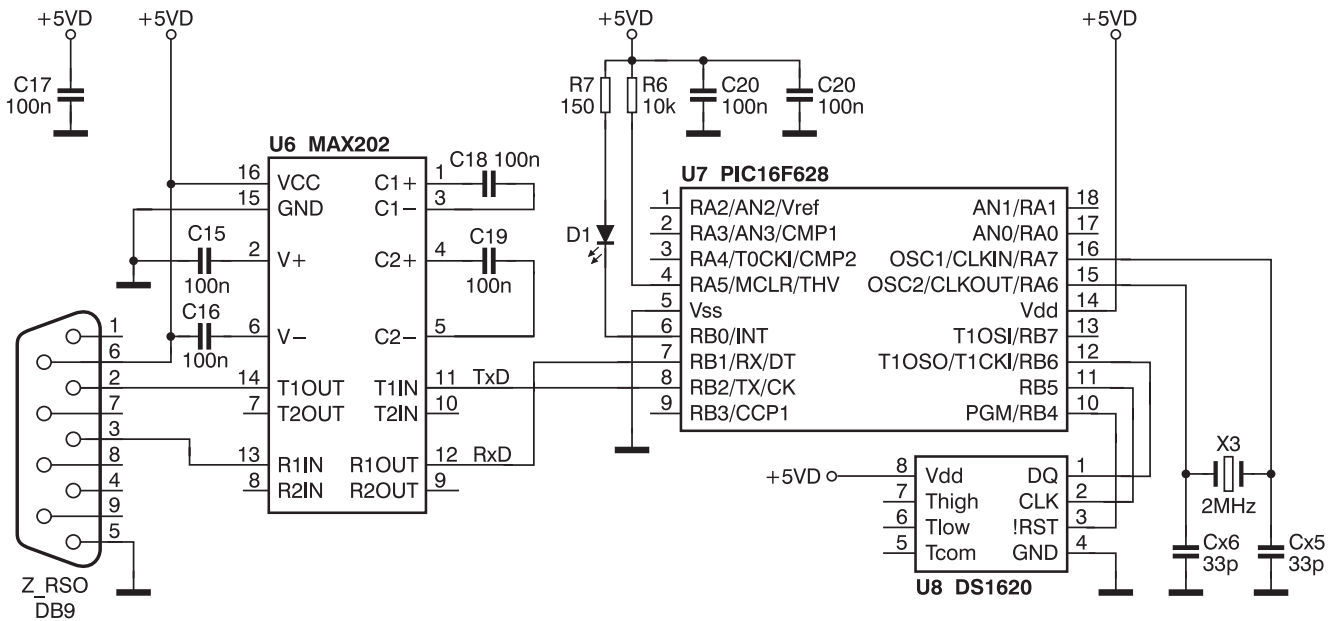
List. 2. Wyliczenie wilgotności i temperatury czujnika SHT

```
void calc_sht(float *p_humidity ,float *p_temperature)
//-----
// wyliczenie temperatury [°C] i wilgotności [%RH]
// wyjście: wilg [%RH]
// temp [°C]
{
const float C1=-4.0; // for 12 Bit
const float C2=+0.0405; // for 12 Bit
const float C3=-0.0000028; // for 12 Bit
const float T1=+0.01; // for 14 Bit @ 5V
const float T2=+0.00008; // for 14 Bit @ 5V

float rh=*p_humidity; // rh: wskaźnik do 12 bitowej wartości
wilgotności
float t=*p_temperature; // t: wskaźnik do 14 bitowej wartości
temperatury
float rh_lin; //
float rh_true; //
float t_C; //

t_C=t*0.01 - 40; //wyliczenie temperatury w [°C] z od-
czytanej wartości z SHT
rh_lin=C3*rh*rh + C2*rh + C1; //wyliczenie wilgotności [%RH]
rh_true=(t_C-25)*(T1+T2*rh)+rh_lin; // wyliczenie wilgotności skompenso-
wanej temperaturowo [%RH]
if(rh_true>100)rh_true=100; //korekcja maksymalnego zakresu
if(rh_true<0.1)rh_true=0.1; //korekcja minimalnego zakresu

*p_temperature=t_C;
*p_humidity=rh_true;
}
```



Rys. 7. Schemat modułu pomiaru temperatury zewnętrznej

ture zewnętrzną. Zdecydowałem, że moduł ten będzie połączony ze sterownikiem 4-żyłowym kablem: 2 sygnały RS232, masa i zasilanie +5 V. Można próbować stosować moduły transmisji radiowej, ale i tak moduł zewnętrzny musi być jakoś zasilany. Stosowanie baterii powoduje dodatkowe problemy.

Schemat modułu został pokazany na rys. 7. Elementem mierzącym temperaturę jest układ DS1620 firmy Maxim (Dallas). Do komuni-

kacji z mikrokontrolerem wykorzystywana jest 3-przewodowa magistrala: linie danych DQ, zegarowa CLK i linia kontroli transmisji !RST. Sterownik zbudowany w oparciu o mikrokontroler PIC16F628 odczytuje temperaturę z układu DS1620 i przesyła do sterownika stacji łączem RS232 z prędkością 1200 Bd. Konwersję poziomów napięć TTL/RS232 zapewnia układ MAX202.

Układ DS1620 mierzy temperaturę i przesyła magistralą szerego-

wą w postaci 9-bitowego słowa. Na dziewiątym, najstarszym bicie jest zapisany znak. Jeżeli jest ustawiony, to zmierzona temperatura jest temperaturą ujemną. Na 8 młodszych bitach jest zapisana wartość temperatury z rozdzielczością 0,5 stopni Celsjusza. Dla temperatur ujemnych jest zapisywana w kodzie U2 i żeby uzyskać jej wartość bezwzględną trzeba zanegować wszystkie 8 bitów i dodać jeden.

Zastosowanie zewnętrznego modułu z mikrokontrolerem daje możliwość rozbudowy o nowe funkcje w przyszłości. Kanałem RS232 można przesyłać z modułu umieszczonego na zewnątrz dodatkowe informacje z innych czujników np. czujnika kierunku i prędkości wiatru, czujnika wilgotności itp.

Tomasz Jabłoński, EP
tomasz.jablonski@ep.com.pl

```

List. 3. Funkcja obliczająca ciśnienie
unsigned int press_m(unsigned int vin)
{
float press;
float vout;
unsigned int press_out;

vout=vin*0.00494;//napięcie w [V]
press=(vout*22.2)+10.55;//wyliczone ciśnienie
press=press*10.0;//zamiana Kpa->hPa
press_out=press;//konwersja float ->int
return(press_out);
}

```

ALFINE

ANALOG DEVICES

analog is everywhere.™

Industrial Applications Medical Applications Instrumentation Applications

ALFINE P.E.P. • ul. Poznańska 30-32 • 62-080 Tarnowo Podgórne
tel.: (61) 89-66-934, 89-66-936 • fax: (61) 81-64-414, 81-64-076 • e-mail: analog@alfine.pl • http://www.alfine.pl

Domowa stacja pogodowa, część 2 AVT-961

Łatwo być „pogodoodpornym” w reklamie telewizyjnej. Większość z nas nie lubi jednak deszczowej aury, a skoki ciśnienia wywołują wręcz niezbyt korzystne reakcje naszego organizmu. W wielu sytuacjach warto więc wiedzieć, jakiej pogody można się spodziewać w najbliższym czasie.

Do sporządzania własnych prognoz niezbędna będzie stacja pogodowa.

Rekomendacje:

zbudowanie stacji pogodowej będzie dopiero pierwszym krokiem do przygotowywania własnych prognoz, trzeba bowiem jeszcze nauczyć się tego robić na podstawie zebranych wyników. Krok ten warto wykonać.



Działanie i obsługa stacji

W trakcie pracy nad urządzeniem przyjąłem, że część zasadnicza, czyli płytki sterownika z czujnikami temperatury, wilgotności i ciśnienia będzie umieszczona w pomieszczeniu mieszkalnym (pokoju). Zgodnie z tą zasadą, temperatura i wilgotność odczytywana z czujnika SHT jest wyświetlana jako temperatura i wilgotność wewnętrzna, a temperatura zmierzona przez układ DS1620 jest wyświetlana jako temperatura zewnętrzna.

Działanie stacji można funkcjonalnie podzielić na zadania:

- inicjalizacja sterownika,
- odmierzenie czasu,
- wykonywanie pomiarów,
- wyświetlanie odczytywanych pomiarów i czasu,
- archiwizacja pomiarów,
- ustawianie czasu i progów kanałów sterowania.

W pierwszej fazie działania programu inicjowane są wszystkie niezbędne moduły peryferyjne mikrokontrolera: przetwornik analogowo-cyfrowy (pomiar ciśnienia), timer TMR1 (odmierzenie czasu), moduł USART (komunikacja z modułem zewnętrznym). Następnie są zerowane tablice przechowujące archiwizowa-

ne pomiary, ustawiany jest system przerwań i inicjowany jest sterownik wyświetlacza LCD.

Do odmierzenia czasu wykorzystywany jest timer TMR1. Ten moduł peryferyjny może zliczać impulsy z dedykowanego generatora 32,768 kHz. Generator jest stabilizowany kwarem „zegarkowym” dołączanym do wyprowadzeń T1OSO i T1OSI. 16-bitowy rejestr liczący przepięnia się co 2 sekundy zgłaszając przerwanie. W programie obsługi przerwania modyfikowane są liczniki sekund, minut i godzin zegara, wysyłane jest zapytanie o pomiar zewnętrzny i zapisywane są tablice z archiwizowanymi pomiarami. W obsłudze przerwania wyliczana jest też średnia z 10 kolejnych pomiarów ciśnienia atmosferycznego.

Pomiar temperatury zewnętrznej jest wykonywany co 2 sekundy. Przy każdym przerwaniu od TMR1 moduł USART wysyła bajt 0x55. Kiedy moduł zewnętrzny odbierze ten bajt, odczytuje temperaturę z układu DS1620. Odczytana wartość jest zamieniana na kody ASCII według prostej reguły. Temperatura dodatnia to znak „p” (plus), temperatura ujemna to

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki o wymiarach 77x79 z wypustem 32x16mm (baza), 49x41 z wypustem 12x10 (płytki pomiaru Tzewn),
- Zasilanie >7,5 VDC
- Pomiar temperatury wewnętrznej w zakresie -40...90°C
- Pomiar temperatury zewnętrznej w zakresie -55...90°C
- Pomiar wilgotności w zakresie 0...100%
- Pomiar ciśnienia atmosferycznego
- Zegar czasu rzeczywistego
- Archiwizacja pomiarów, co 1 godzinę do 24 godzin wstecz
- 2 kanały kontroli wartości progowej ustawionego parametru: temperatury zewnętrznej, wewnętrznej lub wilgotności

znak „m” (minus). Wartość temperatury jest zamieniana na 3 znaki. Na przykład 22,5°C jest zamieniana na znaki „2”, „2” i „5”. Po konwersji wysyłany jest bajt startu 0xAA, potem bajt znaku temperatury („p” lub „m”) i 3 znaki ASCII wartości temperatury. Dla zmierzonej temperatury równej -12,5°C moduł odeśle ciąg bajtów: 0xAA, „m125”.

Sterownik stacji odczytuje znaki z łącza RS232 w obudowie przerwanian. Kiedy odbierze bajt startowy 0xAA, to w kolejnych przerwanian odbiera pozostałe 4 bajty i tworzy bufor znaków ASCII gotowych do wyświetlenia. Do celów archiwizacji i ustawiania progów sterowania na podstawie bufora tworzona jest ponownie wartość binarna temperatury zewnętrznej, ale już tylko z rozdzielczością do jednego stopnia. Temperatury ujemne są zapisywane w kodzie U2.

Po zakończeniu procedury inicjalizacji sterownik przechodzi do wyświetlania menu głównego. Naciśnięcie przycisku UP powoduje wyświetlenie podstawowego formatu wyświetlania pomiarów. Na ekranie pokazywane są: ciśnienie, temperatura wewnętrzna (Twewn), temperatura zewnętrzna (Tzewn), wilgotność i czas. Ostatnia, dolna linijka jest przeznaczona na sygnalizację działania przełączników kanałów sterujących.

Po naciśnięciu przycisku DOWN (z poziomu menu głównego) wy-

świetlane są tylko: ciśnienie atmosferyczne oraz temperatura i wilgotność wewnątrz pomieszczenia. Ten format wyświetlania jest bardziej czytelny i jest wykorzystywany w sytuacji, kiedy nie zależy nam na pozostałych pomiarach.

Po naciśnięciu przycisku ACC z poziomu menu głównego, program wchodzi do menu funkcyjnego. Naciskając przyciski UP i DOWN można wybrać jedną z 4 funkcji:

- Ustaw czas
- Progi KN1
- Progi KN2
- Historia

Wybrana funkcja jest wykonywana po przyciśnięciu przycisku ACC. W funkcji USTAW CZAS najpierw są ustawiane godziny przyciskami UP i DOWN. Po zaakceptowaniu przez naciśnięcie przycisku ACC w taki sam sposób ustawiane są minuty. Podczas ustawiania czasu zatrzymany jest licznik TMR1. Zegar czasu rzeczywistego zaczyna odliczać czas w momencie naciśnięcia przycisku ACC po ustawieniu minut. Funkcja wtedy kończy swoje działanie i program przechodzi do menu głównego.

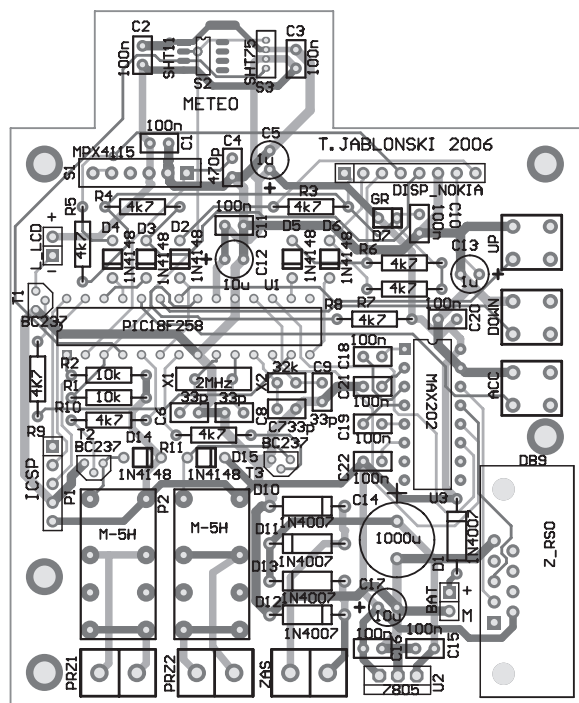
Stacja jest wyposażona w 2 kanały sterujące. Sterowanie polega na zwarciu styków przełącznika w czasie osiągnięcia zadanego progu parametru. Kanał sterujący Kn #1 jest przeznaczony do sterowania ogrzewaniem pomieszczenia, którego

temperatura jest mierzona czujnikiem SHT75. Po wybraniu funkcji PROGI Kn#1 przyciskami UP i DOWN jest ustawiana temperatura z rozdzielczością 1°C. Sterowanie jest wykonywane z histerzą 1°C. W pierwszym cyklu sterowania (po zaprogramowaniu progu, lub włączeniu zasilania), jeżeli temperatura jest niższa niż ustawiony próg, to przełącznik jest zwarty i obwody sterowania grzejnika są włączone. Kiedy temperatura osiągnie zaprogramowany próg, to styki przełącznika się rozwierają i ponownie zostaną zwarte kiedy temperatura będzie niższa o 1°C od zaprogramowanego progu. Zastosowany przełącznik

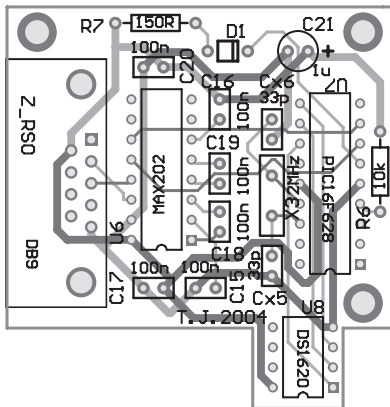
można obciążyć maksymalnym prądem 2 A i nie nadaje się do bezpośredniego załączania grzejnika. Styki przełącznika powinny załączać cewkę przełącznika mocy. Jeżeli styki przełącznika są zwarte, to w menu głównym i menu podstawowym wyświetlania pomiarów w dolnej linijce wyświetlany jest komunikat <P1>.

Kanał Kn#2 jest bardziej uniwersalny i umożliwia ustawienie zadziałania po osiągnięciu progu wilgotności lub temperatury zewnętrznej. Ustawianie progu kanału Kn#2 rozpoczyna się od wyboru parametru. Po wybraniu przyciskami UP i DOWN i zaakceptowaniu przyciskiem ACC, ustawiane są progi temperatury z rozdzielczością 1°C i wilgotności z rozdzielczością 5%. Histerza dla progu temperatury wynosi 1°C, a dla progu wilgotności 5%. Kiedy ustawione jest kontrolowanie temperatury zewnętrznej i przełącznik PRZ2 jest zwarty, to w dolnej linijce wyświetlacza pojawia się komunikat <P2T>. W przypadku kontroli wilgotności komunikat ma postać <P2H>. Wszystkie progi obu kanałów są zapisywane w pamięci EEPROM mikrokontrolera.

Funkcja HISTORIA jest wykorzystywana do wyświetlania archiwizowanych pomiarów. Po włączeniu i ustawieniu zegara, o każdej pełnej godzinie wszystkie mierzone wartości (obie temperatury, wilgotność i ciśnienie) są zapisywane w tablicach pamięci RAM. Tablice mają rozmiar 24 elementów i przy zapisywaniu są adresowane licznikiem godzin. Kiedy zapisywanie trwa dłużej niż 24 godziny, to wartości zapisane przed 24 godzinami są nadpisane nowymi wartościami. W ten sposób dla każdego pomiaru jest tworzony 24-elementowy bufor cykliczny. Żeby odczytać zarejestrowane pomiary, trzeba po wywołaniu funkcji HISTORIA wybrać rodzaj pomiaru. Po wybraniu przyciskami UP i DOWN oraz przyciśnięciu ACC wyświetlane są 4 ekrany po 6 pomiarów. Zmiana ekranu następuje po przyciśnięciu dowolnego przycisku. W linijce pomiaru wyświetlana jest godzina zarejestrowania i wartość z jednostką (°C, %, hPa). Jako pierwszy jest wyświetlany ostatnio zarejestrowany pomiar. Na przykład, jeżeli funkcja HISTORIA została wywołana o godzinie 17²³, to jako pierwszy będzie wyświetlany



Rys. 8. Płytką drukowaną sterownika stacji



Rys. 9. Płytką drukowaną modułu pomiaru temperatury zewnętrznej

pomiar zarejestrowany o 17⁰⁰, jako drugi zarejestrowany o 16⁰⁰ i tak dalej aż do 24 godzin wstecz.

Uwagi końcowe

Sterownik stacji został zmontowany na płytce drukowanej pokazanej na rys. 8. Została ona zaprojektowana tak, by elementy będące źródłem ciepła były jak najbardziej oddalone od czujnika temperatury SHT75. Sterownik powinien być zasilany napięciem nie niższym niż 7,5V. Zbyt duża wartość tego napięcia powoduje niepotrzebne nagrzewanie się stabilizatora 7805. Źródłem ciepła są też załączone przekaźniki PRZ1 i PRZ2. Czujnik temperatury został umieszczony

na płytce w specjalnym wycięciu umożliwiającym umieszczenie tej części pomiarowej poza obudowę sterownika. Na wystającej z głównego obrysu części płytki zostały umieszczone pola lutownicze do przylutowania czujnika SHT11 (zamiennie z czujnikiem SHT75). SHT11 jest umieszczony w innej obudowie, ma mniejszą dokładność pomiaru, ale funkcjonalnie jest ścisłym odpowiednikiem czujnika SHT75. Być może ktoś ma jeszcze takie czujniki z czasów, kiedy Sensirion wysyłał bezpłatne próbki do Polski i będzie mógł je wykorzystać. Czujnik wilgotności powinien być chroniony przed zanieczyszczeniami i dobrze byłoby, gdyby był umieszczony w obudowie chronionej przed pyłem, a jednocześnie przepuszczalnym dla pary wodnej. W trakcie prób z modelem umieszczałem czujnik w obudowie zamykanej kawałkiem nowego filtra od odkurzacza. Pomiar w niczym się nie różnił od pomiaru na wolnym powietrzu. Jednak trudno przewidzieć, jak by się zachowywała taka kurzo-odporna zapora po dłuższym okresie użytkowania (zawilgoczenie).

Kiedy urządzenie jest wykorzystywane do regulacji temperatury wewnętrznej (kanał Kn#1), to sterowany grzejnik elektryczny powinien się znajdować jak najdalej

do czujnika temperatury. W trakcie prób przekaźnik PRZ1 załączał 12-woltową cewkę przekaźnika RM85 schowanego w nadtylnym gniazdku elektrycznym umieszczonym przy grzejniku elektrycznym. Cewka przekaźnika RM85 była zasilana tym samym napięciem, którym była zasilana stacja (+10 VDC).

Jako wyświetlacza użyłem najtańszego, kupionego w serwisie aukcyjnym wyświetlacza do telefonu Nokia 3310. Z obudowy wyświetlacza można usunąć część plastikową pozostawiając metalową ramkę. Przewody trzeba przylutować do styków sprężystych z tyłu ramki.

Płytką drukowaną układu pomiaru temperatury zewnętrznej została pokazana na rys. 9. Czujnik temperatury jest umieszczony na wycięciu płytki, żeby można go było ewentualnie umieścić poza obudowę. Układ musi być zabezpieczony przed wilgocią i nie wystawiany na działanie promieni słonecznych. Najlepiej umieścić go od północnej strony budynku. Obie płytki trzeba połączyć 4-żyłowym kablem. Sygnały RxD i TxD (piny 2 i 3 złącza D-SUB9) powinny być połączone z szereplotem. Masa sygnałowa i zasilająca jest łączona przez piny 5, a zasilanie +5 V przez pin 6.

Tomasz Jabłoński, EP
tomasz.jablonski@ep.com.pl

Jacek Bogusz

Mikrokontrolery ST7LITE

w praktyce

btc

>> www.sklep.avt.pl

Interesują Cię mikrokontrolery

ST7?

Specyfikacja LITEcompa:

- mikrokontroler ST7FLITE19,
- rezonator kwarcowy 16 MHz,
- gniazdo alfanumerycznego wyświetlacza LCD,
- zasilanie z USB,
- złącze programowania ICP (ZL17PRG),
- złącza z wyprowadzonymi liniami I/O,
- dwa przyciski.

W skład zestawu wchodzi:

- płytka z mikrokontrolerem (bez wyświetlacza LCD),
- płyta CD-ROM z dokumentacją techniczną zestawu, aplikacje do programowania ISP mikrokontrolerów ST7LITE, demonstracyjna wersja kompilatora Cosmic ST7, środowisko ST7 Visual Develop IDE.

Kup w sklepie www.sklep.avt.pl książkę "ST7Lite w praktyce" a dostaniesz komputerkę LITEcomp bez żadnej dopłaty!