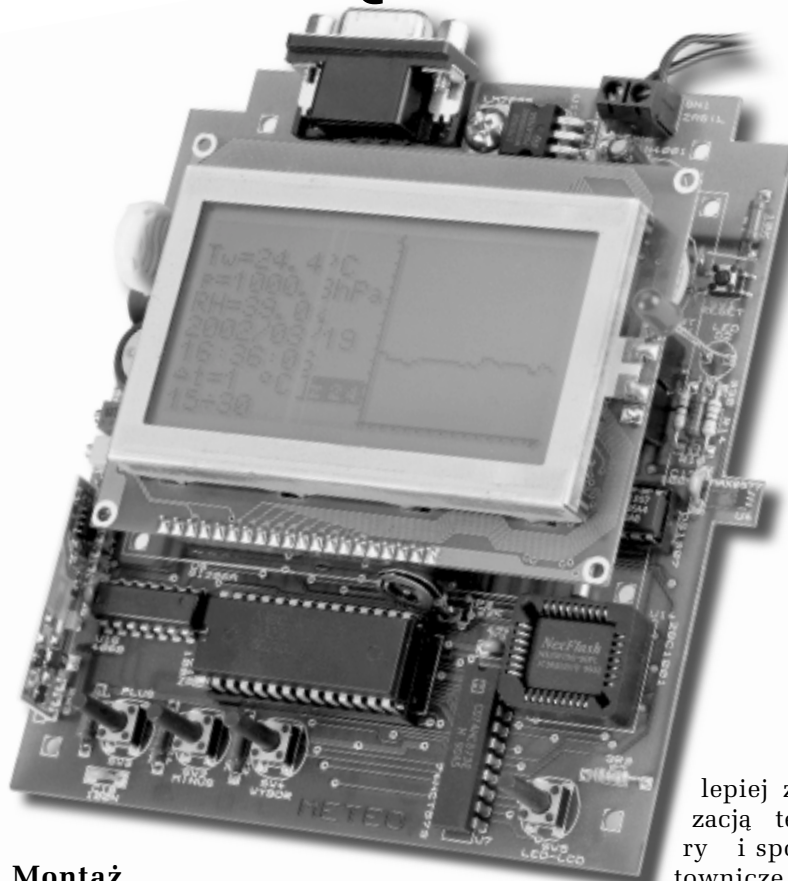


Domowa stacja meteo ze zdalnym pomiarem temperatury, część 2

AVT-5060

W drugiej części artykułu opisujemy sposób montażu, uruchomienia i kalibracji stacji pogodowej. Ta ostatnia czynność jest niezwykle istotna, ma bowiem wpływ na dokładność wyników prowadzonych pomiarów.

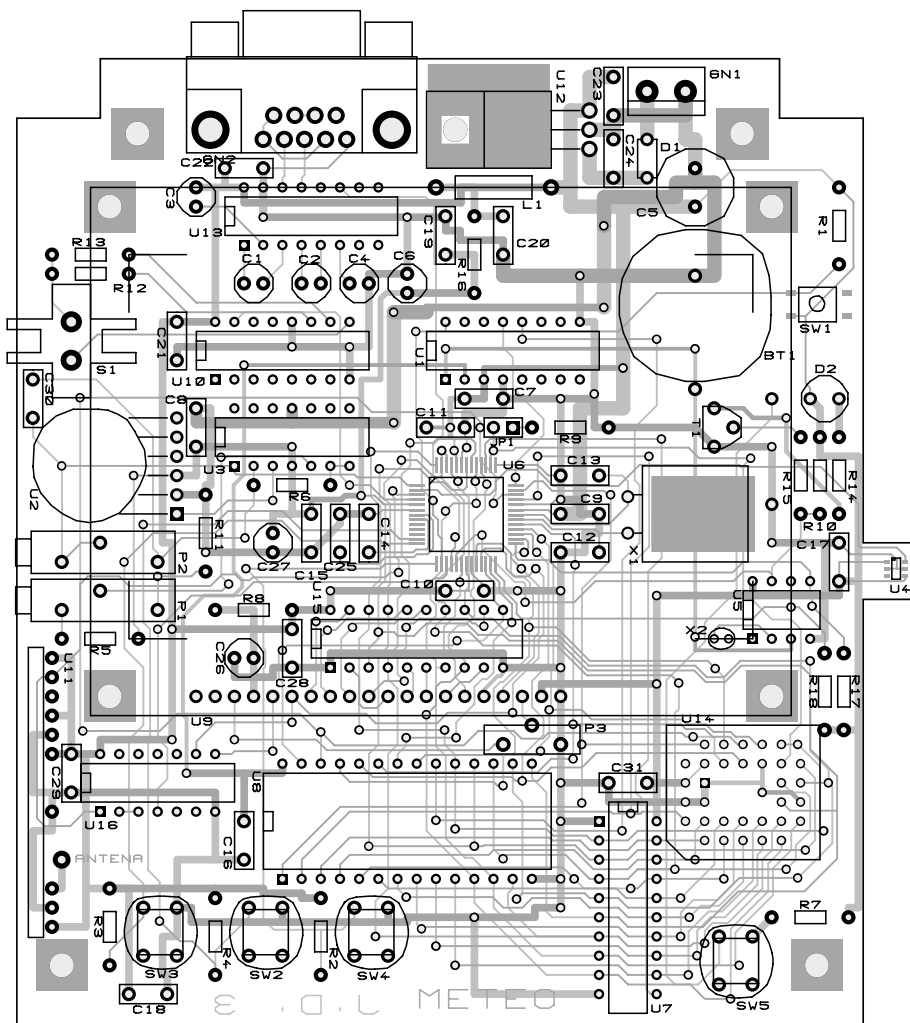


Montaż i uruchomienie stacji pogodowej - baza

Patrząc na schematy domowej stacji pogody można odnieść wrażenie, że jest to przyrząd bardzo złożony, przeznaczony raczej dla doświadczonych elektroników. Jednak przy starannie wykonanym montażu z uruchomieniem całości nie powinno być większych kłopotów. Najtrudniejsze będzie wlutowanie elementów SMD, jakimi są: mikrokontroler, czujniki temperatury i stabilizator w sondzie zewnętrznej. Raster podzespołów jest niewielki (25,6mils, czyli 0,65mm), a obudowa SOT23 sama w sobie jest ledwo widoczna, gdy np. taki element upadnie na dywan. Trzeba więc wyposażyć się w odpowiednie narzędzia: dobrą pincetę, lutownicę z cienkim grotem, naj-

lepiej ze stabilizacją temperatury i spoiwo lutownicze o grubości raczej nie większej niż 0,38mm.

Montaż, zgodnie ze schematami montażowymi pokazanymi na rys. 5 i 6, proponuję rozpocząć od wlutowania stabilizatora U12 wraz z kondensatorami, diodą D1 oraz elementami filtrującymi napięcie +VAA. Układ U12 można przykręcić do płytki śrubką, np. jedną z tych, które pozostały po rozebraniu, starym komputerze. Po wykonaniu tych czynności podłączamy prowizorycznie napięcie 9V z baterii lub zasilacza i sprawdzamy czy stabilizator „daje” na wyjściu prawidłowe napięcie (5V). Zapobiegnie to ewentualnym późniejszym przykrym niespodziankom, gdyby tak nie było. Teraz można już montować pozostałe elementy, poczynając od SMD - od najmniejszych, do największych.



Rys. 5. Płytką drukowaną stacji meteo

szych. Jeśli chodzi o stosowanie podstawek, to decyzję pozostawiam Czytelnikom. Na pewno podstawa będzie potrzebna pod pamięć Flash (U14) i może się przydać pod pamięć RAM (U8). Zdecydowanie polecam użycie podstawki pod układ U3 w sondzie, o czym piszę dalej. Trzeba również zwrócić uwagę na to, by elementy w centralnej części płytki stacji bazowej nie były zamontowane zbyt wysoko. Nad nimi będzie bowiem umieszczony wyświetlacz. Rezonatory kwarcowe powinny być przylutowane w pozycji leżącej. Pod kwarc X2 można podkleić kawałek taśmy izolacyjnej, który zapobiegnie ewentualnym zwarciom, mogącym wystąpić mimo solder maski. Przed wlutowaniem czujnika wilgotności trzeba przyciąć z jednej strony obydwie „wąsy“ u podstawy. Ze względu na wyświetlacz musiał on być maksymalnie dosunięty do krawędzi płytki, co spowodowało,

że „wyszedł“ poza jej obrys. Czujnik wilgotności powinien być zamontowany bardzo sztywno do płytki. Podczas prób zauważyłem pewną wrażliwość na odkształcenia mechaniczne tego elementu. Wyświetlacz jest dołączony do płytki za pomocą goldpinów wtykanych w odpowiednie gniazdo. Jeśli chcemy korzystać z podświetlenia, to oprócz 20-pinowego złącza usytuowanego pod ekranem wyświetlacza, należy jeszcze połączyć z płytką punkty znajdujące się po prawej jego stronie. Można to również zrobić stosując goldpiny. Wskazane jest usztywnienie konstrukcji tulejkami dystansowymi przykręconymi w każdym rogu.

Interfejs RS232 jest wyprowadzony z płytki przez typowe żeńskie złącze DSUB9, przeznaczone do montażu do druku. Do połączenia stacji z komputerem należy stosować kabel 1:1 (bez skrzyżowania wyprowadzeń 2 i 3), zakończony z jednej strony wtykiem

męskim, z drugiej zaś wtykiem żeńskim. Do punktu lutowniczego opisanego jako „ANTENA“ należy przylutować 17-centymetrowy odcinek przewodu - podobnie jak w nadajniku. Będzie on pełnił rolę ćwierćfalowej anteny odbiorczej. Dioda świecąca D2 sygnalizuje czy zegar RTC stacji jest ustawiony i odmierza czas.

Komentarza wymaga jeszcze zworka JP1. Została ona umieszczona na płytce, gdyż początkowo zakładałem uruchamianie fragmentów programu w wewnętrznej pamięci Flash procesora. Ostatecznie jednak odszedłem od tej koncepcji, pozostawiając miejsce na zworkę. Podczas normalnej pracy złącze JP1 powinno pozostać rozwarne, a lutowanie rezystora R9 nie jest konieczne.

Po zmontowaniu wszystkich podzespołów i włożeniu pamięci programu do podstawki można przystąpić do uruchomienia stacji, doprowadzając do złącza GN1 napięcie 9V. Na ekranie powinna na kilka chwil ukazać się winietka, po której pojawi się informacja o ustawieniach domyślnych wszystkich parametrów programu. Następnie zostanie wyświetlony fragment ekranu roboczego, którego pełny widok jest przedstawiony na rys. 7. Stacja sprawia w tym stanie wrażenie, jakby jej program wpadł w martwą pętlę. Nic się nie dzieje. Aby ją ożywić, należy ustawić zegar RTC, gdyż generuje on przerwania mające wpływ na uruchamianie wszystkich procedur pomiarowych. W tym celu należy nacisnąć klawisz „Wybór“. Na ekranie zostanie wyświetlone menu, na którym za pomocą klawisza „Plus“ wybieramy polecenie „Ustaw zegar“. Teraz naciskając klawisze „Plus“ lub „Minus“ ustawiamy odpowiednie wartości na poszczególnych polach. Akceptacja nastaw następuje klawiszem „Wybór“. Naciśnięcie tego klawisza, po ustawieniu wszystkich wartości, spowoduje start zegara. Od tej chwili LED D2 zacznie migotać co sekundę, a ekran zapełni się pozostałymi informacjami. Do czasu uruchomienia sondy nie będzie jednak widoczna temperatura zewnętrzna. Każde naciśnięcie klawisza „Wybór“ będzie wywoływało menu z opcjami do wyboru.

Przechodzenie między nimi następuje klawiszem „Plus“.

- Dostępne w menu opcje, to:
- Wybór mierzonego parametru zobrazowywanego na wykresie. Wartości mierzonej wielkości meteorologicznej mogą być wyświetlane w postaci wykresu liniowego. Przechodzenia między wielkościami dokonuje się klawiszem „Wybór“.
 - Ustawianie zegara.
 - Ustawianie parametrów wykresu. Są nimi: P_{min} - minimalne ciśnienie na wykresie; D_p - przyrost ciśnienia na jednostkę wykresu, T_{wmin} - minimalna temperatura wewnętrzna (T_w) na wykresie; DT_w - przyrost temperatury T_w na jednostkę wykresu; T_{zmin} - minimalna temperatura zewnętrzna (T_z) na wykresie; DT_z - przyrost temperatury T_w na jednostkę wykresu; Liczba pomiarów rejestrowanych w ciągu doby - może wynosić: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 (domyślnie); godzina odniesienia - jeśli poprzedni parametr jest inny niż 24, to godzina odniesienia określa godzinę, od której następuje rejestracja danych. Na przykład, jeśli ustawiono 3 pomiary na dobę i godzinę odniesienia na 2.00, to rejestrowane będą tylko wyniki pomiarów z godzin: 2.00, 10:00, 18:00 itd. Nachylenie RH - służy do skalibrowania czujnika wilgotności. Parametr ten określa czułość wilgotnościomierza. Jeśli będzie miał źle dobraną wartość, pomiary mogą być nieprawidłowe, np. powyżej 100%, albo poniżej 0; przesunięcie RH - parametr ten umożliwia określenie składowej stałej wskazań wilgotnościomierza, przesuwając wykres wzdłuż osi wartości wilgotności.
 - Przegląd rejestracji. Można korzystając z tej opcji przejrzeć w postaci „cyfrowej“ wszystkie zarejestrowane dane. Przewija się je ekran po ekranie klawiszami „Plus“ i „Minus“. Przytrzymanie na dłużej któregoś z nich powoduje przeskok po kilka ekranów, co znacznie skraca czas dostępu do odległych rekordów.
 - Transmisja do PC. Wywołanie tej opcji inicjuje transmisję danych do komputera poprzez in-

terfejs RS232. Oczywiście wcześniej stacja i komputer powinny być połączone odpowiednim kablem. Przyznam, że nie sililem się tu na napisanie specjalnego programu komunikacyjnego, oprogramowanie stacji i tak zajęło mi sporo czasu. W systemie Windows każdy użytkownik komputera taki program posiada. Jest nim oczywiście HyperTerminal. Należy go skonfigurować tylko tak, by odbierał dane bezpośrednio z wykorzystywanego do transmisji portu np. Com2, ustawić prędkość transmisji 57600 bitów na sekundę, 8 bitów danych, brak parzystości, 1 bit stopu, brak sterowania przepływem. Aby odbierane dane były zapisywane na dysku, należy z menu wybrać polecenie „Transmisja->przechwytywanie tekstu“, a następnie określić folder i nazwę pliku. Teraz trzeba nacisnąć ekranowy klawisz „Start“, a w stacji klawisz „Wybór“. W czasie transmisji na ekranie wyświetlacza będzie widoczny pasek progresji wraz z liczbą wysłanych rekordów. Transmisję można zakończyć wcześniej naciskając klawisz „Minus“. Jeśli tego nie zrobimy, to po wysłaniu wszystkich danych zostanie wyświetlone zapytanie czy dane aktualnie znajdujące się w pamięci RAM mają być zachowane, czy nie. Jest to jedyna (oprócz wyjęcia pamięci z podstawki) metoda na wykasowanie wszystkich danych z RAM-u. Operacja ta nie kasuje oczywiście parametrów konfiguracyjnych stacji.

Budowa mechaniczna

Płytkę stacji pogodowej została zaprojektowana pod obudowę Z-28. Wycinanie w niej otworów tak, żeby ładnie wyglądały i pasowały do wystających podzespołów jest tym, co elektrycy lubią najbardziej. Będą więc mieli spore pole do popisu.

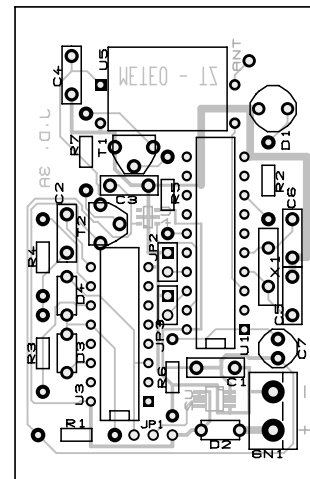
Po pierwsze: trzeba wykonać okienko dla wyświetlacza, otwór gniazda GN2 i gniazda typu minijack do podłączenia zasilacza. Należy też wykonać wąską szczelinę, przez którą będzie wyprowadzony języczek na bocznej krawędzi płytki, z umieszczonym na nim czujnikiem temperatury. Za-

bieg ten ma na celu wyeliminowanie wpływu temperatury wewnątrz obudowy, która może się nieznacznie różnić od panującej na zewnątrz.

Po drugie: należy poobcinać wszystkie kołki z podstawy, które będą przeszkadzały w przymocowaniu płytki. Warto jeszcze wykonać otworki lub nawet szczelinę w okolicach czujnika wilgotności. Brak swobodnego przepływu powietrza w obrębie tego elementu może całkowicie wypaczyć wynik pomiaru. Teraz pozostaje już tylko poskręcanie całości i przystąpienie do uruchomienia sondy.

Montaż i uruchomienie stacji pogodowej - sonda pomiaru temperatury zewnętrznej

Płytkę sondy pomiaru temperatury zewnętrznej została zaprojektowana jako jednostronna. Układy U3 i U2 montuje się więc od spodu, pozostałe standardowo. Uruchomienie modułu mogą znacznie ułatwić zworki przewidziane na płytce. Prawidłowe działanie stacji zagwarantujemy, gdy nadajnik będzie „widział“ odbiornik. Jednak - jak już Czytelnicy - wiedzą, sonda włącza się na 3 sekundy w odstępach prawie 3-minutowych. Trzeba się wykazać niemałym sprytem, żeby poustawiać wszystko poprawnie. Dlatego też, do uruchomienia i zestrojenia stacji, można wyjąć układ U3 z podstawki, zworkę JP1 ustawić tak, by wejście SD U2 było połączone z diodą D2. Następnie



Rys. 6. Płytkę drukowaną z czujnikiem temperatury

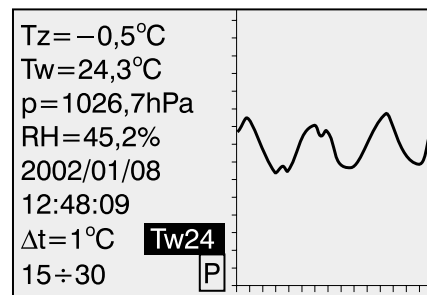
założyć jedną ze zworek JP2 lub JP3. W takiej konfiguracji nadajnik będzie przez cały czas włączony i do stacji bazowej będzie wysyłał daną, zależną od ustawienia zworek. Założenie zworki JP3 spowoduje, że sonda będzie bezustannie przekazywała do bazy informację o temperaturze 555,5°C. Jeśli tor radiowy zsynchronizuje się prawidłowo, to po kilku sekundach taka właśnie temperatura powinna być wyświetlona na wyświetlaczu. Jej brak może świadczyć o kłopotach z transmisją. Można wtedy próbować zmienić położenie nadajnika lub obydwu antenek. Ale przyczyną niepowodzeń może być także to, że odbiornik nie rozpoznał prawidłowo sekwencji rozruchowej i nie mógł dalej prawidłowo się zsynchronizować. Dlatego zawsze najpierw musi być włączona stacja bazowa (w ostateczności wyzerowana), dopiero po wyświetleniu winietki można włączyć nadajnik. Obecność sygnału na wyjściu odbiornika jest sygnalizowana wyświetleniem literki R w obwódce, przy początku układu współrzędnych wykresu. Nie oznacza to jednak, że sygnał ten niesie jakąś wartość informacyjną. Gdyby i te zabiegi nic nie pomogły, trzeba się odwołać do metod bardziej wyrafinowanych. W tym celu zakładamy tylko zworkę JP2 (JP1 oczywiście pozostaje), która wymusza emitowanie sygnału w postaci fali prostokątnej. Następnie należy na wyjściu odbiornika - wyprowadzenie 14 (druga nóżka od strony potencjometrów) - sprawdzić oscyloskopem, czy w ogóle dochodzi jakiś sygnał i ewentualnie ocenić jego jakość. Dalej, niestety, nic konkretnego nie mogę doradzić, ponieważ użytkownik ma niewielkie, żeby nie powiedzieć nie ma żadnych, poza wymienionymi wyżej, możliwości wpływania na jakość transmisji radiowej. Wierzę jednak, że zestrojenie toru uda się zakończyć sukcesem. Pozostaje więc tylko włożyć do podstawki układ 4060, założyć obydwie zworki JP2 i JP3, a zworkę JP1 przełożyć w przeciwne położenie.

Kalibracja

Zastosowane w stacji czujniki temperatury nie wymagają żadnej kalibracji. Nadają się do użycia

bezpośrednio po wlotowaniu. Czynności związane z kalibrowaniem czujnika wilgotności względnej były podane przy okazji omawiania opcji menu. Prawidłowe skalibrowanie go w warunkach amatorskich będzie jednak bardzo trudne. Zainteresowanym tym zagadnieniem przypominam, że jedna z klasycznych metod pomiaru wilgotności względnej (metoda psychometryczna) polega na pomiarze temperatury dwoma, umieszczonymi blisko siebie termometrami. Jeden jest zwykły, drugi ma natomiast na zbiorniczku z rtęcią nałożony nasycony wodą kłębek waty lub muślinu. Na skutek parowania wody, temperatura drugiego termometru będzie nieco niższa, niż wskazywana przez termometr pierwszy. Różnica temperatur będzie tym większa, im bardziej suche jest powietrze. W praktyce termometry te znajdują się w jednej rurce, przez którą pompowane jest powietrze. Wilgotność oblicza się ze wzoru uwzględniającego charakterystyczny dla takiego układu współczynnik określający przepływ powietrza. Trudno więc coś konkretnego zaproponować tu Czytelnikom. Jest jeszcze metoda punktu rosy. Wymaga ona znajomości specjalnych tablic, a wykonanie niezbędного higrometru kondensacyjnego również nie będzie łatwe dla amatora. Elektronikom-chemikom mógłbym jeszcze polecić metodę przygotowania specjalnego roztworu, który w specjalnym zbiorniku wytworzy określoną wilgotność względną powietrza. Jak dla mnie pomiar tą metodą jest jednak zupełnie niewykonalny. Zainteresowanych odsyłam do dokumentacji czujnika wilgotności zamieszczonej w katalogu ELFY (73-088-51, 2322 691 90001), który jest łatwo dostępny. Reasumując, jeśli chodzi o kalibrację wilgotnościomierza, to pozostaje w zasadzie jedynie metoda porównawcza z innym, wzorcowym przyrządem.

Regulację czujnika ciśnienia przeprowadza się potencjometrami P1 i P2 (rys. 1 - EP4/2002). Do prawidłowego skalibrowania ciśnienia, podobnie jak w przypadku wilgotnościomierza, najwygodniej jest użyć jakiegoś przyrządu wzorcowego. Nie zawsze jest to możliwe. Pozostaje więc tylko szukać



Rys. 7. Przykładowy widok na wyświetlaczu stacji pogodowej

odpowiednich serwisów informacyjnych w radiu, telewizji, telegazecie lub oczywiście w Internecie. Ja korzystałem z telegazety TVP (strona 166) oraz z internetowej strony: <http://weather.noaa.gov/weather/current/EPWA.html>.

Najlepiej przez kilka kolejnych dni notować wyniki wskazań stacji i porównywać je z danymi podawanymi przez media. Elementami regulacyjnymi lub parametrami programowymi „manipulujemy” dotąd, aż wskazania będą w miarę zbliżone. Trzeba przy tym pamiętać, że ciśnienie atmosferyczne dość silnie zależy od wysokości (ok. 1hPa/8m różnicy wysokości). W powyższym serwisie np. informacja o ciśnieniu jest odniesiona do Okęcia (107 m n.p.m.). Ustawienie potencjometru P2 wpływa na wzmocnienie toru pomiarowego ciśnienia. Jeśli szybkość zmian wskazywanych przez stację jest za duża w porównaniu z wartościami wzorcowymi, należy śrubkę potencjometru delikatnie przekręcić w lewo. Na początku można się nie przejmować różnymi wartościami bezwzględnymi pomiędzy stacją i wzorcem. Ważne jest, żeby przebiegały z takimi samymi nachyleniami. Mówiąc językiem matematycznym należy dążyć do wyrównania pochodnych. Gdy z dopuszczalnym błędem już się to uda, należy potencjometrem P1 skorygować wartość bezwzględną wskazań ciśnienia.

Obsługa stacji

Wszystkie pomiary prowadzone przez stację przebiegają automatycznie. Natychmiast po odświeżeniu każdego z nich pojawiają się na wyświetlaczu (rys. 7). W odstępach czasu, wynikających z ustawień użytkownika, dane są rejestrowane w pamięci i jedno-

częściej nanoszone na wykres. Wykres jest rysowany od lewej strony do prawej. Gdy wypełni całą dostępną szerokość, po każdej kolejnej rejestracji będzie jednocześnie przesuwany w lewo. Tym samym najstarszy punkt wyjdzie poza widoczny obszar. Dla ustawień domyślnych, widać historię z ostatnich 60 godzin (2,5 doby). Klawiszem „Minus“ można przewinąć wykres o 40 pixeli w kierunku starszych danych, „Plus“ zaś w stronę przeciwną. Fakt przewinięcia wykresu jest sygnalizowany strzałką, wyświetloną w trzeciej od dołu linii, przy osi wykresu. Jeśli strzałka przy czubku swojego grota ma dodatkowo kreskę pionową, to znaczy, że widać najstarszą zarejestrowaną daną i dalsze przewijanie jest niemożliwe. Lewą część wyświetlacza wypełniają informacje alfanumeryczne. Są to kolejno od góry: temperatura zewnętrzna (wyświetlana tylko wtedy, gdy stacja odbierze poprawnie daną z sondy), temperatura wewnętrzna, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność

względna, data, godzina, przyrost wyświetlanej na wykresie danej pomiarowej na jednostkę wykresu, obok której w inwersie jest zaznaczona informacja o wybranej danej do zobrazowania w postaci wykresu, a w ostatnim wierszu podano zakres widocznej na wykresie danej w domyślnych dla niej jednostkach. W momencie, gdy wykonywana jest seria pomiarów, obok początku układu współrzędnych pojawia się literka P w odwódcie. Przykładowo: na rys. 7 widać wykres temperatury wewnętrznej, rejestrowanej co godzinę (24 rejestracje na dobę). Jest on maksymalnie przewinięty do początku. Na wykresie widać temperatury z przedziału 15...30°C. Procesor aktualnie wykonuje pomiary.

Informacje dodatkowe

Program obsługi stacji został napisany w języku C (Keil). Kod ma długość ok. 17kB.

Na koniec muszę się jeszcze usprawiedliwić. Otóż jeszcze przed opublikowaniem artykułu,

podzieliłem się swoim pomysłem z pewnym internetowym znajomym. W odpowiedzi dostałem maila pisanego niemal drukowanymi literami (internauci wiedzą, co to znaczy), z pytaniem dlaczego nie uwzględniłem w projekcie anemometru, czyli wiatromierza. Pierwotnie miałem nawet taki zamiar, lecz wykonanie części mechanicznej w warunkach amatorskich byłoby chyba zbyt trudne, a kupienie gotowego np. firmy Dallas Semiconductors, znacznie podrożyłoby i tak już niemały koszt stacji. Pewna furka jednak istnieje. Jedno wejście przetwornika ADC pozostało wolne. Pozdrawiając więc wszystkich zainteresowanych, życzę błękitnego nieba nad głowami, ozdobionego jedynie pięknymi *cirrusami*.

Jarosław Doliński, AVT
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/maj02.htm> oraz na płycie CD-EP05/2002B w katalogu PCB.