

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

## 3-kanalowy termometr MIN/MAX z zegarem

Projekt  
095



Opublikowano już wiele projektów różnego rodzaju termometrów. W handlu jest także ich duży wybór. Szczególnie tanie są te z Dalekiego Wschodu. Jestem jednak przekonany, że są tacy elektronicy, którzy chcą mieć „własny” termometr. Budowę takiego właśnie chciałbym zaproponować. Jest bardzo czytelny, ponieważ wykonany z użyciem wyświetlacza alfanumerycznego, oraz dość tani, bo jako czujniki temperatury zastosowano tanie termistory KTY10-6 firmy Philips.

W modelowym termometrze zastosowałem do wyświetlania wyników pomiarów bardzo dobrej jakości wyświetlacza LCD 2\*20.

### Budowa i działanie

Schemat elektryczny termometru przedstawiono na rys. 1. Jego „sercem” jest mikroprocesor AT89C4051 oprogramowany za pomocą programów zawartych w pakiecie BASCOM 8051. Zastosowanie mikroprocesora o pamięci 4kB uwarunkowane jest bardzo „pamięciożernym” programem sterującym i koniecznością przechowywania sporej liczby danych.

Do linii P1.0 procesora dołączony jest kondensator C7 oraz końcówki: 1, 3 i 9 przełącznika analogowego 4066 (U3). Do wyprowadzenia 2 układu 4066 dołączony jest czujnik KTY10-6, który mierzy temperaturę zewnętrzną (oznaczony OUT). Do końcówki 4 tegoż układu dołączony jest czujnik, który mierzy temperaturę wewnętrzną (oznaczony IN). Natomiast do końcówki 8 jest przyłączony czujnik o nazwie *baby room* lub dowolnej innej nazwie, nadanej zgodnie z zindywidualizowanym zastosowaniem.

Czujniki są przyłączane do procesora przez podanie stanu logicznego 1 na poszczególne wejścia sterujące kluczami zawartymi w układzie 4066. W celu jak największej czytelności wyświetlanych wyników pomiarów, nie wszystkie dane wyświetlane są jednocześnie. Program po załączeniu zasilania „krąży” w głównej pętli pomiaru temperatury OUT i IN, a także odczytu czasu i daty z zegara czasu rzeczywistego PCF8583. Ponowne naciśnięcie SW3 powoduje powrót programu do pętli głównej.

Przycisk SW1 (*set time*) służy do ustawiania czasu i daty. Pierwszym komunikatem wyświetlanym po naciśnięciu tego mikroprzełącznika jest *set date*. Przyciskiem SW1 ustawiamy miesiąc, a SW2 dzień tego miesiąca. Wpis akceptujemy przyciskiem SW3, po którego naciśnięciu pojawia się komunikat *set time* i przystępujemy do ustawiania aktualnego czasu. Tym razem przyciskiem SW1 ustawiamy godzinę, a SW2 minutę. Wpis akceptujemy także przyciskiem SW3, licznik sekundy jest w tym momencie zerowany, a program powraca do pętli głównej.

Zegar RTC PCF8583 ma dodatkowe zasilanie w posta-

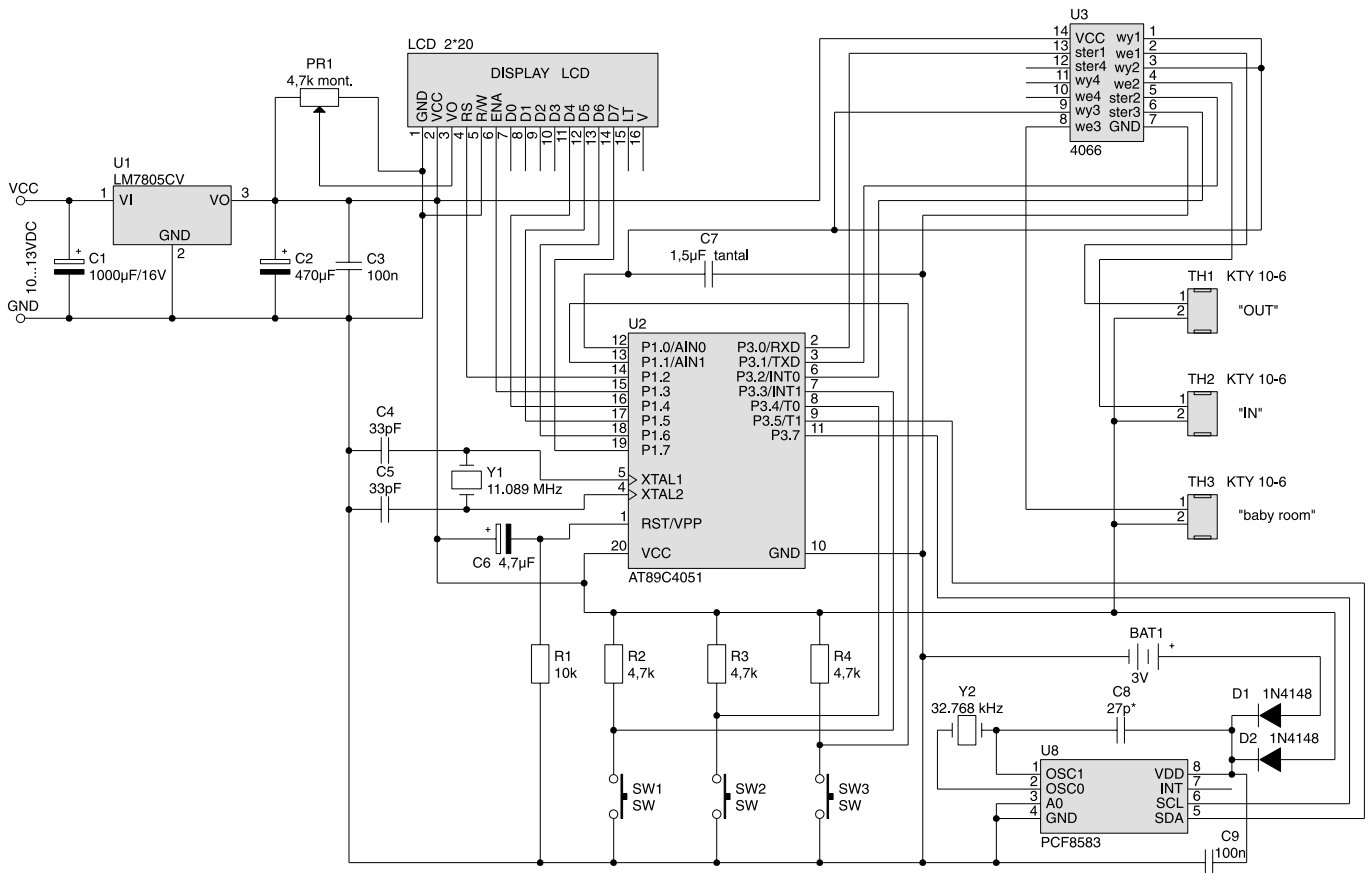
ci baterii litowej o napięciu 3V, dzięki czemu jest odporny na zaniki napięcia zasilania. Dokładność wskazań zegara regulujemy dobierając wartość kondensatora C8. Potencjometr montażowy PR1 służy do regulacji kontrastu wyświetlacza LCD.

### Oprogramowanie

Odczyt rezystancji czujników KTY10-6, a tym samym temperatury, dokonywany jest poleceniem programowym BASCOM-a *Getrc(pin)*. Rezystancja czujnika jest zależna od temperatury w jakiej się on znajduje. A oto wydruk jednego z podprogramów pomiarowych:

```
Sub Pomiar_1
W = Getrc(pl.0)
W = W - 824
A = W / 6.50
Result _1 = Fusing ( a , #
# #. # )
Return
End Sub
```

Z powyższego listingu wynika, że od odczytanej wartości zmiennej W, zadeklarowanej jako *Integer*, odejmowana jest pewna liczba, w tym przypadku 824, która jest przesunięciem dla temperatury 0°C. Następnie otrzy-



Rys. 1.

maną wartość A, zadeklarowaną jako *Single*, dzieli przez współczynnik skali (6,5). Otrzymaną w ten sposób wartość zmiennej *Result\_1*, zadeklarowanej jako *String*, procesor poleceniem *Fusing* przekręca do jednego miejsca po przecinku i wynik pomiaru jest już gotowy do wyświetlenia na LCD. Rozdzielczość otrzymanych wyników pomiarów przy  $C7=1,5\mu\text{F}$  i  $Y1=11,0592\text{MHz}$  wynosi  $0,3^\circ\text{C}$ .

Oprócz tych czynności procesor wykonuje jeszcze jedną ważną, a mianowicie porównuje wyniki pomiarów czujnika *OUT* i zapisuje w pamięci RAM wartość najniższą i najwyższą. Jednocześnie zapamiętuje godzinę i minutę wystąpienia tych wartości. Po naciśnięciu przełącznika SW2 program „wchodzi” w pętlę wyświetlania minimalnej i maksymalnej wartości temperatury, a także czasu ich pomiaru. Na wyświetlaczu można wówczas zobaczyć:

```
minOut -3,9°C 04:02
maxOut 2,2°C 15:54
```

Następnie, jeżeli chcemy zachować te dane to ponownie naciskamy przycisk SW2 i wówczas pojawia się napis: zachowano min\_max,

a procesor powraca do poprzednich czynności. Jeśli natomiast chcemy wykasować te dane, to naciskamy przycisk SW3 i wtedy pojawia się napis:

```
skasowano min_max,
```

a procesor powraca do pętli głównej i zapamiętywanie najniższych i najwyższych wartości temperatury zaczyna od początku.

### Skalowanie

Niestety, skalowanie termometru jest niezbdne, gdyż poszczególne egzemplarze zarówno czujników KTY 10-6, mikroprocesorów AT89C4051 jak i rezonatorów kwarcowych różnią się od siebie. Po przeprowadzeniu doświadczeń okazało się, że nawet małe różnice między wartościami niektórych parametrów różnych egzemplarzy danego elementu powodują znaczne różnice między odczytanymi wynikami. Jednak w największym stopniu wyniki pomiarów zależą od napięcia zasilania mikroprocesora. Na przykład, różnica pomiędzy napięciami wyjściowymi różnych egzemplarzy LM7805 o wartości 0,2V powoduje różnicę w odczycie temperatury aż o  $1^\circ\text{C}$ . Tak więc każdy ka-

nał najlepiej wyskalować osobno. Należy przeprowadzić to w ten sposób, że napisany program modyfikujemy tak, aby zamiast daty wyświetlana wartość była zmienną *W*. Umieszczamy czujnik w wodzie z lodem i ten sposób ustalamy jaką liczbę należy odjąć od zmiennej *W*, aby termometr wskazywał temperaturę w tych warunkach  $0^\circ\text{C}$ . Następnie umieszczamy ten czujnik w znanej nam temperaturze (zmierzonej innym termometrem) i ustalamy przez jaką liczbę należy podzielić zmienną *A*, żeby wynik wskazań był prawidłowy. Reakcja KTY10-6 na zmiany temperatury jest dość powolna, dlatego podczas skalowania należy przetrzymać w danych warunkach przez co najmniej kilka minut. Przedstawiony termometr był skalowany dla temperatury  $37^\circ\text{C}$ . Według mojej oceny, po prawidłowym wyskalowaniu termometru można uzyskać dokładność wskazań rzędu  $\pm 0,3^\circ\text{C}$ .

Przypomnę, że czujniki są dołączane do procesora poprzez klucze analogowe (4066), które mają swoją rezystancję wewnętrzną. Wynosi ona w stanie włączenia

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

- R1: 10k $\Omega$
- R2...R3: 4,7k $\Omega$
- PR1: 4,7k $\Omega$  (miniaturowy potencjometr montażowy)

#### Kondensatory

- C1: 1000 $\mu\text{F}/16\text{V}$
- C2: 470 $\mu\text{F}/10\text{V}$
- C3, C9: 100nF
- C4, C5: 33pF
- C6: 4,7 $\mu\text{F}$
- C7: 1,5 $\mu\text{F}$  (tantal)
- C8: 27pF (dobrac)

#### Półprzewodniki

- U1: LM7805
- U2: AT89C4051 (zaprogramowany)
- U3: 4066
- U4: PCF8583
- D1, D2: 1N4148

#### Różne

- Y1: 11,059 MHz
- Y2: 32,768 kHz
- TH1...TH3: KTY10-6
- LCD: wyświetlacz alfanumeryczny 2 \* 20 znaków
- B1: CR2032 (bateria litowa 3V)
- SW1...SW3: mikroprzełączniki

około 190Ω. Tak więc odczytywana wartość rezystancji czujnika jest sumą wartości rezystancji termistora i wewnętrznej rezystancji klucza z układu 4066. Nie ma to jednak większego wpływu na otrzymany wynik temperatury.

### Ważne uwagi

Modelowy termometr zmontowany został w obudowie typu Z19 i jest przeznaczony do umieszczenia na ścianie. Jednakże nic nie stoi na przeszkodzie, aby zastosować inny typ obudowy.

Termometr jest zasilany z zewnętrznego stabilizowanego zasilacza +5V o wydajności prądowej 200mA. Zastosowany wyświetlacz LCD posiada fabrycznie dołączone podświetlenie poprzez rezystor o wartości 6,8Ω. Dzię-

ki temu pobiera tylko około 120mA prądu. Pobór prądu przez cały układ termometru wynosi około 140mA, więc zastosowany zasilacz jest całkowicie wystarczający. Jak już wspomniałem, wyniki pomiarów zależą od napięcia zasilania procesora, tak więc dane urządzenie należy wyskalować wraz z przeznaczonym do niego zasilaczem. Jeżeli natomiast chcielibyśmy zastosować funkcję włączania i wyłączania podświetlenia LCD, to należy zastosować drugi zasilacz. Bardzo ważne jest także zastosowanie dobrej jakości złącz, zarówno zasilacza jak i złącza łączącego czujniki temperatury z płytą procesora. W prototypie zastosowano złącze typu Cannon DB15, zapewniające dobry styk czujnika z układem.

Czujniki KTY10-6 dołączone są do płytki przewodem ekranowanym, który może mieć długość nawet kilkanaście metrów. Zalecałbym jednak, aby dany czujnik wyskalować z daną długością przewodu. Czujnik pomiaru temperatury wewnątrz pomieszczenia (IN) jest dołączony do układu przewodem o długości około 1m, ażeby mierzyć rzeczywistą temperaturę w pomieszczeniu, a nie temperaturę urządzenia.

Należy także wspomnieć o roli kondensatora C7. Musi to być kondensator o dobrych parametrach, gdyż jest on bezpo-

średnio odpowiedzialny za temperaturę odczytywaną przez mikroprocesor. Może to być na przykład kondensator tantalowy.

Jeśli chcemy, żeby wartości najniższej i najwyższej temperatury nie były traczone wraz z zanikiem zasilania, to możemy wykorzystać do ich zapamiętywania pozostałą pamięć RAM (240B) układu PCF8583. Jest przecież zasilany bateryjnie.

Dla osób pragnących wykonać samodzielnie wyżej opisany termometr udostępniam program, który znajduje się na płycie CD-EP2/2002B.

**Jarosław Tymiński**