

# Cyfrowy miernik temperatury

## Do czego to służy?

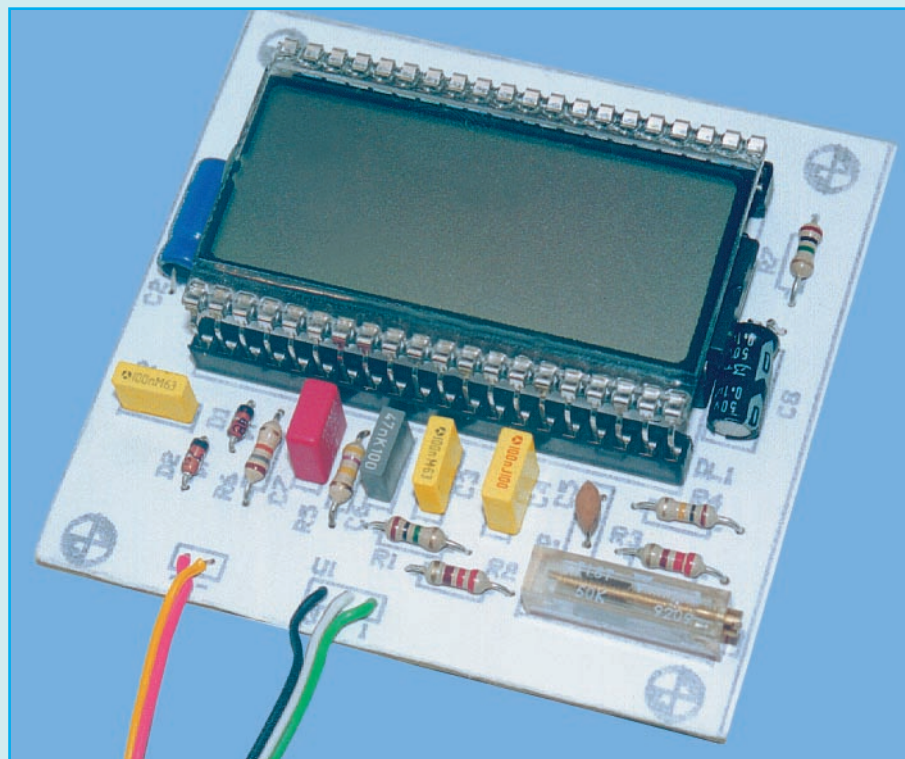
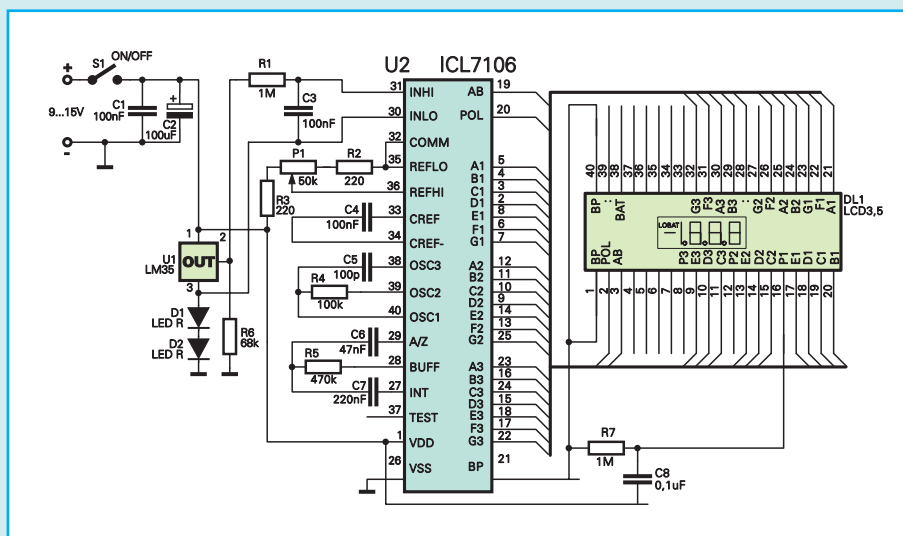
Na łamach różnych czasopism opublikowano wiele mierników temperatury mniej lub bardziej dokładnych. Lecz większość z nich potrzebowała dwupunktowej kalibracji, co bardzo zniechęca do zbudowania takiego termometru. Opisany poniżej cyfrowy termometr jest pozbawiony tych wad, a jego kalibracja polega tylko na ustawieniu napięcia odniesienia równego 1V. Miernik charakteryzuje się nie tylko prostotą kalibracji, ale także prostotą budowy, składa się bowiem dosłownie z kilku elementów biernych, jednego układu scalonego, oraz czujnika. Miernik może być zasilany także z baterii, gdyż dzięki zastosowaniu wyświetlacza LCD pobór prądu stał się niski. Zakres pomiarowy temperatur mieści się w granicach od  $-40$  do  $+100^{\circ}\text{C}$ , co wystarcza w większości przypadków. Dokładność wskazań wynosi ok.  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

## Jak to działa?

Schemat ideowy modułu przedstawiono na rysunku 1.

Układ U2 pracuje w najprostszej wersji woltomierza o zakresie  $\pm 2,000\text{V}$ , którego wynik jest przedstawiany na wyświetlaczu LCD. Elementy C5, R4 są potrzebne do prawidłowej pracy oscylatora układu U2, natomiast elementy R5 i C6 służą do ustalenia zakresu pomiarowego woltomierza.

Rys. 1 Schemat ideowy modułu



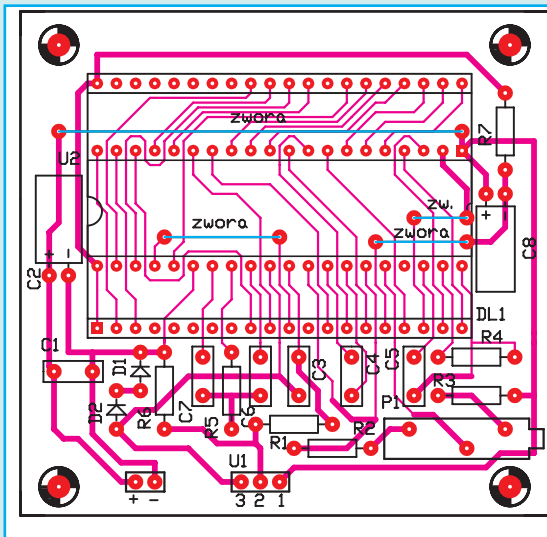
miernika. Z wartościami takimi jak na schemacie układ może mierzyć napięcia do 2V, natomiast po zmianie C6 na 470nF, i R5 na 47k możliwy będzie pomiar napięć do 200mV. Potencjometr P1 służy do ustalenia napięcia odniesienia dla kostki U2. Ponieważ układ od samego początku miał być bardzo prosty należałoby jakoś zasilić kropkę dziesiątną na ostatniej pozycji wyświetlacza bez stosowania kolejnego układu. Ponieważ dla wyświetlacza napięcia stałe są wręcz zabójcze, nie można na wejście kropki podać napięcia stałego (co jest lekceważone przez początkujących elektroników). Problem ten został bardzo prosto rozwiązany za pomocą elementów R7 i C8, które odwracają przebieg z wyjścia BP, przez co kropka będzie zasilana napięciem zmiennym o innej fazie.

Jako czujnik temperatury został zastosowany wyspecjalizowany specjalnie do celów pomiarowych temperatury układ LM35DZ (U1). Na wyjściu tego układu napięcie zmienia się ze współczynnikiem  $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ , lecz układ ma istotną wadę ponieważ nie mierzy temperatur ujemnych, co dyskwalifikuje go do zastosowań jako termometr temperatury zewnętrznej. Problem pomiaru temperatury ujemnej przestał istnieć po zastosowaniu dwóch połączonych szeregowo diod D1 i D2, które podniosły potencjał "masy" dla układu U2 o ok. 3,2V. Po zastosowaniu tych diod zakres mierzonych temperatur poszerzył się od  $-40$  do  $100^{\circ}\text{C}$ . Wyjście czujnika zostało dołączone do zacisków pomiarowych woltomierza U2. Kondensatory C1 i C2 filtrują napięcie zasilania.

## Montaż i uruchomienie

Opisany miernik temperatury można bez problemu zmontować na płytce drukowanej pokazanej na rysunku 2. Montaż jest klasyczny i nikomu nie powinien sprawić kłopotów. Należy zachować ostrożność ponieważ układ U2 oraz wyświetlacz są wrażliwe na ładunki elektrostatyczne.

Termometr może być zasilany napięciem z przedziału 6 do 12V. Po zmontowaniu układu potrzebna jest prosta kalibracja, która polega na ustawieniu za pomocą potencjometru P1 napięcia 1,000V na wejściu REFHI układu U2, po czym układ od razu jest gotowy do pracy. W praktyce należy nie tyle ustawiać wartość napięcia woltomierzem cyfrowym, a raczej sprawdzić temperaturę za pomocą jakiegoś dokładnego termometru i wyregulować P1, by miernik pokazywał taką samą temperaturę.



Rys. 2 Schemat montażowy

Ponieważ w układzie zostały zastosowane energooszczędne podzespoły, możliwe jest zasilanie bateryjne, choćby baterią 6F22. Najlepiej będzie jednak, gdy miernik będzie zasilany napięciem dobrze stabilizowanym i filtrowanym z zasilacza.

Układ można umieścić w obudowie KM-33C do której płytka drukowana ter-

mometru została specjalnie zwymiarowana.

Jeżeli potrzebny będzie pomiar temperatury w stopniach Kelvina, zamiast czujnika LM35DZ, należy zamontować czujnik LM34 w którym napięcie odpowiada temperaturze w skali Kelvina.

Czujnik można zatopić w koszulce termokurczliwej, lecz lepszym rozwiązaniem będzie wbudowanie go w metalową rurkę z jednej strony zatkaną, przez co stanie się bardziej odporny uszkodzenia.

**Marcin Wiązania**

*Od Redakcji. Po przeprowadzeniu prób, oryginalny układ zaproponowany przez Autora został zmodyfikowany. Między innymi diody D1, D2 (w oryginalnym modelu pokazanym na fotografii były typu 1N4148) zastąpiono dwiema czerwonymi diodami LED. Odpowiednio zwiększono wartość rezystora R6, by płynął prąd około 50mA. Zmieniono także układ połączeń czujnika i źródła napięcia odniesienia. Rysunki 1 i 2 pokazują układ po wprowadzeniu tych poprawek. Odnośnie stabilności wskazań w fun-*

*kcji napięcia zasilającego, w poprawionym układzie uzyskano dokładność  $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$  przy zmianie napięcia zasilania w zakresie 7...9...10V (wyczerpywanie baterii). Przy zastosowaniu zasilacza stabilizowanego układ będzie pracował jeszcze dokładniej.*

*W razie potrzeby w układzie można zastosować kilka czujników, pamiętając jednak o drobnych rozrzutach parametrów pomiędzy poszczególnymi egzemplarzami układów LM35.*

#### Wykaz elementów

##### Rezystory:

- R1, R7: 1M $\Omega$
- R2, R3: 220 $\Omega$
- R4: 100k $\Omega$
- R5: 470k $\Omega$
- R6: 68k $\Omega$
- P1: 50k $\Omega$  helitrim

##### Kondensatory:

- C1, C3, C4: 100nF
- C2: 100 $\mu\text{F}/16\text{V}$
- C5: 100pF
- C6: 47nF
- C7: 220nF
- C8: 0,1 $\mu\text{F}/16\text{V}$  elektrolit lub stały

##### Półprzewodniki:

- D1, D2: LED czerwone
- U1: LM35DZ
- U2: ICL7106
- DL1: wyświetlacz LCD 3,5 cyfry

##### Pozostałe:

- S1: włącznik zasilania