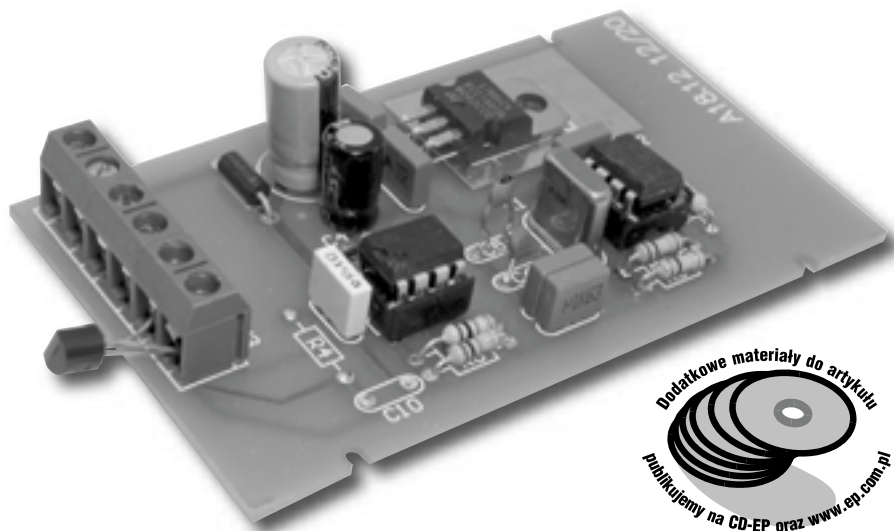


Termometr dla sterowników LOGO!

AVT-943

Do pomiarów temperatury można stosować autonomiczne moduły pomiarowe wyposażone we własny wyświetlacz lub inny rodzaj wskaźnika. W automatyce powszechnie są stosowane uniwersalne sterowniki, np. LOGO!, które oprócz wielu funkcji wykonywanych w systemie mogą również służyć do pomiaru temperatury. Same nie są jednak przystosowane do tego celu, niezbędne jest wykonanie odpowiedniego interfejsu.

Rekomendacje: z założenia termometr jest przeznaczony do bezpośredniej współpracy ze sterownikiem LOGO!, ale może też być dołączony do dowolnego modułu woltomierza cyfrowego o zakresie pomiarowym od 0 do 10 V, co czyni go urządzeniem uniwersalnym.



Przemysłowe sterowniki oprócz typowych wejść i wyjść cyfrowych często są wyposażone również w wejścia analogowe. Standardowo umożliwiają one pomiar napięć w zakresie 0...10 V. Dodając odpowiednio zaprojektowany interfejs można taki sterownik przystosować do pomiaru różnych wielkości fizycznych. Interfejs, co oczywiste, powinien zamieniać mierzoną wielkość fizyczną na postać napięcia, które jeśli ma być wykorzystany pełny zakres pomiarowy, musi się zawierać w przedziale 0...10 V. Wartość ta, choć typowa dla sterowników, nie jest typowa dla układów zasilanych napięciem 5 V, a tym bardziej niższym. Konieczne jest więc zastosowanie układów dopasowujących wartości napięć.

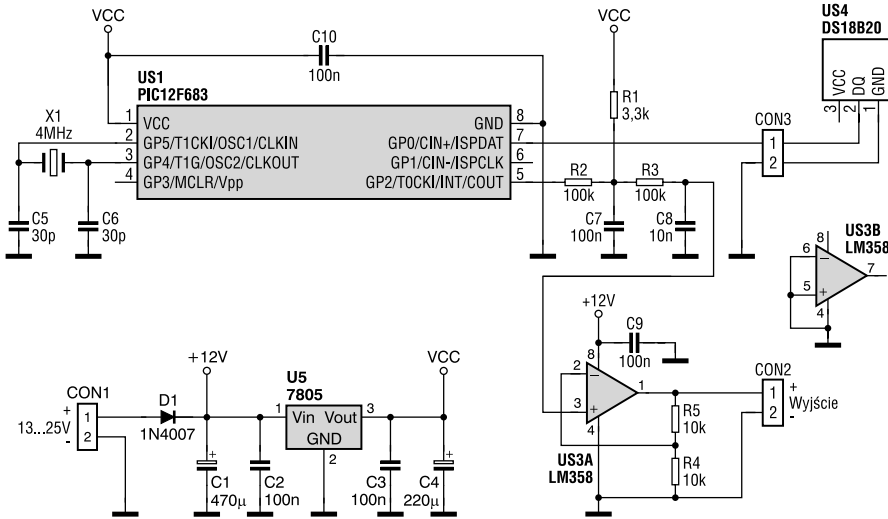
Przedstawiony w artykule termometr jest modulem konwertera temperatury na napięcie, przy czym zmiana temperatury w przedziale 0...99°C powoduje uzyskanie napięcia wyjściowego w zakresie 0...9,9 V. Problem polega na tym, że napięcia uzyskiwane z typowych czujników temperatury z wyjściem napięciowym są znacznie niższe od założonych wyżej wartości. Przykładowo układ LM35 jest skalibrowany do pomiaru temperatur z zakresu 0...100°C tak, że na wyjściu uzyskuje się napięcie od 0 do 1 V. Aby dostosować go do naszego sterownika, wymagane jest rozszerze-

nie zakresu napięć. W ten sposób konwersja będzie wykonana na drodze analogowej. W prezentowanym przetworniku zastosowano jednak inne, wydawać by się mogło nieco karkołomne rozwiązanie wykorzystujące czujnik z wyjściem cyfrowym. Czujnik typu DS18B20 jest zasilany i komunikuje się z mikrokontrolerem poprzez magistralę 1Wire. Zmierzona przez niego wartość jest przetwarzana i konwertowana na napięcie proporcjonalne do temperatury. Zamiana ta następuje w przetworniku cyfrowo-analogowym wykonanym ze sprzętowego sterownika przebiegu o zmiennym wypełnieniu (PWM) zawartego w mikrokontrolerze. Takie rozwiązanie rozbudowuje cały układ, ale dzięki zastosowaniu komunikacji cyfrowej z czujnikiem możliwe jest jego oddalenie od płytki konwertera na odległość nawet kilkudziesięciu metrów bez pogorszenia parametrów pomiarowych.

Wykorzystując cały zakres pomiarowy wejść analogowych sterowników, konwerter umożliwia pomiar temperatury w zakresie 0...99°C z rozdzielczością 0,1°C. Oznacza to, że zmiana temperatury o 0,1°C spowoduje zmianę napięcia wyjściowego o 0,01 V. Przetwornik został wykonany na płytce umożliwiającej umieszczenie go w typowej obudowie do montażu na szynie. Układ może być zasilany napię-

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 86x49mm (do obudowy DIN)
- Zasilanie: 13...25 VDC dla pełnego zakresu pomiarowego
- Zakres pomiarowy 0...99,9°C (0...95°C dla napięcia zasilającego 12 V)
- Odległość czujnika od modułu: do kilkudziesięciu metrów
- Bezpośrednia współpraca ze sterownikiem LOGO! oraz modułami woltomierzy o zakresie 0...10 V



Rys. 1. Schemat elektryczny termometru

ciem o wartości 13...25 V, co umożliwia wykorzystanie źródła zasilającego sterownik (24 V). Z uwagi na to, że do zasilania sterowników często stosuje się również napięcie o wartości 12 V, to konwerter może być także zasilony tym napięciem, jednak ograniczy to maksymalną wartość mierzonej temperatury do 95°C. Choć konwerter został zaprojektowany do współpracy ze sterownikami przemysłowymi, to można go także zastosować z innymi modułami woltomierzy mierzącymi napięcie w takim samym zakresie.

Budowa

Schemat elektryczny termometru jest przedstawiony na rys. 1. Głównym elementem jest mikrokontroler typu PIC12F683. Układ ten jest rozbudowaną wersją wielokrotnie

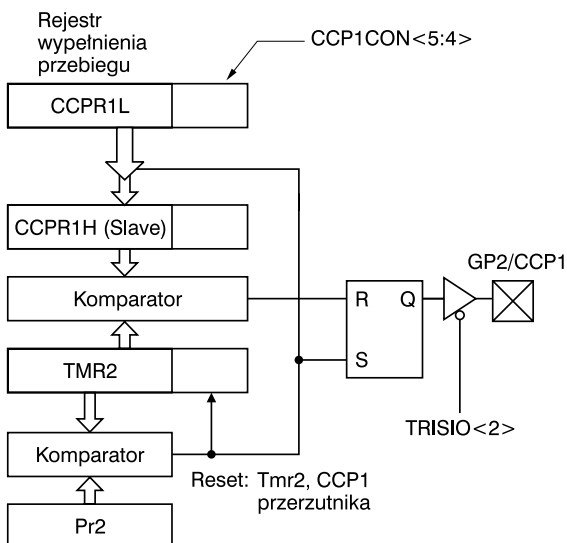
prezentowanego układu PIC12F675. Rozbudowa ta jest związana głównie ze zwiększeniem dostępnej ilości pamięci zarówno programu, jak i danych, a także nieulotnej pamięci EEPROM. Z punktu widzenia zastosowania w termometrze najważniejszą zmianą jest możliwość wykorzystania dodatkowego licznika TMR2 wraz z modułem CCP (Capture/Compare/PWM). Moduł ten, w trybie PWM pozwala na sprzętowe generowanie przebiegu o zmiennym wypełnieniu (PWM). W przedstawionym układzie pozwoliło to na zbudowanie przetwornika cyfrowo-analogowego o rozdzielczości 10 bitów. Na rys. 2 pokazano budowę modułu CCP skonfigurowanego do pracy w trybie PWM, natomiast na rys. 3 przedstawiono zasadę generowania przebiegu o zmiennym współczynniku wypełnienia. Dla zastosowanego rezonatora kwarcowego (4 MHz) częstotliwość generowanego przebiegu wynosi 1 kHz, co oznacza, że czas jednego cyklu jest ustalony na 1 ms („Period”). Czas ten jest ustalany przez wpisanie odpowiedniej wartości do rejestru preskalera – PR2. Można ją obliczyć ze wzoru:

$$PWM(\text{okres}) = [(PR2) + 1] * 4 * Tosc * TMR2 * Preskaler$$

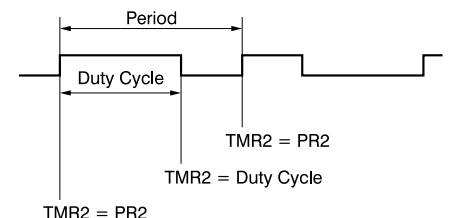
Gdy licznik TMR2 osiągnie ustaloną wartość rejestru PR2 nastąpi jego automatyczne wy-

zerowanie, w ten sposób raz ustalony czas będzie odliczany automatycznie. Aktualna wartość licznika TMR2 jest kierowana także do komparatora i porównuje się ją z rejestrami CCPR1L i CCPR1H. Na początku każdego cyklu licznik jest zerowany, a wyjście GP2 jest ustawiane w stan wysoki. Po osiągnięciu przez licznik TMR2 i jego preskaler wartości wpisanej do tych rejestrów („Duty Cycle”) następuje zerowanie wyjścia GP2. Ustawienie okresu i wypełnienia jest warunkiem wystarczającym do tego, by na wyjściu układu był generowany przebieg bez potrzeby kontrolowania tego procesu przez jednostkę centralną. Jest to bardzo ważna zaleta, gdyż komunikacja z czujnikiem temperatury jest wykonywana programowo i wymaga zachowania zależności czasowych specyficznych dla magistrali 1Wire. Gdyby generowanie przebiegu PWM było wykonywane także w sposób programowy, to w czasie komunikacji z czujnikiem mogłoby zostać zakłócone.

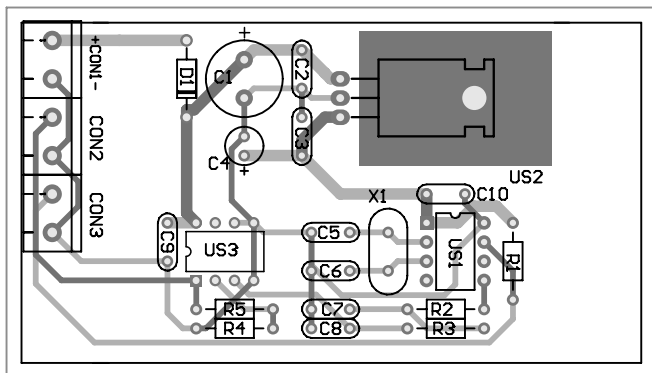
Sprzętowo wytworzony przebieg prostokątny jest kierowany na układ całkujący z rezystorami R2, R3 i kondensatorami C7, C8. Na jego wyjściu otrzymuje się napięcie proporcjonalne do wypełnienia przebiegu wejściowego. Napięcie to jest kierowane na wejście wzmacniacza operacyjnego US3, który pełni rolę wzmacniacza napięciowego oraz prądowego. Z uwagi na zastosowanie w układzie całkującym rezystorów o dużej rezystancji, konieczne jest zastosowanie na jego wejściu układu o dużej rezystancji wejściowej. Po wzmacnieniu, sygnał z wyjścia układu może być obciążony rezystancją o minimalnej wartości rzędu 2 kΩ. Mniejsza rezystancja nie jest wskazana, gdyż może zbyt obciążać wyjście wzmacniacza, powodując spadek napięcia, przez co nie będzie ono odpowiadało zmierzonej wartości temperatury.



Rys. 2. Budowa modułu CCP pracującego w trybie PWM



Rys. 3. Zasada generowania przebiegu o zmiennym wypełnieniu



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce termometru

Wzmacniacz operacyjny pełni także rolę mnożnika napięcia ze współczynnikiem wzmocnienia równym 2. Operacja mnożenia jest konieczna, ponieważ maksymalne napięcie na wyjściu przetwornika cyfrowo-analogowego wynosi 5 V. Dodatkowo wartość ta jest dwukrotnie mniejsza od wartości liczbowej

$T=67,3^{\circ}\text{C} \rightarrow U=6,73\text{ V}$.

Właściwy pomiar temperatury jest wykonywany przez układ DS18B20. Sam czujnik może mierzyć temperaturę w zakresie $-55^{\circ}\text{C}...+125^{\circ}\text{C}$, a wynik pomiaru zamienić na postać cyfrową (słowo 12-bitowe). W przedstawionym termometrze zakres ten został ograniczony do przedziału $0,0^{\circ}\text{C}...99,0^{\circ}\text{C}$, co pozwoliło na reprezentowanie temperatury w postaci napięcia z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$.

Montaż

Termometr został zmontowany na płytce, której widok przedstawiono na rys. 4. Montaż elementów należy przeprowadzić w typowy sposób rozpoczynając od rezystorów. Następnie montowane są podstawki pod układy scalone, kondensatory oraz stabilizator („na leżąco”). Na samym końcu należy włutować złącza CON1...CON3. Po włutowaniu wszystkich elementów płytkę termometru można umieścić w obudowie i uruchomić układ. W tym celu do złącza CON3 należy dołączyć czujnik temperatury. Zgodnie z rys. 1 wyprowadzenia 1

temperatury. Po operacji mnożenia napięcie na wyjściu wzmacniacza jest proporcjonalne do zmierzonej temperatury wyrażonej w stopniach Celsjusza. Przykładowe wartości są następujące: $T=5,3^{\circ}\text{C} \rightarrow U=0,53\text{ V}$, $T=12,7^{\circ}\text{C} \rightarrow U=1,27\text{ V}$,

i 3 układu DS18B20 należy połączyć ze sobą i dołączyć do masy (wyprowadzenie 2 złącza CON3). Wyprowadzenie numer 2 natomiast do linii danych 1Wire (wyprowadzenie 1 złącza CON3). Ponieważ komunikacja z czujnikiem odbywa się w sposób cyfrowy, może on być dołączony bezpośrednio do złącza lub oddalony nie pogarszając przy tym parametrów pomiarowych. Do połączenia czujnika z płytką można zastosować na przykład kabel telefoniczny. Odległość pomiędzy czujnikiem, a płytką termometru nie powinna być jednak większa niż 30 metrów. Po dołączeniu czujnika można zasilić układ dołączając źródło napięcia do złącza CON1. Minimalna wartość tego napięcia dla pełnego zakresu pomiarowego powinna być równa 13 V. Wynika to z faktu, że zastosowany wzmacniacz operacyjny może na swoim wyjściu wygenerować maksymalnie napięcie około 1,4 V mniejsze niż napięcie jego zasilania. Dodatkowy spadek napięcia na diodzie zabezpieczającej D1 sprawia, że do osiągnięcia napięcia 9,9 V dla temperatury 99°C wymagane jest napięcie zasilania o wartości większej niż 12 V. Jeśli pełny zakres pomiarowy nie będzie wykorzystywany, napięcie to można obniżyć. Przykładowo: dla napięcia 12 V temperatura będzie wskazywana poprawnie do wartości 95°C , a dla 9 V do temperatury 65°C . Po dołączeniu czujnika oraz napięcia zasilania, na złączu CON2 będzie obecne napięcie odpowiadające zmierzonej temperaturze. Aktualizacja temperatury jest wykonywana co 2 sekundy.

Krzysztof Pławiuk, EP
krzysztof.plawiuk@ep.com.pl

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 3,3 kΩ
- R2, R3: 100 kΩ
- R4, R5: 10 kΩ 1%

Kondensatory

- C1: 470 μF/35 V
- C2, C3: 100 nF
- C4: 220 μF/16 V
- C5, C6: 33 pF
- C7...C10: 100 nF

Półprzewodniki

- US1: PIC12F683 zaprogramowany
- US2: LM7805
- US3: LM358
- US4: DS18B20
- D1: 1N4007

Inne

- Podstawka DIP8 (2 szt.)

➔

MONTAŻ SMT

- na paście
- nakleju

➔

PROGRAMOWANIE KONSTRUOWANIE

- sterowników na bazie mikrokontrolerów 8-bitowych, 16-bitowych, 32-bitowych

➔

PROJEKTOWANIE

- układów elektronicznych
- obwodów drukowanych

PONADTO OFERUJEMY:

- montaż mieszany: przewlekany, SMT
- lutowanie na fali lutowniczej SOLTEC MIDI z podwójną falą typu SMART WAVE

MCD Electronics Sp. z o.o.
 34-300 Żywiec, ul. Lelewela 26
 tel/fax: 33 / 861 60 35
 e-mail: smt@mcd.com.pl
<http://www.mcd.com.pl>

22

Elektronika Praktyczna 8/2006