

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.

Zaokienny termometr MIN/MAX

Czasem zdarza się, że otwierając rano zaspane oczy zadajemy sobie pytanie: jaka jest pogoda na dworze, jaka jest tam temperatura? Można to łatwo sprawdzić spoglądając na wyświetlacz prezentowanego termometru zaokiennego. Naciskając przycisk na płycie czołowej urządzenia, można sprawdzić jaka była minimalna i maksymalna temperatura tej nocy. Można to zrobić również bez wychodzenia z łóżka, gdy zrealizujemy termometr w wersji dla bardzo leniwych.



Trochę teorii

Wybór rezystancyjnego czujnika temperatury typu KTY10-6 zdeteminował sposób pomiaru temperatury w opisanym urządzeniu. Czujnik KTY10-6 posiada rezystancję znamionową równą 2kΩ przy temperaturze 25°C, czułość 0,75%/ K i pozwala na pomiar temperatury w zakresie od -50°C do +150°C. Zastosowanie znanego wielu konstruktorom mikroprocesora AT89C1051 bardzo uprościło konstrukcję układu,

a komparator znajdujący się w jego wnętrzu znacznie ograniczył liczbę zastosowanych elementów.

Teraz trochę miejsca poświęćmy zastosowanej metodzie pomiaru temperatury. Polega ona na pomiarze czasu ładowania kondensatora o znanej pojemności (wzorcowego) do określonej wartości napięcia, przez rezystor o nieznannej rezystancji, zależnej od temperatury. Na rys. 1 przedstawiono taki właśnie obwód, a na wykre-

sie obok przedstawiono przebieg napięcia ładowania kondensatora C przez rezystor R. Przebieg napięcia na kondensatorze może być opisany zależnością:

$$U_C = U_{CC} \cdot (1 - e^{-t/RC})$$

Po przekształceniu powyższego wzoru otrzymamy wyrażenie na czas ładowania kondensatora C:

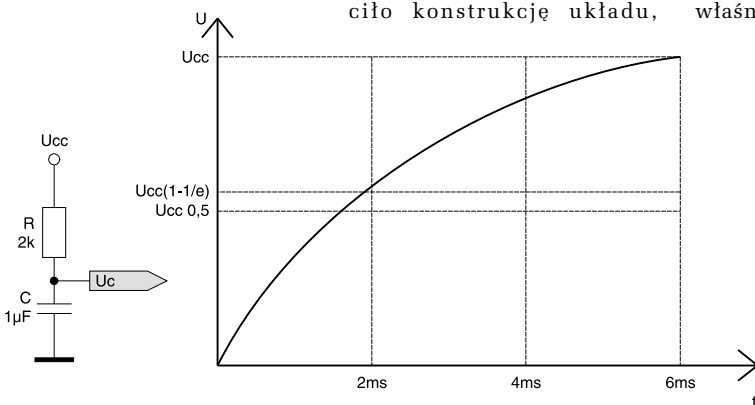
$$t = R \cdot C \cdot \ln(1 - U_C/U_{CC})$$

lub nieco prościej:

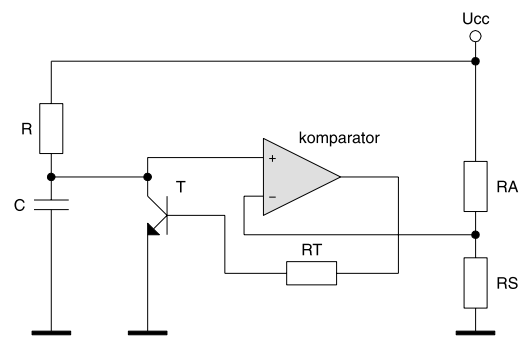
$$t = R \cdot C \cdot K,$$

gdzie

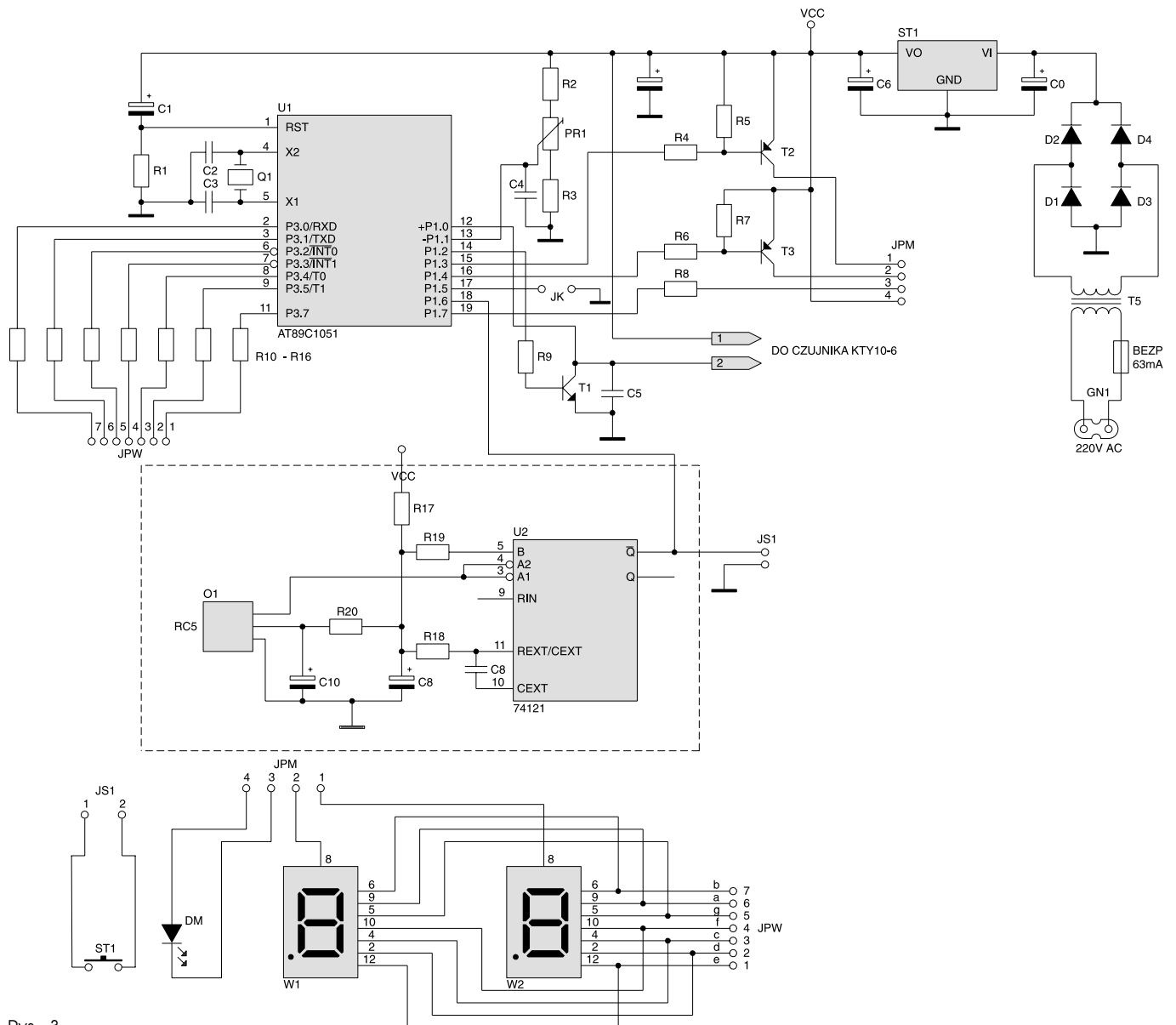
$$K = \ln(1 - U_C/U_{CC}).$$



Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.

Zakładając, że współczynnik $K=1$, otrzymamy wartość napięcia do jakiej należy ładować kondensator C, aby czas jego ładowania był wprost proporcjonalny do wartości rezystancji rezystora R. Napięcie to wynosi:

$U_C = (1 - 1/e) \cdot U_{CC}$
czyli ok. $0,63 \cdot U_{CC}$. Przy założeniu, że napięcie zasilające U_{CC} będzie wynosić 5V, $U_C = 3,15V$.

Na rys. 2 przedstawiono układ przetwarzający wartość rezystancji na czas. Kondensator C jest ładowany poprzez rezystor R do momentu osiągnięcia na kondensatorze napięcia o wartości U_C , które pochodzi z dzielnika rezystancyjnego napięcia zbudowanego na rezystorach R_A i R_B . Wówczas komparator zmienia swój stan, na jego wyjściu pojawi się napięcie, które wy-

steruje tranzystor, co spowoduje rozładowanie kondensatora C. Czas liczony od momentu rozładowania kondensatora do momentu osiągnięcia na nim napięcia U_C jest wprost proporcjonalny do wartości rezystancji rezystora R. Kiedy w miejsce rezystora R zastosujemy czujnik KTY10-6, wówczas czas ten będzie proporcjonalny do temperatury w jakiej znajduje się aktualnie ten element.

Właśnie ten czas jest mierzony przez mikroprocesor. Poniższy podprogram napisany w assemblerze procesora 8051 przedstawia sposób pomiaru tego czasu:

```
POM_TEM:
; POMIAR TEMPERATURY
SETB ZERO
; ROZŁADUJ C5
```

```
MOV A, #0A0H
; USTAW TIMER
LCALL TIME1
; CZEKAJ NA ROZŁADOWANIE
MOV TL0, #0
MOV TH0, #0
; WYZERUJ LICZNIK T0
CLR ZERO ; ODBLOKUJ C5
SETB TR0 ; START POMIARU
```

```
POMIAR:
JNB KOMP, POMIAR
; CZEKAJ NA KONIEC POMIARU
CLR TR0 ; STOP POMIARU
SETB ZERO ; ROZŁADUJ C5
MOV LOW, TL0 ; PRZEPISZ
; POMIAR DO PAMIĘCI RAM
MOV HIGH, TH0
RET
```

Następnie procesor odejmuje zmierzoną wielkość od przesunięcia dla temperatury 0°C, po czym jest ona dzielona przez współczynnik ska-

li. Po wykonaniu tych obliczeń wartość temperatury jest wyświetlana na wyświetlaczu LED.

Budowa i oprogramowanie

Na rys. 3 przedstawiono schemat elektryczny termometru. Czujnik pomiarowy KTY10-6 jest połączony z kondensatorem C5 i wejściem nieodwracającym komparatora znajdującego się wewnątrz procesora AT89C1051. Do wejścia odwracającego komparatora jest dołączony suwak potencjometru wielobrotowego PR1, dający napięcie odniesienia. Całość tworzy układ przetwornika rezystancji czujnika temperatury KTY10-6 na czas.

Dwupozycyjny wyświetlacz LED jest połączony z por-

tem P3 procesora. Wyświetlanie zmierzonej temperatury odbywa się multipleksowo, a sterowanie poszczególnych anod wyświetlacza powierzono tranzystorom T2 i T3 włączanych sygnałami z linii P1.2 i P1.4 portu P1. Linia P1.5 służy do ewentualnej zmiany skali wyświetlania przy zbyt dużym rozrzucie parametrów czujnika, ale o tym nieco więcej informacji przy opisie strojenia układu.

Przycisk S1 służy do odczytu wartości minimalnej i maksymalnej temperatury i jest podłączony do linii P1.6 procesora. Znakiem minus, który wyświetla prostokątna dioda LED, steruje linia P1.7. Cały układ zasilany jest napięciem stabilizowanym +5V. Budowa zasilacza jest tak prosta, że nie wymaga żadnych wyjaśnień.

Procesor jest taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości równej 4MHz. Wybrano tak niską częstotliwość zegara z tego względu, że pomiar temperatury trwa ok. 2,5..3ms, przetwarzanie wartości zmierzonej do postaci możliwej do wyświetlenia to kolejne kilka milisekund, po czym następuje wyświetlanie wyniku z częstotliwością ok. 100Hz, a więc procesor ma niewiele do roboty i nie musi być szybki. Tym bardziej, że jeden pomiar wyświetlany jest przez około jedną sekundę.

Po włączeniu termometru następuje uruchomienie programu zawartego w pamięci Flash procesora. Następuje pierwszy pomiar temperatury, która jest jednocześnie zapamiętana w pamięci RAM procesora jako wartość minimalna i maksymalna, co obrazuje wyświetlacz pokazując litery „PO“. Wyniki następnych pomiarów są porównywane z wynikami pierwszego pomiaru i w zależności od wielkości zapisywane jako temperatura maksymalna lub minimalna. Przyciśnięcie przycisku S1 powoduje wywołanie procedury wyświetlania zapamiętanych wartości temperatury minimalnej i maksymalnej.

Procedura rozpoczyna się wygaszeniem wyświetlacza, po czym następuje wyświetlenie napisu LO. Wyświetlacz gaśnie ponownie, a następnie jest wyświetlana wartość minimalna temperatury, co trwa ok. 1,5s. Wyświetlacz gaśnie znowu, potem wyświetla napis HI. Gaśnie i następuje wyświetlenie temperatury maksymalnej, jaką zapamiętał procesor. Na tym procedura wyświetlania skrajnych wartości jest zakończona, program powraca do wyświetlania bieżącej temperatury, pokazując litery „AP“ - aktualny pomiar.

Wartości skrajne temperatury można skasować za pomocą przycisku S1. Wystarczy przytrzymać przycisk do momentu zgaśnięcia wyświetlacza po wyświetleniu minimalnej temperatury, wówczas program będzie zapamiętywał skrajne wartości od początku. Program został tak napisany, że może być wyświetlana wartość temperatury w przedziale od -63 do + 63°C, co jest wystarczającym zakresem dla termometru zaokienego.

Uruchomienie i regulacja

Po zmontowaniu wszystkich elementów wkładamy zaprogramowany procesor do podstawki. Ustawiamy potencjometr PR1 w środkowym położeniu i włączamy napięcie. Na wyświetlaczu pojawia się jakaś wartość temperatury. Za pomocą potencjometru PR1 doprowadzamy do wyświetlenia temperatury, jaka jest aktualnie w pomieszczeniu, w którym uruchamiamy układ. W tym celu najlepiej posłużyć się dobrym termometrem rtęciowym.

Następnie wkładamy czujnik do wody zmieszanej z lodem i korygujemy wskazanie z dokładnością do 1°C. Znowu powracamy do temperatury pokojowej i ewentualnie korygujemy wskazanie - nie powinno różnić się więcej niż o 1°C w porównaniu z termometrem wzorcowym. Gdyby tak nie było, należy wyłączyć napięcie zasilające, zewrzeć punkty A-A (dołączyć linię

P1.5 portu P1 do masy) i uruchomić układ ponownie. Powtórzyć całą procedurę regulacji jeszcze raz.

Kiedy pomimo tego zmierzona wartość temperatury będzie wyższa od wzorcowej, oznacza to, że pojemność kondensatora C5 jest zbyt duża i należy go wymienić na inny o pojemności równej 1µF.

Kiedy wskazywana wartość jest zbyt mała, do kondensatora C5 należy dolutować kondensator o wartości 10..39nF i proces strojenia powtórzyć. Czujnik jest połączony z urządzeniem za pomocą przewodu ekranowanego, ekran należy połączyć z plusem zasilania. Długość połączenia do 5m.

Wersja dla bardzo leniwych

Często ostatnią czynnością wykonywaną przed zaśnięciem jest wyłączenie telewizora za pomocą pilota, który jest zawsze pod ręką. Dlatego też właśnie pilot zdalnego sterowania wykorzystałem do uaktywnienia procedury wyświetlania wartości skrajnych temperatury zapamiętanych przez procesor.

Na rys. 3 linią przerywaną zaznaczono fragment układu, który służy do bezdotykowego wywołania procedury wyświetlania wartości skrajnych temperatury. Układ ten nie musi być montowany, jeżeli nie chcemy korzystać ze zdalnego sterowania.

Działa następująco: promieniowanie podczerwone z nadajnika zdalnego sterowania telewizora, wideo, wieży Hi-Fi itp. trafia do scalonego odbiornika systemu RC5, gdzie następuje zdekodowanie rozkazu na ciąg impulsów. Impulsy te trafiają na wejście A1 i A2 scalonego przerzutnika 74121. Opadające zbocze pierwszego impulsu powoduje wyzwolenie przerzutnika monostabilnego. Na jego zanegowanym wyjściu wystąpi wówczas logiczne zero, które doprowadzone do linii P1.6 wywoła procedurę wyświetlania wartości skrajnych temperatury, tak

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 8,2kΩ
R2, R3: 3,3kΩ
R4, R6: 820Ω
R5, R7: 2,2kΩ
R8: 200Ω
R9: 100Ω
R10...R16: 220Ω
R17: 4,7Ω
R18: 15kΩ
R19: 4,7kΩ
R20: 75Ω
PR1: trymer wielobrotowy 10kΩ

Kondensatory

C0: 1000µF/16V
C1, C10: 10µF/16V
C2, C3: 33pF
C4: 47nF
C5: 1µF/63V 1%
C6: 100µF/16V
C7: 47µF/16V
C8: 680nF
C9: 22µF/16V

Półprzewodniki

D1..D4: 1N4002
T1: BC547B
T2, T3: BC557B
PT: KTY10-6 PHILIPS
ST1: L7805CV
U1: AT89C1051 - z programem "Termometr 2"
U2: UCY74121
O1: odbiornik kodu RC5 - SFH506, TFMS5360, IS1U60 itp.
DM: LED 2 x 7,5 mm, żółty
W1, W2: wyświetlacz 7-segmentowy, LTS3401LY Taiwan
Różne
GN1: gniazdo przewodu sieciowego 220V
BEZP: bezpiecznik aparaturowy 63mA
TS: transformator sieciowy TS2/14
S1: przycisk typu Microswitch 6mm
Q1: kwarc 4MHz
obudowa KM 48 N

samo jak naciśnięcie przycisku S1. Okazało się, że układ działa prawidłowo również przy zastosowaniu innych pilotów zdalnego sterowania, a nie tylko systemu RC5.

Jerzy Sapa