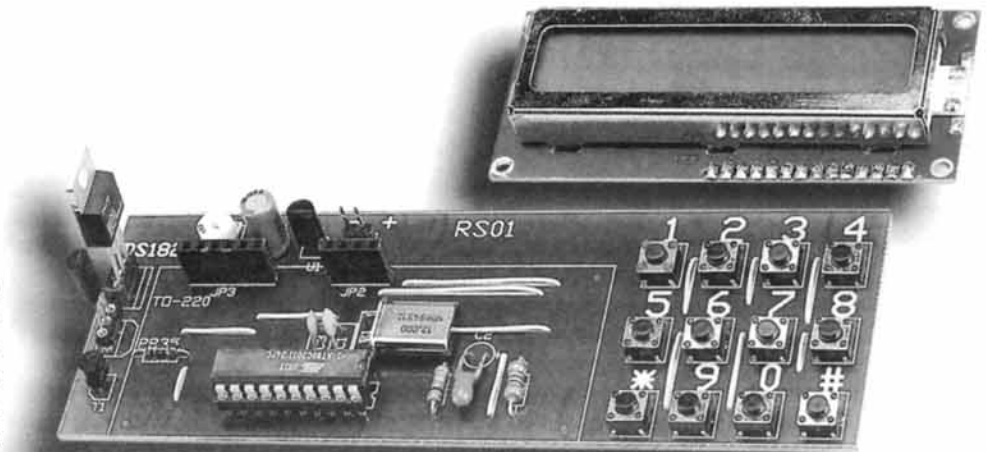


Programator regulatorów temperatury DS1821

kit AVT-484

Regulator temperatury, nazywany dla uproszczenia termostatem, to układ, którego zadaniem jest utrzymanie temperatury danego obiektu w określonym przedziale wartości. Gdyby spytać przeciętnego elektronika jakich elementów trzeba użyć do budowy takiego układu, to zapewne wymieniłby następujące części składowe: czujnik (np. termistor), układy komparatorów, logikę sterującą, układy wyjściowe. Tymczasem niemal wszystkie te elementy zawiera w sobie mały układ scalony firmy DALLAS. Może on pełnić rolę scalonego układu stabilizującego temperaturę (termostatu) w przedziale od -55°C do $+125^{\circ}\text{C}$.



Magiczny układ DS1821

Termostat DS1821 jest dostępny w dwóch wersjach obudowy z trzema wyprowadzeniami. Obudowa PR35 przypomina „wyrośnięty” tranzystor małej mocy, natomiast TO-220 jest zgodnie z oznaczeniem odpowiednikiem obudowy tranzystorów mocy przykręcanych do radiatora. Trzy wyprowadzenia to masa (GND), zasilanie od $+2,7\text{V}$ do $+5\text{V}$ (VDD) oraz wejście/wyjście sterujące i programujące jednocześnie (DQ). Obudowy oraz rozkład wyprowadzeń pokazano na rys. 1. Oprócz tego układ występuje także w 8-wyprowadzeniowej obudowie SMD.

Na rys. 2 przedstawiono schemat blokowy układu DS1821. Z wyprowadzeniami zewnętrznymi komunikuje się bezpośrednio blok logiki sterującej oraz układ detekcji napięcia zasilającego VDD. Konwersją wartości temperatury otoczenia na impulsy elektryczne zajmuje się układ sensora temperatury. Rejestry TH i TL przechowują wartości temperatur granicznych określających zakres stabilizacji.

Cyfrowy komparator porównuje odczytaną wartość temperatury z wartościami zapisanymi w rejestrach i wynik swojego działa-

nia przekazuje do bloku logiki. Układ może pracować w dwóch trybach. W trybie termostatu pracuje jako przełącznik dwustanowy, którego stan jest zależny od temperatury. Gdy temperatura przekroczy ustalony poziom, DS1821 włączy się i może uruchomić zewnętrzne urządzenie wykonawcze (klimatyzator, wiatrak itp.). Gdy temperatura obniży się, to spowoduje to wyłączenie urządzeń wykonawczych. W drugim trybie pracy możliwe jest programowanie parametrów układu i bezpośredni odczyt mierzonej temperatury. Wtedy układ może pracować jak elektroniczny termometr. Układy opuszczają fabrykę ustawione w tym właśnie trybie pracy.

Programowanie DS1821

Do programowania układu jest wykorzystywane wyprowadzenie sterujące DQ, które zmienia swą funkcję. W trybie programowania DQ pełni rolę jedнопроводowej, dwukierunkowej magistrali danych (1-Wire Bus). Do wymiany danych tą magistralą pomiędzy programatorem a termostatem DS1821 używany jest identyczny protokół transmisji jak w przypadku pozostałych układów DALLASa wyposażonych w interfejs



Rys. 1. Wyprowadzenia układów DS1821.

1-Wire Bus. Bity informacji 1 i 0 rozróżniane są poprzez różny czas trwania impulsów ujemnych wysyłanych magistralą. Dla 0 czas ten wynosi od 60 do 120µs, a dla 1 od 1 do 15µs. Przed rozpoczęciem każdej transmisji programator generuje impuls Resetu 480..960µs a termostat odpowiada impulsem potwierdzenia o długości od 60 do 240µs.

Ponieważ układy DS1821 przewidziane są do pracy autonomicznej, to w odróżnieniu od innych układów, np. typu i-Buttons, nie mają nadanych unikalnych numerów seryjnych, co upraszcza sposób ich programowania.

Programowanie sprowadza się do wysłania 1-bajtowego kodu rozkazu. Następnie, zależnie od sytuacji, programator może wysłać do DS1821 dodatkowy bajt parametru lub taki bajt odczytać z układu. W sumie DS1821 reaguje na 9 rozkazów. Ich kody (zapisane szesnastkowo) oraz znaczenie są następujące:

01h-Write TH. Rozkaz zapisu górnej temperatury, po przekroczeniu której termostat się włączy. Po tym rozkazie transmitowana jest 8-bitowa wartość temperatury. Wartość ta jest zapisywana do wspomnianego już wcześniej rejestru porównań TH. Ponieważ rejestr ten znajduje się w wewnętrznej pamięci EEPROM termostatu, wartość temperatury jest przechowywana nawet w cza-

sie zaniku napięcia zasilania. Temperatura jest zapisywana w formacie 8-bitowym, a bit najstarszy pełni funkcję znaku. Przykłady pokazują format zapisu (kod uzupełnieniowy do 2) dla temperatur skrajnych oraz 0°C i -1°C.

+125°C	01111101
-55°C	11001001
0°C	00000000
-1°C	11111111

A1h-Read TH. Po wysłaniu tego rozkazu programator może odczytać z termostatu wartość temperatury zapisanej w rejestrze TH.

02h-Write TL. Rozkaz zapisu dolnej temperatury. Jeżeli zewnętrzna temperatura opadnie poniżej tej wartości, termostat wyłączy się. Rejestr TL pozwala tworzyć pętlę histerezy, czyli swego rodzaju zatrasku. Bez tego mechanizmu termostat znalazłszy się na granicy przełączenia mógłby zacząć generować nieprzyjemną serię włączeń i wyłączeń, co w przypadku układów wykonawczych dużej mocy mogłoby doprowadzić do awarii. Obniżenie progu wyłączania (czyli histereza) właśnie temu zapobiega. Uwaga jednak! Jeżeli wartość rejestru TL będzie większa od wartości zapisanej w TH, a temperatura zacznie opadać przed osiągnięciem wartości TL, termostat po włączeniu nigdy się nie wyłączy.

A2h-Read TL. Odczyt temperatury z rejestru TL.

EEh-Start Convert. Start jednorazowej lub ciągłej konwersji temperatury. Ten rozkaz nie wymaga dodatkowego parametru.

22h-Stop Convert. Zatrzymanie ciągłej konwersji temperatury. Rozkaz bezparametrowy.

A A h - R e a d Temperature. Ten rozkaz powoduje odczytanie z układu wartości zmierzonej temperatury. Termostat może pełnić rolę elektronicznego termometru.

AC h-Read Status. Pobranie wartości rejestru statusu.

0Ch-Write Status. Zapis nowej wartości do rejestru statusu.

Bity rejestru statusu dodatkowo określają sposób funkcjonowania układu. Każdy bit może być ustawiony jako 1 lub 0. Rejestr statusu składa się z 8 bitów, których znaczenie, zaczynając od bitu najstarszego, jest następujące:

Bit 7 - stan procesu konwersji temperatury. Gdy jest wyzerowany oznacza to, że układ jest w trakcie mierzenia temperatury i na jej odczyt trzeba poczekać. Czas trwania konwersji mieści się w granicach 0,4-1s.

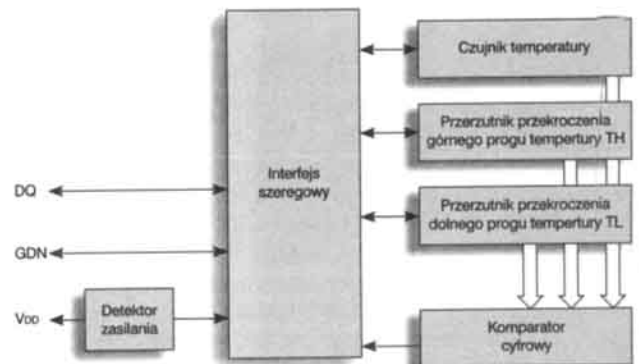
Bit 6 - niewykorzystany.

Bit 5 - flaga zapisu danych do pamięci EEPROM. Zapis danych do pamięci nieulotnej (np. wartości rejestrów TH i TL) może trwać do 50ms. W tym czasie żadne nowe dane nie zostaną zapamiętane.

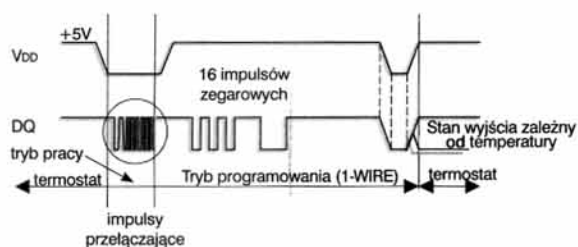
Bit 4 - flaga przekroczenia temperatury TH. Bit jest ustawiany, gdy temperatura przekroczy TH. Ponieważ stan bitu jest zapamiętywany w pamięci EEPROM, jego wartość nie ulegnie zmianie nawet po zaniku napięcia zasilającego. Jego wyzerowanie możliwe jest dopiero po zapisaniu nowej wartości do rejestru statusu. Taki sposób funkcjonowania tej flagi umożliwia stwierdzenie, czy w czasie pracy termostatu kiedykolwiek została przekroczona temperatura TH.

Bit 3 - flaga przekroczenia temperatury TL. Działanie analogiczne jak w przypadku flagi temperatury TH.

Bit 2 - przełącznik trybu pracy. Jeżeli bit ten będzie miał wartość 1, po dołączeniu napięcia VDD układ DS1821 podejmie pracę w trybie termostatu. Wyzerowanie



Rys. 2. Schemat blokowy układu DS1821.



Rys. 3. Przebiegi przełączające tryby pracy układu DS1821.

tego bitu oznacza, że po dołączeniu napięcia zasilającego układ znajdzie się w trybie programowania.

Bit 1 - bit polaryzacji wyjścia termostatu w stanie aktywnym. Bit ten określa, czy w momencie załączenia termostatu po przekroczeniu temperatury TH wyjście przyjmie poziom wysoki czy niski. "1" określa poziom wysoki jako stan aktywny.

Bit 0 - tryb konwersji ciągłej lub pojedynczej. Wyzerowanie tego bitu spowoduje ciągłą konwersję temperatury. Ustawienie "1" oznacza zezwolenie na pojedynczą konwersję temperatury po wystąpieniu rozkazu START.

Przełączanie pomiędzy trybami pracy DS1821 jest zrealizowane bardzo oryginalnie. O ile przejście do trybu termostatu wydaje się proste - wystarczy ustawić bit 2 rejestru statusu w stan wysoki, a potem włączyć i wyłączyć zasilanie, o tyle próba powrotu do trybu programowania nie powiedzie się ponieważ DQ pełni funkcję wyjścia sterującego i transmisja nowych danych do termostatu jest niemożliwa. Aby ponownie uzyskać możliwość transmisji rozkazów magistralą 1-Wire Bus należy podać na końcówkę DQ stan wysoki i odłączyć napięcie VDD. Następnie na DQ należy wysłać serię 16 impulsów, a potem przywrócić zasilanie VDD. Układ ponownie znajdzie się w trybie programowania.

Na rys. 3 pokazano przebieg opisanej sekwencji przełączającej. Stosując tę metodę układ można z powrotem wprowadzić w tryb termostatu bez konieczności ustawiania bitu 2 i odłączania zasilania.

W trybie pracy termostatu wyjście DQ pracuje jak otwarty dren. Może przyjąć prąd do 4 mA, przy napięciu równym napięciu VDD. Mała obciążalność wyjścia powoduje konieczność stosowania do-

datkowego elementu pośredniczącego mocy, np. bramki cyfrowej lub tranzystora. Układ może pracować także z napięciem wyższym od nominalnego +5V, a ponieważ pobierany prąd jest znikomy - mniejszy od 1mA, jako element obniżający na-

pięcie może wystarczyć rezystor i dioda Zenera C4V7. Zależnie od napięcia pracy wartość rezystora należy dobrać indywidualnie - dla np. 12V będzie to ok. 1kΩ. Wykorzystanie układu DS1821 jako termostatu sterującego prze-każnikiem pokazano na rys. 4.

Wykorzystanie programowanego termostatu DS1821 wiąże się z koniecznością wpisania do niego indywidualnych parametrów określających sposób i zakres działania.

Opis konstrukcji programatora

Na rys. 5 pokazano schemat prostego programatora. Składa się on praktycznie z procesora jednoukładowego 89C2051 i odpowiedniego programu sterującego. Procesor obsługuje zarówno klawiaturę, przy pomocy której wprowadza się parametry, oraz wyświetlacz LCD, na którym pojawiają się informacje o stanie programowanego termostatu. Do portów procesora są dołączone linie danych i zasilania dla układu DS1821. Odczyt klawiatury dokonuje się poprzez podawanie stanu niskiego na kolejne linie P3.0-3 portu P3 i odczytywanie stanu kolumn połączonych z liniami P1.0-2. Taki uproszczony układ klawiatury nie pozwala na naciskanie jednocześnie wielu klawiszy. Może to spowodować zwarcie linii danych D4..D7 wyświetlacza. W praktyce jednak z taką sytuacją się nie spotykamy, natomiast warto o tym pamiętać.

Naciskanie klawiszy powoduje zwieranie odpowiednich linii i kolumn. Ze względu na ograniczoną liczbę wolnych linii portów, część z nich jest wykorzystywana zarówno przez klawiaturę jak i przez wyświetlacz. Linie te są wyprowadzone na gniazdo JP2 i pełnią rolę 4-bito-

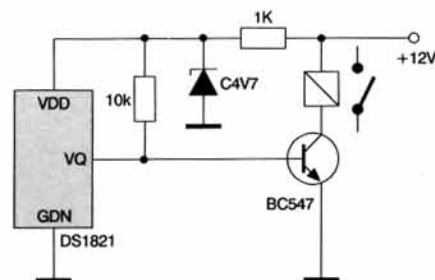
wej magistrali danych wyświetlacza. Pozostałe sygnały sterujące pracą wyświetlacza, regulacja kontrastu i zasilanie są wyprowadzone poprzez gniazdo JP3. Programowany termostat dołącza się do gniazda JP4. W gnieździe tym linia P1.6 łączy się z nóżką DQ termostatu, a linia P1.7 steruje włączaniem i wyłączaniem napięcia VDD.

Obsługa programatora

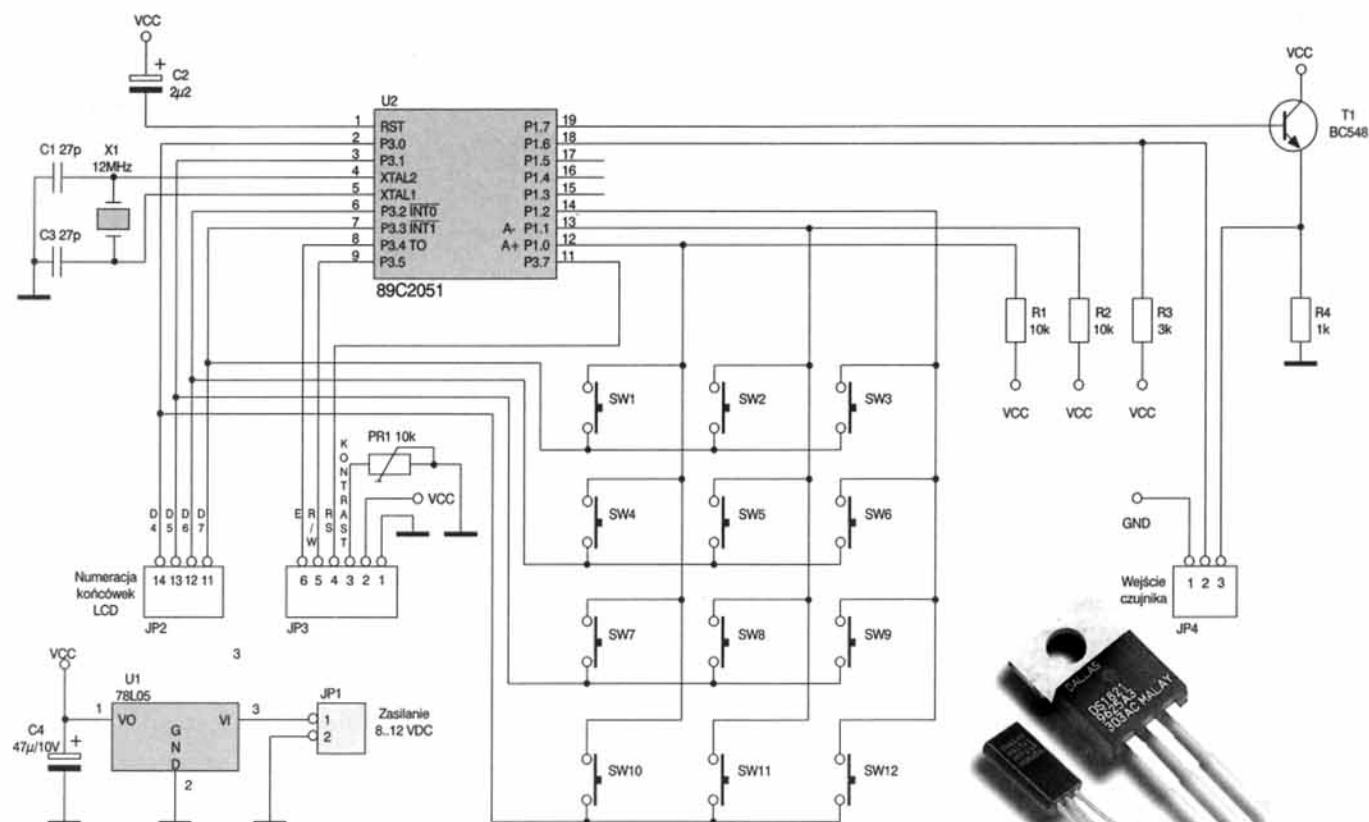
Do programatora wprowadzono listę funkcji, które można kolejno wybierać i uaktywniać. Po podłączeniu programatora do zasilania (gniazdo JP1, napięcie 8..12V, pobór prądu do 50mA) na wyświetlaczu przez 2 s pojawia się napis informujący o funkcji przyrzędu. Następnie układ bada, czy do JP4 jest dołączony układ DS1821 i próbuje przełączyć go w tryb programowania. Zarówno w przypadku sukcesu, jak i braku w gnieździe układu, na wyświetlaczu pojawiają się stosowne komunikaty. Naciśnięcie klawisza oznaczonego jako „#” powoduje przejście do listy opcji programowania. W każdej chwili możliwy jest powrót do trybu detekcji termostatu, jeżeli żadna z opcji nie jest wybrana i naciśnięty zostanie klawisz „0”. Przechodzenie do kolejnych opcji następuje po naciśnięciu klawisza „#”, wybór konkretnej opcji programowania następuje po akceptacji klawiszem „*„. Programator realizuje następujące tryby pracy:

TRYB TERMOSTATU

Wybór tej opcji z listy przełącza DS1821 w tryb termostatu. Jednocześnie kontrolowany jest stan wyjścia sterującego DQ, a komunikat o stanie tego wyjścia jest pokazywany na wyświetlaczu. Dzięki temu możliwe jest sprawdzenie działania termostatu bez



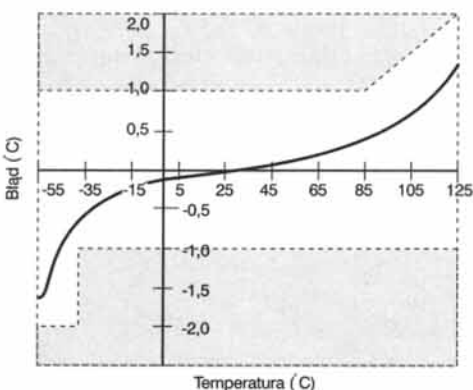
Rys. 4. Schemat prostego termostatu z układem DS1821.



Rys. 5. Schemat elektryczny programatora.

konieczności umieszczenia go w układzie docelowym. Tylko wtedy, gdy aktywny jest tryb termostatu, można układ DS1821 po zaprogramowaniu wszystkich parametrów wyjąć z podstawki i później zamontować w miejscu, w którym ma pracować. Wyjęcie układu w innym momencie, gdy końcówka DQ działa jako 1-Wire Bus spowoduje, że układ nie będzie pracował jako termostat. Opuszczenie opcji po naciśnięciu „#“.

USTAWIANIE TEMPERATURY TH



Rys. 6. Błąd pomiaru temperatury układu DS1821.

Po uaktywnieniu tej opcji, klawiszami numerycznymi wpisuje się nową, wybraną wartość temperatury TH. Gdy kursor znajduje się na pozycji znaku temperatury, naciśnięcie „1” spowoduje, że temperatura będzie programowana jako ujemna. Gdy wartość temperatury jest ustawiona klawisz „*” powoduje jej zapis do rejestru TH. Opuszczenie opcji po naciśnięciu „#“.

USTAWIANIE TEMPERATURY TL

Ta opcja powoduje programowanie temperatury TL. Opuszczenie funkcji jak wyżej.

USTAWIANIE POLARYZACJI WYJŚCIOWEJ

Zmiana polaryzacji wyjścia DQ w stanie aktywnym. Zmiana stanu na przeciwny następuje po każdorazowym naciśnięciu dowolnego klawisza. Opuszczenie funkcji jak wyżej.

TRYB TERMOMETRU

W czasie, gdy aktywna jest ta opcja, układ DS1821 pracuje jako elektroniczny termometr o rozdzielczości 1°C i z błędem jak na rys. 6. W sposób ciągły na wyświetlaczu jest pokazywana wartość tem-

peratury mierzonej przez wewnętrzny czujnik układu. Opuszczenie funkcji jak wyżej.

Jeżeli aktywna jest opcja inna niż tryb termostatu i komunikacja między programatorem a programowanym układem ulegnie przerwaniu, program automatycznie wraca do trybu detekcji i wyświetla komunikat o braku DS1821.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2: 10kΩ
- R3: 3kΩ
- R4: 1kΩ
- PR1: 10kΩ

Kondensatory

- C1, C3: 27pF
- C2: 2.2μF/16V
- C4: 47μF/10V

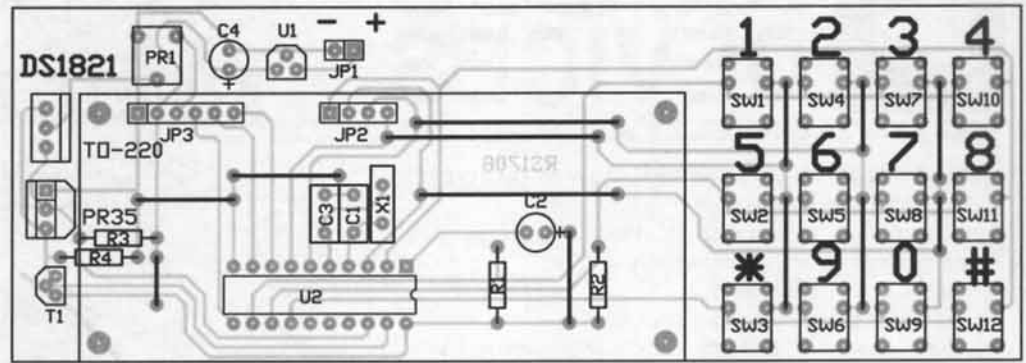
Półprzewodniki

- U1: 78L05
- U2: 89C2051 zaprogramowany
- T1: BC548

Różne

- X1: 12MHz
- SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8, SW9, SW10, SW11, SW12: mikroprzełączniki lub 12-przyciskowa klawiatura matrycowa

Układ programatora zaprojektowany został do montażu na jednostronnej płytce drukowanej, co spowodowało konieczność poprowadzenia 13 zwór. Klawiatura stanowi jedną całość z pozostałą częścią układu. Jako klawisze zastosowano mikroprzełączniki astabilne. Wyświetlacz może być przykręcony do płytki ponad procesorem, a gniazda JP2 i JP3 są tak usytuowane, żeby odpowiadały właściwym stykom na module wyświetlacza LCD. Zastosowano 16-znakowy, alfanumeryczny wyświetlacz o symbolu WM-C1601. Zazwyczaj moduły podobnych typów mają jednakowy rozkład wyprowadzeń w 14-stykowym złączu (lub 16-stykowym, jeżeli moduł jest podświetlany). W przypadku przykręcenia wyświetlacza do płytki należy kwarc i kondensator C2 zamontować poziomo. Gniazdo programujące JP4 zostało zdublo-



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

wane ze względu na dwa rodzaje obudów, w jakich jest produkowany układ DS1821. W przypadku obudowy PR35 jako podstawkę precyzyjnej pod układy scalone. Dla płaskich nóżek obudowy TO-220 jako gniazdo doskonale nadaje się fragment zwykłej podstawki pod układy scalone. Po dokładnym montażu uruchomienie programatora sprowadza się do sprawdzenia napięcia na wyjściu stabilizatora U1 oraz ustawienia potencjometrem PR1 odpow-

wiedniego kontrastu. Na wyświetlaczu powinny pojawić się komunikaty w kolejności wcześniej opisananej.

Ze względu na swoje rozmiary i integrację w niewielkiej obudowie wielu elementów składowych, układ DS1821 może znaleźć zastosowanie jako czujnik i regulator temperatury w urządzeniach przemysłowych i domowych. Zaletą tego termostatu jest mały pobór prądu w czasie pracy.

Ryszard Szymaniak, AVT