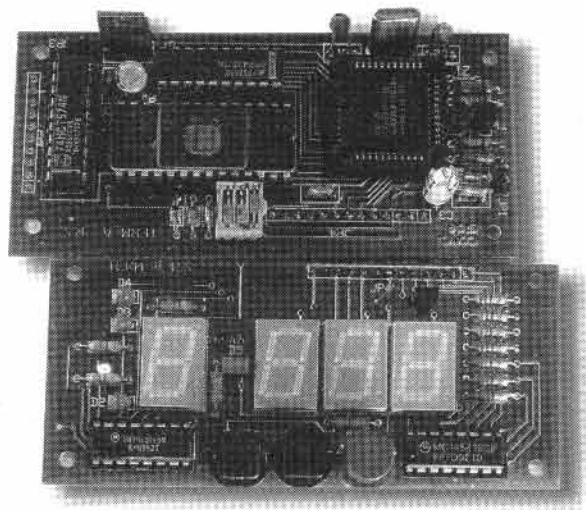


Multi termometr z układami firmy Dallas

kit AVT-289

Opisane w artykule urządzenie umożliwia pomiar temperatury w kilku punktach jednocześnie. Dzięki wykorzystaniu jako czujniki temperatury nowoczesnych układów firmy Dallas, które są wyposażone w jednoprzewodowy interfejs cyfrowy i nie wymagają stosowania osobnej linii zasilania, zastosowanie układu w dowolnym obiekcie jest proste i stosunkowo tanie.



Układ DS18/1920

Wszystkie układy rodziny „Touch Memory” charakteryzuje kilka wspólnych cech. Przede wszystkim jest to kompatybilność interfejsów, wynikająca z ujednoliconego sposobu przesyłania informacji i zasilania za pośrednictwem dwuprzewodowej linii. Sposób kodowania informacji pozwala uniknąć błędów nawet na kilkudziesięciometrowej linii przesyłowej. Inną cechą układów jest mały pobór mocy oraz możliwość pracy nawet w trudnych warunkach zewnętrznych. Ponadto, niemal każdy element, dzięki posiadaniu własnego unikalnego numeru może być indywidualnie sterowany. Są to cechy standardu przemysłowego, które także amator elektronik może z powodzeniem wykorzystać do swoich celów. Dobrym tego przykładem jest układ DS1920, stanowiący kompletny elektroniczny termometr.

W zakresie od 0°C do +70°C dokładność pomiaru wynosi $\pm 0,5^\circ$,



Rys. 1. Wyprowadzenia układu DS1820.

przy pomiarach temperatur od 0°C do -40° oraz +70° do +85° dokładność spada do $\pm 1^\circ$. Na krańcach dopuszczalnego zakresu pomiarowego, czyli -40°C do -55°C i +85°C do +100°C błąd wynosi $\pm 2^\circ$. Nie jest to, jak widać, dokładność laboratoryjna, ale do zastosowań domowych i w większości przemysłowych zupełnie wystarcza. Pobór prądu w czasie fazy pomiaru nie przekracza 1mA (typowo 0,5mA). Wartość napięcia zasilającego podawanego linią danych może mieścić się w zakresie 4,3V do 6V. Układ występuje w dwóch obudowach: „klasycznej” pastylce oraz jako DS1820 w obudowie przypominającej TO-92, czyli tranzystora małej mocy. Na rys.1 pokazano rozmieszczenie wyprowadzeń dla tego typu obudowy. Nóżka oznaczona jako Vdd doprowadza dodatkowe napięcie zasilające, jednak w tej aplikacji nie jest wykorzystana i pozostaje nie

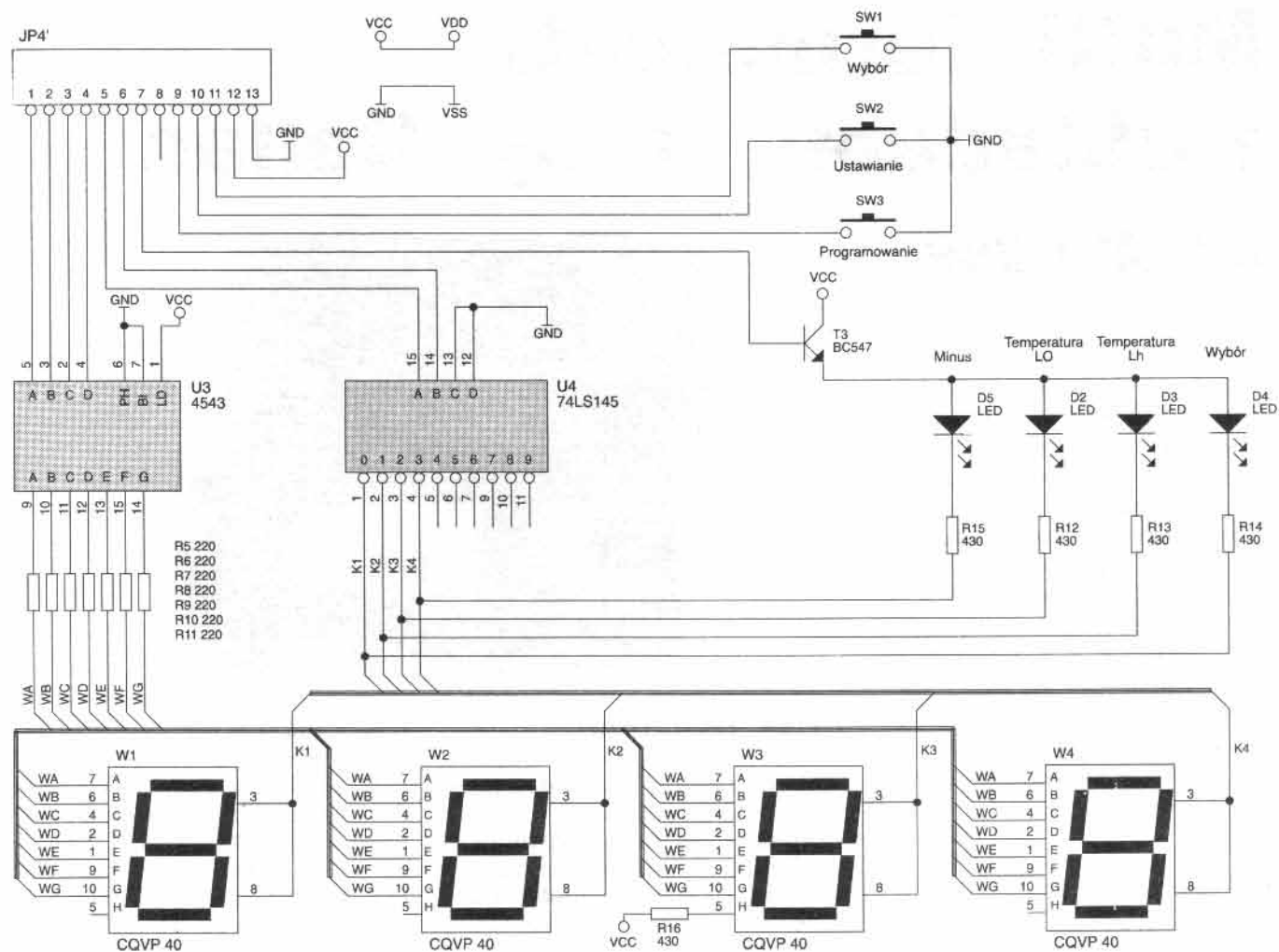
SCRATCHPAD

0	TEMPERATURA LSB
1	TEMPERATURA MSB
2	TH USER BYTE 1
3	TL USER BYTE 2
4	ZAREZERWOWANY
5	ZAREZERWOWANY
6	COUNT REMAIN
7	COUNT PER °C
8	CRC

EEPROM

TH USER BYTE 1
TL USER BYTE 2

Rys. 2. Struktura rejestrów układu DS1820



Rys. 3. Schemat elektryczny płytki wyświetlaczy.

podłączona.

Układ termometru mierzy temperaturę zliczając impulsy wewnętrznych generatorów, których częstotliwość zależy od zewnętrznej temperatury. Po uaktywnieniu układu i przesłaniu rozkazu CONVERT_T rozpoczyna się cykl pomiaru trwający niespełna 2s. Po tym czasie z zespołu rejestrów pośredniczących określanych wspólną nazwą SCRATCHPAD można odczytać parametry zmierzonej temperatury. Struktura rejestrów pokazana jest na rys.2.

Rejestr oznaczony numerem 0 zawiera młodszy bajt temperatury zmierzonej z dokładnością do 0,5°C. W zapisie heksadecymalnym zawartość rejestru wynosi: dla 0°C 0h, dla +0,5°C 01h, dla +25°C 32h, dla -0,5°C FFh, dla -1°C FEh itd. W bajcie nr.1 zapisany jest znak temperatury, dla minusa bajt ma wartość FFh a dla plusa 00h.

Układ DS1920 ma także pewne

cechy termostatu i potrafi sygnalizować przekroczenie temperatury dla zaprogramowanych wartości granicznych. Bajty 2 i 3 zawierają właśnie te wartości, które przy pomocy specjalnego rozkazu mogą być skopiowane z rejestrów do dwóch komórek pamięci EEPROM. Dzięki temu, nawet po wyłączeniu napięcia zasilającego, dane termostatu nie znikają i po ponownym włączeniu zasilania znów są dostępne. Rejestr nr.2 zawiera dane wyższej temperatury granicznej, po przekroczeniu której układ sygnalizuje alarm. Po każdym cyklu pomiarowym dane odczytanej temperatury porównywane są z rejestrami termostatu. W razie przekroczenia zaprogramowanych wartości układ przechodzi do trybu alarmu co oznacza, że będzie odpowiadał na rozkaz ALARM SEARCH. Będzie się to działo tak długo, aż po kolejnym cyklu pomiarowym układ nie stwierdzi, że tempera-

tura zmniejszyła się.

Format zapisu temperatury w rejestrach 2 i 3 jest podobny do zapisu w rejestrze 0. Różnica polega na tym, że wartość granicznej temperatury programowana jest z dokładnością do 1°C a znak temperatury (0 dla plusa i 1 dla minusa) zapisywany jest na pozycji najstarszego bitu. Bajt scratchpad o numerze 3 zawiera wartość dolnej temperatury granicznej. Bajty 4 i 5 są niewykorzystane.

Układ DS1920 posiada możliwość odczytu temperatury z dokładnością większą niż 0,5°C. Służą do tego dane zapisane w rejestrach o numerach 6 i 7. Aby obliczyć temperaturę z dokładnością ułamka stopnia należy posłużyć się następującym wzorem:

$$\text{temperatura} = \text{temp. odczytana (rej. 0 i 1)} - 0,25 + (\text{COUNT PER } ^\circ\text{C} - \text{COUNT REMAIN}) / \text{COUNT PER } ^\circ\text{C}$$

Ostatnim rejestrem jest rejestr zawierający sumę kontrolną CRC

rodziny jest 0, urządzenie nad-rzędne w odpowiedzi taką wartość wyśle na magistralę. Działanie to spowoduje, że od tej chwili do następnego resetu układ DS1990 pozostanie nieaktywny i nie będzie wpływał na stan magistrali.

Ponieważ pozostałe dwa termometry mają taki sam kod rodziny, pozostaną aktywne i zgodnie będą transmitowały kolejne bity. Sytuacja zmieni się gdy rozpoczęta zostanie transmisja najmłodszego bitu najmłodszego bajtu numeru seryjnego. Dojdzie do konfliktu, a ponieważ zainteresowani jesteśmy termometrem pierwszym kontroler wyśle na magistralę 1 odpowiadającą bitowi jego adresu. Drugi termometr zostanie zdezaktywowany. Układ aktywny wyemituje pozostałe z 64 bitów adresu i będzie gotów do realizacji pomiaru temperatury i odczytu danych.

Opis układu

Prezentowany układ wykorzystuje większość dostępnych cech opisywanych wyżej elektronicznych termometrów. Za pomocą dwuprzewodowej linii układ umożliwi pomiar temperatury 1 do 8 punktów, np. w oddzielnych zbiornikach akwariów. Na wyświetlaczu W1 pojawia się numer termometru, a pozostałe wyświetlacze wraz z diodą D5 pokazują odczytaną temperaturę z dokładnością do dziesiątych części stopnia. Można zaprogramować dolną i górną temperaturę graniczną których przekroczenie sygnalizują diody alarmu D2 i D3. Układ cyklicznie co 2s. czyta temperaturę z kolejnego termometru i wyświetla wynik pomiaru. Jeżeli interesuje nas wynik pomiaru tylko z jednego punktu, należy w momencie jego pojawienia się nacisnąć SW3, co spowoduje zapalenie diody D4. Układ nadal będzie odczytywał kolejne termometry, diody będą sygnalizowały przekroczenie temperatur termostatu, lecz na wyświetlaczu pojawi się tylko temperatura wybranego punktu. Naciskanie przycisku SW3 dłużej niż 3s spowoduje migotanie D4 i wprowadzi układ w opcję programowania temperatur granicznych. Naciskanie przycisku SW1 powoduje wtedy wyświetlanie parametrów zestawu kolejnego termometru-termostatu. Świecenie diody

D3 oznacza temperaturę górną a D2 dolną. Naciskanie SW2 umożliwi przejście do ustawiania kolejnych pozycji cyfr temperatury, które w tym czasie migocą, wartości cyfr zmienia przycisk SW1. Naciśnięcie SW3 spowoduje zapamiętanie zaprogramowanych danych w pamięci EEPROM i przejście do trybu wyświetlania temperatury z jednego punktu. Kolejne naciśnięcie tego przycisku oznacza przejście do sekwencyjnego wyświetlania temperatur.

Wyświetlacze, diody, przyciski i układy sterujące pracą elementów świecących znajdują się na osobnej płycie "B" (schemat elektryczny z rys.3). Cztery wyświetlacze i cztery diody są parami multipleksowane tzn. po kolei włączane na czas ok 2ms. Przy takiej częstotliwości wyeliminowane jest zjawisko migotania, obserwator ma złudzenie jednoczesnego świecenia się wszystkich elementów natomiast sterownie wyświetlaczy odbywa się mniejszym kosztem niż w przypadku ich rzeczywistego, jednoczesnego świecenia.

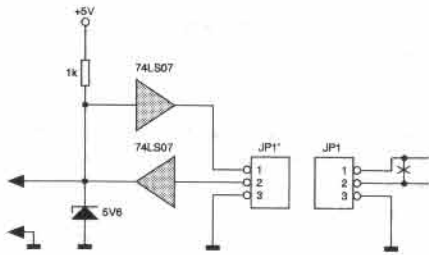
Pracą całego termometru steruje procesor 80C51 (rys.4), który wraz z niezbędnym otoczeniem umieszczony został na płycie „A”. Komunikacja procesora z termometrami DS1920 odbywa się poprzez złącze JP1. Linię danych należy przyłączyć do styku 1 lub 2 a masę do 3. Dla uproszczenia programu do obsługi magistrali wykorzystano aż dwa wyjścia procesora. Wyjście INT0 odczytuje stan linii mierząc czas trwania stanu niskiego, co jest konieczne dla detekcji impulsu PRESENCE generowanego przez układy „Touch Memory” oraz przy odbiorze danych. Wyjście T0 steruje linią przy zapisie danych do układów. Oprócz sterowania wyświetlaczem i kontrolą przycisków procesor zajmuje się także ustawianiem bitów w rejestrze wyjściowym U5. Normalnie są one ustawione na poziomie logicznej jedynki. W momencie jednak gdy zmierzona temperatura jest mniejsza niż zaprogramowana dolna temperatura termostatu odpowiedni bit rejestru jest zerowany i znajduje się w tym stanie do czasu następnego pomiaru, który wykaże, że temperatura uległa zwiększeniu.

Przełącznik S1 programuje binar-

nie ilość termometrów dołączonych do magistrali. Przy jednym termometrze wszystkie przełączniki powinny być zwarte, dla 2 należy rozewrzeć przełącznik 1 itd. Jeżeli w trakcie pracy ilość prawidłowo odczytanych termometrów będzie mniejsza od ilości zaprogramowanej przełącznikiem, układ zasygnalizuje błąd migotaniem cyfr wyświetlacza. W tym stanie pozostanie do czasu odczytu prawidłowej liczby termometrów. Błąd sygnalizowany będzie także w przypadku przerwania linii lub jej zwarcia. Dołączenie większej niż zaprogramowana liczby termometrów nie wywoła błędów, jednak ich odczyty będą ignorowane.

Po zmontowaniu obydwu płytek można je połączyć w pakiet lub wykorzystując obudowę zamocować oddzielnie, łącząc przewodami złącza JP4 i JP4'. Układ zasilany jest napięciem stałym 8-12V, pobiera prąd ok. 120mA. Przy zachowaniu wszystkich opisanych wcześniej warunków układ działa bez żadnych regulacji. Po włączeniu zasilania na wyświetlaczu ukazują się zera, a po 2s. rozpoczyna się cykl odczytów temperatur z termometrów. Ponieważ układ nie posiada pamięci adresów przyłączonych układów, jedyną czynnością regulacyjną jest zorientowanie się któremu numerowi "na wyświetlaczu" odpowiada konkretny termometr. Najprościej można to zrobić w ten sposób, że wszystkie termometry podłączone do linii układamy obok siebie tak, aby wskazywały podobną temperaturę. Następnie kolejno lekko je podgrzewamy np. przez dotknięcie ręką. Wyraźnie wyższa od pozostałych temperatura wskaże, któremu numerowi wyświetlacza odpowiada ogrzewany element. Taką kontrolę należy przeprowadzić każdorazowo, gdy jeden lub więcej układów wymieniamy lub podłączamy dodatkowo do magistrali. Nowe adresy mogą bowiem zmienić przyjętą wcześniej kolejność.

Termometry należy umieszczać w ich miejscu pracy w taki sposób, aby pomiar korespondował z rzeczywistą temperaturą obiektu. W przypadku akwarium można je docisnąć do bocznej ścianki albo zanurzyć w wodzie. W tym drugim przypadku najlepiej stosować układy DS1820. Po dolutowaniu do wprowadzeń układu przewodów i zaizolowaniu połączeń najlepiej

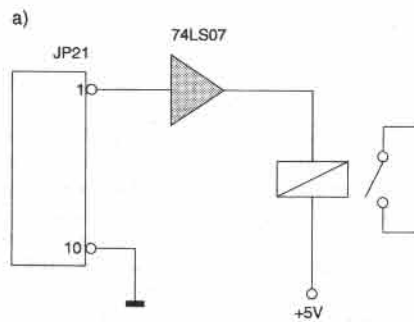


Rys. 5. Sposób "wzmocnienia" prądowego portu.

umieścić go w kawałku szklanej rurki wypełnionej dobrze przewodzącą ciepło pastą silikonową a końce zalać żywicą epoksydową.

Przy długich przewodach łączących termometry z systemem i wysokim poziomie zakłóceń mogą pojawić się kłopoty z transmisją danych sygnalizowane migotaniem wyświetlacza. W przypadku gdy taki sam zestaw układów działa bezbłędnie z krótką linią, a sprawia kłopoty gdy znajduje się daleko od układu sterującego, pomiędzy gniazdo JP1 a linię należy włączyć układ z rys.5. Problemy wynikają głównie z małej wydajności prądowego wyjścia T0 procesora. Stosując układ z rys.5 należy przeciąć połączenie między stykami 1 i 2 JP1 na płytce „A”.

Sygnaly ze złącza JP2 można wykorzystać do sterowania urządzeń wykonawczych za pośred-



Rys. 6. Przykładowe układy wyjściowe.

nictwem przykładowych układów I/O (rys.6). Szczególnie w przypadku urządzeń zasilanych napięciem sieciowym konieczna jest dobra izolacja galwaniczna między nimi a układem, realizowana przy pomocy przełączników, transformatorów lub optotriaków.

Oczywiście do sterowania każdego urządzenia wykonawczego potrzebna jest odrębna para przewodów masy i sygnału sterującego z JP2. Czasami nie ma z tym większego problemu jednak niekiedy jest to irytujące szczególnie gdy elementy pomiaru temperatury wykorzystują jedynie dwa wspólne przewody magistrali. Okazuje się, że i ten problem można rozwiązać. Rodzina „Touch Memory” ma bowiem w swym gronie specjalne adresowane przełączniki, sterowane w ten sam sposób jak inne układy. O tych

elementach napiszemy jednak innym razem.

Ryszard Szymaniak, AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

PŁYTKA "A"

Rezystory

R1: 4,7k Ω

R2: 1k Ω

R3, R4: 220 Ω

Kondensatory

C1, C2: 22pF

C3: 10 μ F/10V

C4: 100 μ F/10V

C5, C6, C7: 100nF

Półprzewodniki

D1: 5V6 Zener

D6, D7, D8: 1N4148

T1, T2: BC547

U1: 80C51/PLCC-44

U2: 27C64 zaprogramowany

U5: 74LS574 lub podobny

U6: 74LS573 lub podobny

U7: 7805

układ DS1820 (DS1920)

Różne

S1: dip-switch 3 poz.

X1: 12MHz

podstawka PLCC-44

podstawka DIL28

płytką drukowaną

PŁYTKA "B"

Rezystory

R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11: 220 Ω

R12, R13, R14, R15, R16: 430 Ω

Półprzewodniki

D2, D3, D4, D5: LED 3 czerwone i zielona

T3: BC547

U3: 4543

U4: 74LS145

Różne

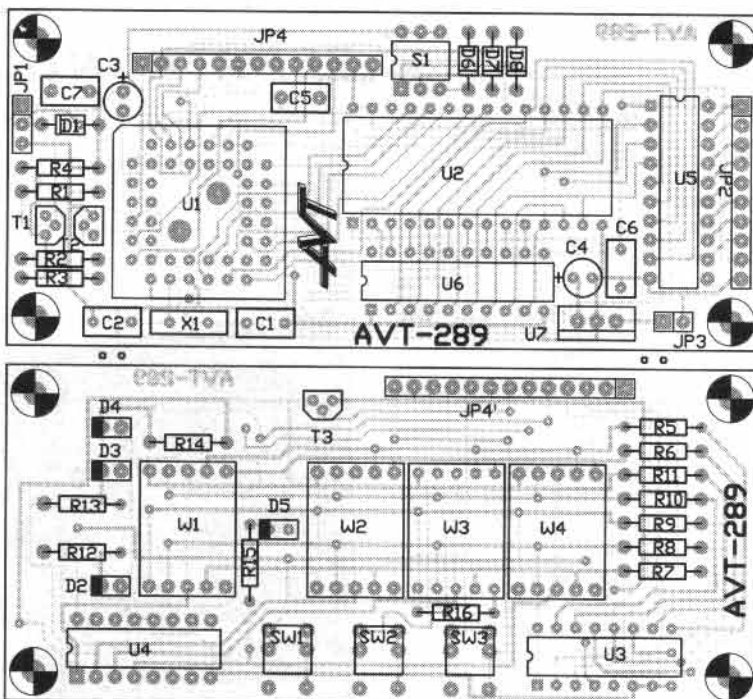
SW1, SW2, SW3: przełączniki

monostabilne (mikroswitche)

W1, W2, W3, W4: CQVP40

wspólna katoda lub podobne

płytką drukowaną



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych termometru.