



# Dwupunktowy termometr



## Do czego to służy?

Przedstawiony w artykule termometr różni się od innych tym, że całkowicie został wykonany w technice cyfrowej. Jako czujniki temperatury zostały wykorzystane znane czujniki Dallasa (teraz Maxima) DS1820. Dużą zaletą tych układów jest możliwość dołączenia do jednej magistrali (1wire) wielu czujników, którymi może sterować dowolna linia mikrokontrolera. Całym termometrem steruje znany mikrokontroler 89C4051.

Proponowany termometr umożliwia pomiar temperatury w dwóch punktach, np. na zewnątrz mieszkania i wewnątrz lub w dowolnych innych miejscach. Zakres mierzonych temperatur zawiera się w przedziale  $-55$  do  $+99^{\circ}\text{C}$ , przy czym dokładność  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  jest wystarczająca w domowych pomiarach. Wyświetlanie temperatury przez wyświetlacz matrycowy jest miłe dla oka, gdyż nie ma „kwadratowych” cyfr jak w zwykłym wyświetlaczu 7-segmentowym. Termometr umożliwia zapamiętywanie temperatury minimalnej oraz maksymalnej zarówno dla mierzonej temperatury zewnętrznej, jak i wewnętrznej. Temperatury max oraz min są zapamiętywane w pamięci EEPROM, dzięki czemu po włączeniu zasilania mogą być odtworzone. Sterowanie funkcjami termometru jest bardzo proste dzięki trzem przyciskom. Dodatkowe diody sygnalizują, która temperatura jest aktualnie ukazywana na wyświetlaczu. Temperatury

ujemne są sygnalizowane dodatkowymi dwiema diodami LED umieszczonymi nad wyświetlaczem. Termometr oferuje pracę ręczną oraz automatyczną, która ma dwa tryby. W pracy ręcznej sterowanie funkcjami termometru odbywa się tylko za pośrednictwem przycisków. Praca automatyczna może przebiegać w dwóch trybach. W trybie 1 termometr na przemian pokazuje temperaturę zewnętrzną oraz wewnętrzną. Tryb 2 umożliwia automatyczne ukazywanie wszystkich temperatur tzn. temperatur zmierzonych, maksymalnych oraz minimalnych. Dużą zaletą proponowanego termometru niewątpliwie jest brak

jakiegokolwiek kalibracji, dzięki zastosowaniu czujników DS1820. Wymagana jest tylko prosta rejestracja dołączonych czujników.

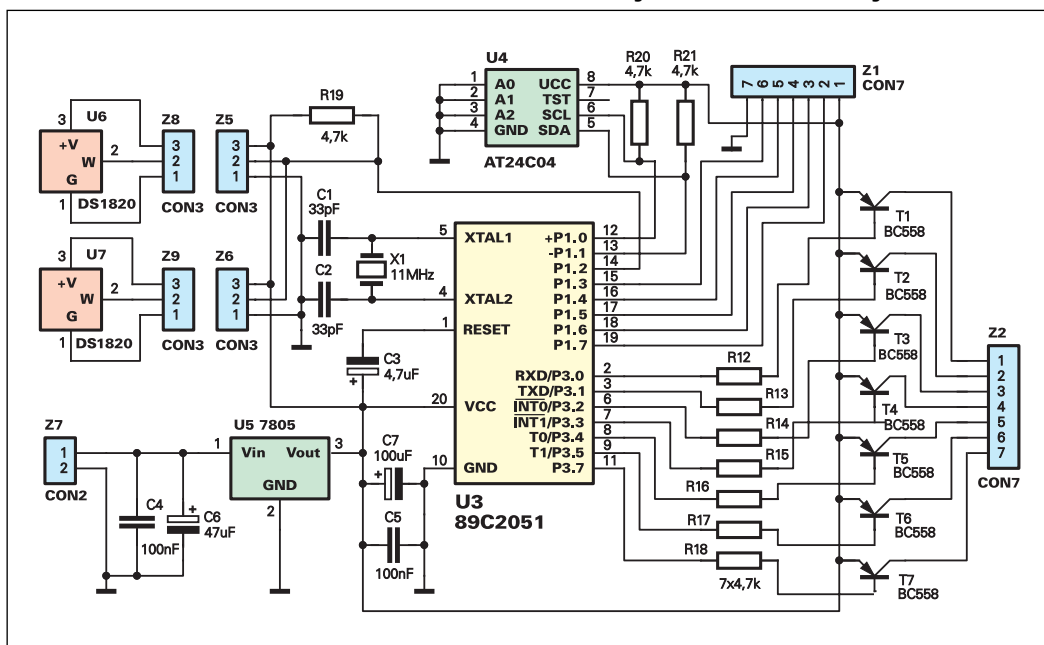
## Jak to działa?

Na **rysunku 1** przedstawiony został schemat ideowy sterownika, natomiast **rysunek 2** zawiera schemat wyświetlacza termometru.

Zaczynając od schematu sterownika, całością steruje mikrokontroler U3. Wybrano 89C4051 ze względu na jego 4kB pamięć. Linie P1.0, P1.1 portu P1 tworzą magistralę 1C, która jest używana do komunikacji



Rys. 1 Schemat ideowy sterownika



z pamięcią EEPROM U4. Pamięć przechowuje numery seryjne termometrów oraz zmierzone temperatury max i min. Linia P1.2 jest skonfigurowana jako „I2wire”, która realizuje komunikację z czujnikami temperatury U6 oraz U7. Rezystory R19-R21 realizują podciąganie linii do dodatniego napięcia zasilającego. Rezystory R12-R18 ograniczają prąd baz tranzystorów T1-T7, które sterują wierszami wyświetlaczy matrycowych oraz wskaźnikami D1-D6 (rys. 2.). Linie P1.6 i P1.7 wykorzystane zostały do załadowania danych do rejestrów przesuwnych U1 i U2. Pozostałe linie mikrokontrolera realizują obsługę przycisków S1, S2, S3. Rejestry U1 oraz U2 sterują kolumnami wyświetlaczy W1, W2 oraz katodami diod wskaźnikowych (D1-D6). Diody D5, D6 sygnalizują temperaturę ujemną. Rezystory R1-R11 ograniczają prąd płynący przez diody wskaźnikowe oraz diody wyświetlaczy. Multipleksowanie wyświetlaczy polega w pierwszej kolejności na załadowaniu do rejestrów U1, U2 danych dla kolumn wyświetlaczy, po czym zapalany jest dany wiersz. W danej chwili jednocześnie ładowane są dane dla kolumn dwóch wyświetlaczy matrycowych oraz diod wskaźnikowych. Termometr jest zasilany napięciem 5V, które jest stabilizowane przez U5. Kondensator C3 zeruje mikrokontroler po włączeniu napięcia zasilającego, natomiast rolą kondensatorów C4-C7 jest filtracja napięć zasilających.

Ze zrozumieniem programu sterującego mikrokontrolerem nie powinno być większych problemów, analizę na pewno ułatwią dodatkowe komentarze. Wspomnę tylko, że odczytana z czujników wartość temperatury została tak przeliczona, by wartości poniżej 128 odpowiadały temperaturze ujemnej, a

wartości powyżej 128 temperaturze dodatniej. Wartość 128 będzie wskazywała na temperaturę o wartości 0 stopni. Takie przeliczenie temperatury znakomicie ułatwiło napisanie procedur rejestrujących temperaturę max oraz min. Ponieważ zostało trochę wolnego miejsca w pamięci mikrokontrolera, program można zmodyfikować, zmieniając istniejące lub dodając nowe funkcje. Można przykładowo zmienić formę pokazywania temperatury tak, by kolejne wartości temperatur nie pojawiały się natychmiast, tylko były wsuwane w wyświetlacz od dołu lub od góry.

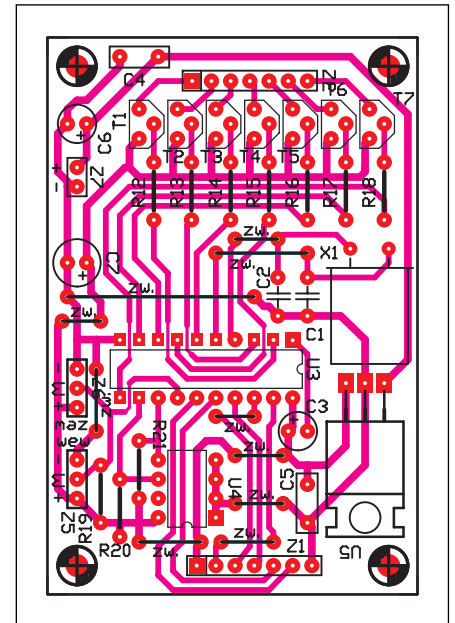
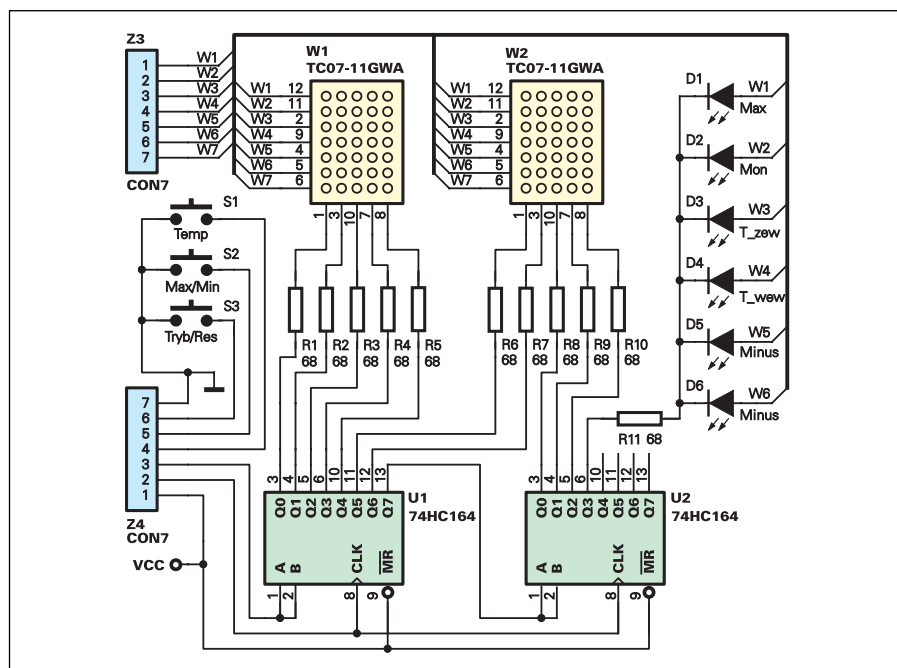
### Montaż i uruchomienie

Termometr należy zmontować na płytce drukowanej pokazanych na rysunkach 3 i 4. Montaż najlepiej rozpocząć od płytki sterownika. Na samym początku należy włutować wszystkie zworki, po czym elementy najmniejsze, kończąc na włożeniu układów scalonych do podstawek. Stabilizator, rezonator oraz kondensatory elektrolityczne należy przylutować na leżąco, inaczej nie byłoby możliwości złożenia płytek w przysłowiową kanapkę. W przypadku montażu wyświetlacza należy zadbać o prawidłową polaryzację elementów, gdyż ze względu na dwustronną płytkę może być problem z późniejszym wylutowaniem źle wylutowanych elementów. Pod wyświetlacze matrycowe proponuję zastosowanie podstawek. Za podstawki mogą posłużyć dwie odpowiednio spreparowane podstawki DIP-14. Diody sygnalizacyjne LED należy zamontować na wysokości wyświetlaczy, natomiast goldpiny łączące płytki trzeba przylutować od dolnej strony płytki wyświetlacza. Do złączy Z5, Z6 należy przylutować wygięte goldpiny, a odpowied-

nie gniazda do czujników. Na rysunku 5 przedstawiony jest układ wyprowadzeń czujnika. Dołączone do czujnika przewody należy zabezpieczyć koszulkami termokurczliwymi. Można także cały czujnik zacisnąć w większej koszulce. Po zmontowaniu płytek należy je złożyć w „kanapkę”.

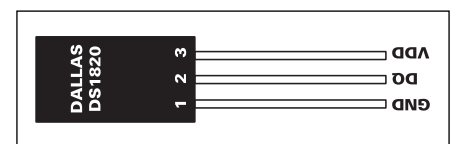
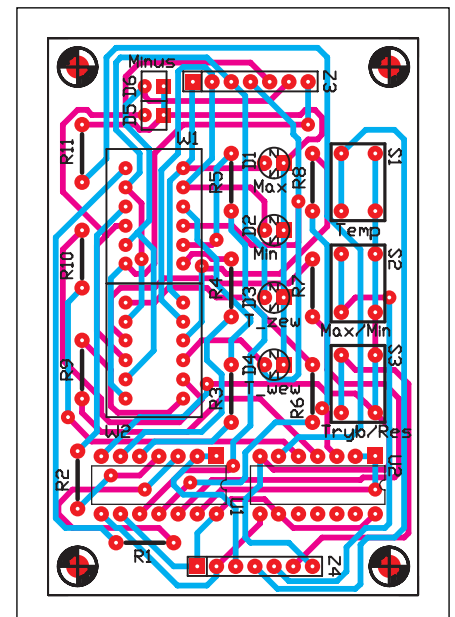
Termometr można zasilić napięciem stałym z zakresu 9-15V. Na rysunku 6 przedstawiona

Rys. 2 Schemat ideowy wyświetlacza



Rys. 3 Schemat montażowy sterownika

Rys. 4 Schemat montażowy wyświetlacza



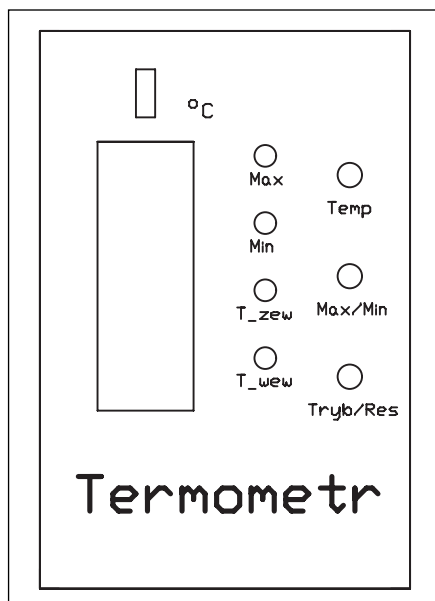
Rys. 5

jest płyta czołowa termometru. Można ją, po zabezpieczeniu folią samoprzylepną, nakleić na przód zastosowanej obudowy. Termometr do prawidłowej pracy wymaga jedynie rejestracji zastosowanych czujników.

## Obsługa termometru

Podczas pierwszego uruchomienia termometru należy wykasować pamięć EEPROM. Trzeba wtedy przytrzymać przycisk „Tryb/Res” i włączyć zasilanie. Na wyświetlaczach pojawią się dwie litery „b”. Po ponownym wyłączeniu i załączeniu termometru powinny na przemian migać litery „b”, co będzie świadczyć o wykasowaniu pamięci EEPROM. Termometr nie wymaga do prawidłowej pracy dwóch czujników. Będzie pracował poprawnie także z jednym czujnikiem, realizując dla niego przeznaczone funkcje. Jeżeli będzie wykorzystywany tylko jeden czujnik, to można zarejestrować go dla temperatury zewnętrznej lub wewnętrznej. Aby przejść do rejestracji czujników, należy przy odłączonych czujnikach nacisnąć dla temperatury zewnętrznej przycisk „Temp”. Po włączeniu zasilania zacznie migać dioda „T\_zew”, sygnalizując oczekiwanie na dołączenie czujnika, który będzie mierzył temperaturę zewnętrzną. Po dołączeniu czujnika zostanie on zarejestrowany, po czym termometr przejdzie w stan normalnej pracy, pokazując mierzoną temperaturę. Rejestracja drugiego czujnika mierzącego temperaturę wewnętrzną będzie przebiegać podobnie. Przy odłączonych czujnikach należy zamiast przycisku „TEMP” przytrzymać przycisk „Max/Min”. Po włączeniu zasilania zacznie migać dioda „T\_wew”, sygnalizując rejestrację termometru mierzącego temperaturę wewnętrzną. Podczas rejestracji nie można pomylić termometrów, zarejestrowanie tych samych układów DS1820 będzie skutkowało jednoczesnymi zmianami wskazań temperatury zewnętrznej oraz wewnętrznej. Podczas rejestracji powinien być dołączony tylko jeden czujnik. Aby wykasować zarejestrowane termometry, należy wykasować pamięć EEPROM, postępując tak jak napisano powyżej.

Po zarejestrowaniu czujników termometr jest gotowy do pracy. Przycisk „Temp” umożliwia zmianę wskazywanej temperatury z zewnętrznej na wewnętrzną i odwrotnie. Przycisk ten działa, tylko gdy zarejestrowane



Rys. 6

są dwa czujniki. Przycisk „Max/Min” umożliwia uzyskanie wskazań temperatury maksymalnej i minimalnej zarówno dla temperatury zewnętrznej, jak i wewnętrznej, którą można wybrać przyciskiem „Temp”. Wskazywaną temperaturę max lub min można wyzerować, naciskając przycisk „Tryb/Res”. Przy zerowaniu temperatury max lub min przypisywana jest aktualna temperatura z danego czujnika. Trzecie przyciśnięcie przycisku „Max/Min” powoduje powrót do wskazywania mierzonej temperatury. Obsługę termometru radykalnie upraszczają dodatkowe wskaźniki „Max”, „Min”, „T\_zew” oraz „T\_wew”. Powyżej opisany został ręczny tryb pracy termometru

Termometr posiada dodatkowo dwa tryby pracy automatycznej. Tryb pracy automatycznej można uruchomić tylko wtedy, gdy wskazywana jest temperatura aktualnie mierzona. Przejście w tryb automatycznej pracy dokonuje się przyciskiem „Tryb/Res”. Po pierwszym przyciśnięciu pojawia się napis „b1”, informujący o przejściu w „tryb 1”, w którym na przemian pokazywana jest temperatura z czujników. Ponowne naciśnięcie przycisku „Tryb/Res” wprowadza termometr w „tryb 2”, informując napisem „b2”. W tym trybie pokazywane są wszystkie temperatury rejestrowane przez termometr. Najpierw uka-

zywana jest aktualnie zmierzona temperatura, potem temperatura minimalna oraz maksymalna. Następnie ukazywane są temperatury z drugiego czujnika, a potem znowu z pierwszego. Ponowne naciśnięcie przycisku „Tryb/Res” powoduje przejście termometru w tryb pracy ręcznej, informując to napisem „b0”. Przy pracy automatycznej blokowane są przyciski „Temp” oraz „Max/Min”.

**Marcin Wiązania**

*marcin.wiazania@edw.com.pl*

## Wykaz elementów

### Sterownik

#### Rezystory

R12-R21 ..... 4,7kΩ

#### Kondensatory

C1,C2 ..... 33pF

C3 ..... 4,7μF/16V

C4,C5 ..... 100nF ceramiczne

C6 ..... 47μF/16V

C7 ..... 100μF/16V

#### Półprzewodniki

U3 ..... 89C4051

U4 ..... AT24C04

U5 ..... 7805

U6,U7 ..... DS1820

T1-T7 ..... BC558

X1 ..... Kwartc 11,059MHz

#### Inne

Z1,Z2 ..... gniazdo 1x7 na goldpin

Z5,Z6 ..... goldpin 1x3

Z8,Z9 ..... gniazdo 1x3 na goldpin

#### Wyświetlacz

#### Rezystory

R1-R11 ..... 68Ω

#### Półprzewodniki

U1,U2 ..... 74HC164

W1,W2 ..... wyświetlacz matrycowy

WC typu TC07-11GWA zielony

D1-D4 ..... LED 3mm zielona

D5,D6 ..... LED kwadratowa lub prostokątna

#### Inne

S1,S2,S3 ..... mikrostryk goldpin

wysokości 13mm

Z3,Z4 ..... goldpin 1x7

**Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2714**