



kit
2967
AVT

Prosty sterownik pieca C.O. – termometr różnicowy

Do czego to służy?

Współczesne sterowniki pieców centralnego ogrzewania są niejednokrotnie bardzo złożonymi urządzeniami, dostarczającymi wiele opcji sterowania oraz kontroli temperatury. Pozwalają na jednoczesne sterowanie kilkoma urządzeniami, jak pompa czy dmuchawa. Pozwalają również na pomiar temperatury w różnych punktach i w zależności od wyników pomiarów odpowiednio sterują dołączonymi urządzeniami i samym piecem.

Czasem jednak chcemy, aby sterownik porównywał dwie temperatury i w zależności od tego, czy jedna jest większa lub mniejsza od drugiej, załączał lub wyłączał urządzenie zewnętrzne, np. pompkę. Niestety nie każdy sterownik dostępny w handlu ma taką opcję, co wymusza na użytkownikach stosowanie dodatkowych urządzeń. Właśnie brak opcji termometru różnicowego w eksploatowanym sterowniku był powodem powstania niniejszego układu, który ma uzupełnić tę lukę w funkcjonalności posiadanego już urządzenia. Układ może być oczywiście wykorzystany jako samodzielny sterownik, służący do sterowania pracą jednego urządzenia zewnętrznego. Niniejszy sterownik – termometr różnicowy charakteryzuje się następującymi parametrami:

- pomiar temperatury w dwóch punktach,
- zakres mierzonych temperatur od -55 do $+125^{\circ}\text{C}$ z rozdzielczością $0,5^{\circ}\text{C}$,
- histereza ustawiona na stałe, równa 2°C ,
- regulowana temperatura załączenia i wyłączenia urządzenia zewnętrznego,
- możliwość ustawienia różnicy temperatur, jaka musi wystąpić, aby nastąpiło załączenie urządzenia

zewnętrznego,

- sterowanie jednym urządzeniem zewnętrznym,
- ustawianie parametrów pracy za pomocą pięcioprzyciskowej klawiatury,
- zobrazowanie wyniku pomiarów temperatury na wyświetlaczu LCD.

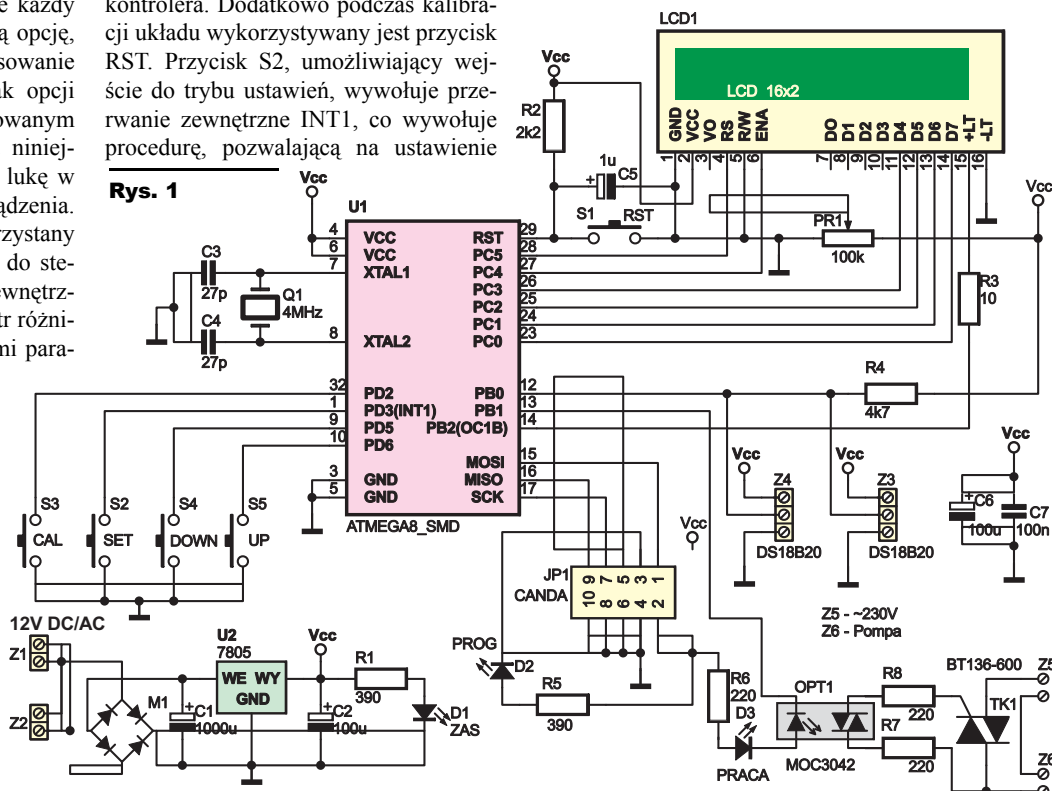
Jak to działa?

Schemat ideowy sterownika przedstawiony jest na **rysunku 1**. Sercem jest mikrokontroler ATmega8, pracujący z zewnętrznym kwarcem 4MHz. Klawiatura, służąca do ustawiania parametrów sterownika, złożona jest z czterech przycisków, podłączonych do portu D mikrokontrolera. Dodatkowo podczas kalibracji układu wykorzystywany jest przycisk RST. Przycisk S2, umożliwiający wejście do trybu ustawień, wywołuje przerwanie zewnętrzne INT1, co wywołuje procedurę, pozwalającą na ustawienie

temperatury załączenia i wyłączenia oraz różnicy temperatur. Do portu C dołączony został alfanumeryczny wyświetlacz 2x16 znaków (HD44780). Potencjometr PR1 służy do regulacji kontrastu wyświetlacza. Do podświetlenia wyświetlacza wykorzystano sprzętowy układ PWM, oparty na liczniku T1 mikrokontrolera. Układ PWM został skonfigurowany jako 8-bitowy, bez preskalera. Sygnał PWM dostępny jest na linii OC1B.

Do pomiaru temperatury wykorzystane zostały dwa czujniki DS18B20, komunikujące się z mikrokontrolerem poprzez magistralę 1-wire, podłączone do jednej linii PB0 mikrokontrolera. W celu uproszczenia sterowania

Rys. 1



czujniki pracują w konfiguracji z zasilaniem zewnętrznym.

Jako układ wykonawczy, wykorzystany został triak TK1. Aby mógł on prawidłowo pracować, używany jest optotriak OPT1, z obwodem wykrywania zera sieci. Optotriak zapewnia galwaniczną izolację układu od wysokiego napięcia sieciowego. Dioda D3 sygnalizuje załączenie sterowanego urządzenia.

Programowanie mikrokontrolera odbywa się poprzez 10-pinowe złącze JP1 standardu CANADA. Dioda D2 sygnalizuje tylko przebieg procesu programowania i można jej nie montować. W takim przypadku można również zrezygnować z montażu rezystora R5, ograniczającego prąd diody.

Układ może być zasilany zarówno napięciem stałym 9–12V jak i napięciem zmiennym 12–15V z małego transformatora, np. TEZ2.0/D.

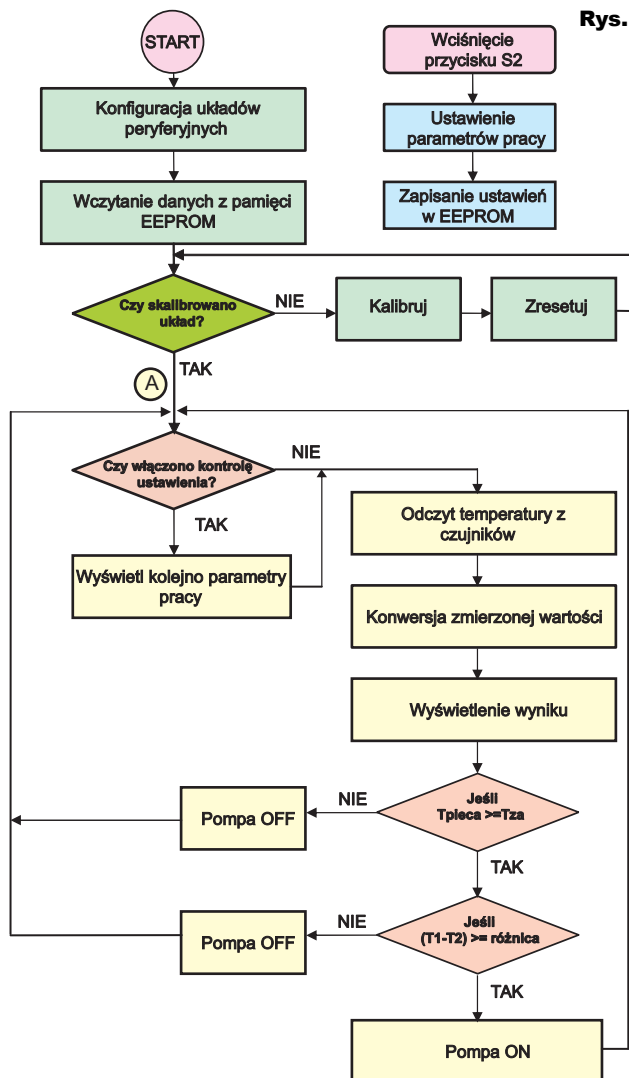
Program sterujący

Program sterujący napisany został w środowisku Bascom AVR i można go ściągnąć z Elportalu. **Rysunek 2** pokazuje algorytm działania programu. Po wystartowaniu programu następuje konfiguracja układów peryferyjnych mikroprocesora, takich jak sprzętowy PWM, linia 1-wire, sterowanie wyświetla-

czem czy klawiaturą. Po dokonaniu konfiguracji, następuje pobranie niezbędnych danych z nieulotnej pamięci EEPROM. Danymi tymi są nastawy temperatur załączenia i wyłączenia oraz różnica temperatur, po przekroczeniu której możliwe będzie załączenie urządzenia zewnętrznego. Następnie program sprawdza, czy układ został skalibrowany, czyli czy zostały wykryte czujniki DS18B20, i czy ich liczba jest właściwa. Jeżeli układ jeszcze nie został skalibrowany, wyświetla się stosowny komunikat. Należy wtedy dokonać procedury kalibracyjnej, a następnie zresetować układ. Jeżeli układ został skalibrowany, sprawdzane jest naciśnięcie przycisku kontroli ustawień parametrów pracy sterownika. Jeżeli włączono przycisk kontroli ustawień (S3), wówczas następuje wyświetlenie kolejno parametrów pracy sterownika. Po wyświetleniu wszystkich parametrów program wychodzi z pętli i następuje odczyt, konwersja oraz wyświetlenie aktualnej temperatury z obu czujników. Jeżeli przycisk S3 nie został wciśnięty, wtedy pomijane jest sprawdzenie i od razu wyświetlane są zmierzone wartości temperatur.

Kolejną czynnością, jaką wykonuje program jest sprawdzenie warunków załączenia i wyłączenia urządzenia zewnętrznego. W pierwszej

Rys. 2



kolejności sprawdzany jest warunek $T_{pieca} \geq T_{za}$, gdzie T_{pieca} to temperatura zmierzona, a T_{za} to temperatura ustawiona. Jest to podstawowy warunek pracy sterownika, a jego niespełnienie skutkuje wyłączeniem sterowanego urządzenia i powrót do punktu „A”. Jeżeli warunek jest spełniony, następuje kontrola drugiego warunku $T1 - T2 \geq \text{różnica}$, gdzie $T1, T2$ to temperatury zmierzone przez czujniki (odpowiednio T_{pieca} , $T_{zbiornika}$). Podobnie tutaj niespełnienie warunku skutkuje wyłączeniem sterowanego urządzenia oraz skok do punktu „A”. Jeśli drugi warunek został spełniony, czyli różnica zmierzonych temperatur jest większa od zadanej, następuje załączenie urządzenia, a następnie

skok do punktu „A”, po czym cały proces rozpoczyna się od początku.

Cała klawiatura przeglądana jest sekwencyjnie, za wyjątkiem przycisku S2, uruchamiającego procedurę ustawień. Wciśnięcie tego przycisku powoduje wywołanie przerwania zewnętrznego INT1 i przejścia do obsługi stosownej procedury. Następuje tutaj ustawienie temperatury załączenia i wyłączenia oraz ustawiana jest wartość parametru *różnica*, wykorzystywanego w drugim warunku załączenia urządzenia zewnętrznego. Następną czynnością jest zapisanie ustawień w pamięci EEPROM, po czym następuje wyjście z procedury obsługi przerwania.

Montaż i uruchomienie

Sterownik został zbudowany na dwustronnej płytce o wymiarach 110x70mm – **rysunek 3**. Kolejność montowanych elementów nie jest szczególnie istotna, warto jednak najpierw wlutować elementy SMD, a dopiero później elementy większe. Nie ma konieczności montowania radiatora na stabilizatorze +5V. W modelu, przy pełnym podświetleniu wyświetlacza, pobierany prąd nie przekroczył 43mA. Niewielki radiator można natomiast zastosować dla triaka, chociaż i w tym przypadku jest to raczej profilaktyka niż konieczność. W modelowym urządzeniu zastosowany został wyświetlacz pobierający, przy pełnym podświetleniu, prąd o wartości 20mA. Pobór prądu można ograniczyć poprzez zmniejszenie jasności podświetlenia wyświetlacza (programowo) oraz nie montując diody LED sygnalizującej obecność napięcia zasilania.

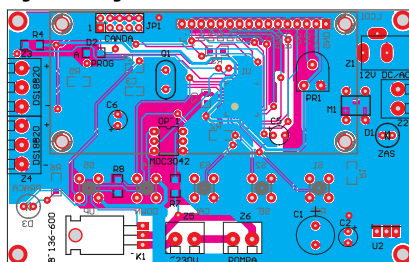
Sposób montażu wyświetlacza uzależniony jest od wysokości zastosowanych przycisków. Jeżeli wyświetlacz będzie zamontowany z wykorzystaniem listwy goldpinów, konieczne będzie zastosowanie mikroprzycisków o wysokości przynajmniej 17,5mm. Jeżeli będą to przyciski niższe, np. wyposażone w kolorowe oprawki, konieczne będzie zamocowanie z wykorzystaniem nakrętek M3 jako podkładek dystansowych i połączenie wyświetlacza z płytką przewodami.

Poprawnie zmontowany układ, ze sprawnych elementów, działa natychmiast po wczytaniu programu sterującego. Jediną czynnością jaką należy wykonać, to ustawienie kontrastu wyświetlacza za pomocą potencjometru PR1.

Obsługa sterownika

Po podłączeniu czujników DS18B20 i podaniu zasilania, stosowny komunikat, widoczny na wyświetlaczu (**rysunek 4**), przypomina o kalibracji, a właściwie o zarejestrowaniu czujników temperatury i zapisania ich numerów do pamięci EEPROM mikrokontrolera. Jest ona wykonywana tylko jeden raz. Chyba, że zostanie wymieniony któryś z czujników. Aby

Rys. 3. Płytkę w skali 50%



dokonać kalibracji, należy wcisnąć przycisk CAL (S3), a następnie, nie zwalniając go, wykonać reset układu przyciskiem RST (S1). Przycisk CAL należy przytrzymać tak długo, aż pojawi się na wyświetlaczu komunikat o wykryciu czujników (rysunek 5). Wtedy można puścić przycisk, a chwilę później pojawi się kolejny, przewijany, komunikat informujący o zakończeniu kalibracji i proszący o zresetowanie układu. Jeżeli podczas kalibracji liczba czujników będzie różna od dwóch, wówczas zostanie wyświetlony komunikat o niezgodnej liczbie czujników (rysunek 6) i nie będzie można przejść do normalnej pracy urządzenia. Jedyna czynność, jaką będzie można w takiej sytuacji wykonać, to ustawienie parametrów pracy sterownika.

Po pomyślnie przeprowadzonej kalibracji i ponownym resetie układ wchodzi do trybu pomiaru temperatury. Na wyświetlaczu widoczne są dwie wartości: **Tpieca** oraz **Tzbior** (rysunek 7), reprezentujące temperatury zmierzone przez każdy z czujników. Kolejną czynnością, jaką należy wykonać, jest ustawienie parametrów pracy sterownika. Wejście do trybu ustawień umożliwia przycisk SET (S2). W trybie tym możliwe jest ustawienie temperatury załączenia, temperatury wyłączenia oraz parametru różnica. Pierwszy parametr określa minimalną temperaturę, jaka musi wystąpić na piecu, aby załączyć pompę lub dmuchawę. Drugi parametr określa temperaturę, po przekroczeniu której pompa zostanie wyłączona.

O ile pierwsze dwa parametry są raczej oczywiste, to parametr różnica może się wydać nieco mało zrozumiały. Jest to parametr, będący elementem dodatkowego warunku załączenia pompy. Jeżeli wartość parametru różnica zostanie ustawiona na 0, wówczas nie będzie on miał wpływu na działanie warunku pierwszego. Oznacza to, że pompa zostanie zawsze załączona po osiągnięciu ustawionej temperatury załączenia, a wyłączona po osiągnięciu temperatury wyłączenia. Jeżeli natomiast wartość parametru różnica będzie różna od 0, to załączenie pompy wystąpi tylko w sytuacji, gdy różnica temperatury pieca i zbiornika bę-



leżno ustawionych parametrów. Przyjście do wyświetlenia kolejnego parametru i powrót do trybu normalnej pracy odbywa się automatycznie i nie ma potrzeby ponownego wciskania przycisku.

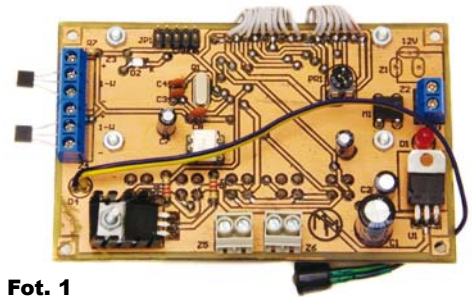
Jeżeli przez pomyłkę zostanie wciśnięty klawisz uruchamiający procedurę wprowadzania ustawień, należy wykonać reset układu. Dzięki temu nie zostaną utracone wprowadzone wcześniej ustawienia, gdyż zapisanie zmian odbywa się dopiero w chwili zakończenia procesu wprowadzania danych.

Pozostaje jeszcze do omówienia kwestia montażu czujników temperatury. W zależności od tego, gdzie czujniki będą stosowane, można je w różny sposób zamontować. Najprostszą metodą jest umocowanie czujnika na powierzchni rury, najlepiej jak najbliższej wyjścia z pieca, co prezentuje fotografia 2. Czujnik można po prostu przy mocować za pomocą taśmy izolacyjnej, jednak w takim przypadku

dzie przynajmniej równa ustawionej wartości. Oczywiście warunek pierwszy musi zostać spełniony.

Aby przejść przez ustawienia kolejnych parametrów, należy użyć klawisza S3, tego samego, który był wykorzystany w procesie kalibracji. Po wprowadzeniu wartości różnicy, należy również nacisnąć klawisz S3, co spowoduje wyjście z trybu ustawień i powrót do normalnego trybu pracy. Wprowadzenie wartości parametrów odbywa się za pomocą przycisków UP (S5) i DOWN (S4). Rysunki 8-11 przedstawiają komunikaty podczas ustawiania kolejnych parametrów.

W celu sprawdzenia, jakie zostały ustawione parametry pracy sterownika, należy wcisnąć i chwilę przytrzymać przycisk S3, co spowoduje wyświetlenie kopii ustawionych parametrów.



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3

że zmierzona temperatura będzie nieco niższa niż temperatura wody w ruchu. Innym sposobem montażu czujnika jest umieszczenie go w kawałku metalowej rurki, zaślepionej na jednym końcu jak na fotografii 3. Rurkę taką można odzyskać z uszkodzonej sondy lub wykonać np. z cienkiej rurki miedzianej. Rurkę taką z jednej strony należy zalutować, a z drugiej zagnieść ciasno na przewodzie. Najlepiej zastosować przewód o przekroju okrągłym, co znacznie ułatwi wykonanie szczelnej sondy pomiarowej. Do wnętrza rurki dobrze jest dodać termoprzewodzącą pastę silikonową, jakiej używamy, montując elementy na radiatorach, co doskonale poprawi dokładność pomiarów.

Mirosław Malik
miro13@poczta.onet.pl

Wykaz elementów

Rezystory

R1,R5	390Ω (SMD)
R2	2,2kΩ (SMD)
R3	10Ω (SMD)
R4	4,7kΩ
R6,R7,R8	220Ω (SMD)
PR1	100kΩ (podkółka, PR leżący)

Kondensatory

C1	1000μF
C2,C6	100μF
C3,C4	27pF
C5	1μF
C7	100nF ceramiczny

Półprzewodniki

D1	LED zielona
----	-------------

D2	LED żółta (SMD)
D3	LED żółta
OPT1	MOC3042 lub podobny
TK1	BT136-600
U1	ATmega8 (SMD)
U2	7805

Pozostałe

Q1	rezonator kwarcowy 4MHz
S1-S5	mikroswitch zgodnie z opisem
Z1,Z5,Z6	złącze ARK2
Z4,Z3	złącze ARK3
Z2	złącze zasilające BNC
M1	mostek prostowniczy 1A DB104
Wyświetlacz LCD 16x2 ze sterownikami HD44780	
Listwa goldpinów dwurzędowa 5x2	

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2967.