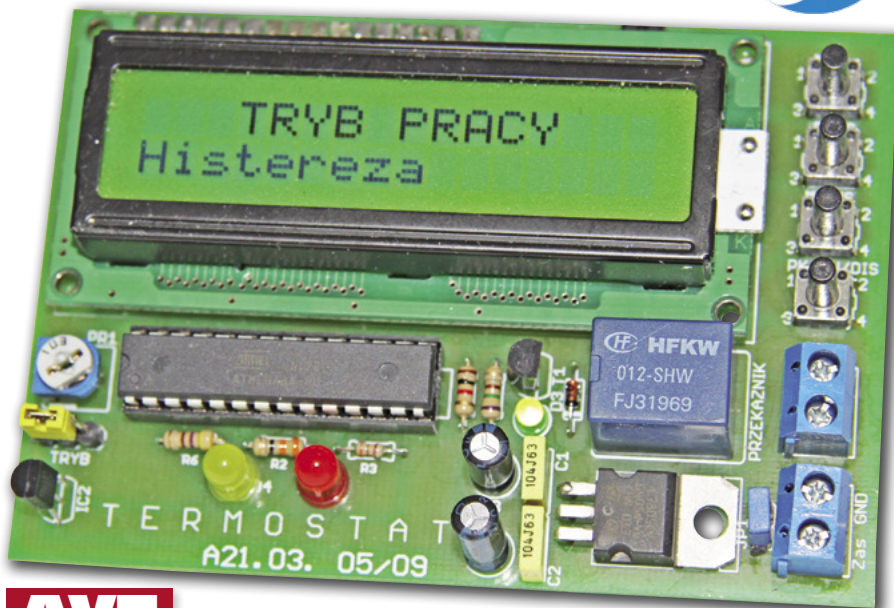


Termostat



Projekt termostatu jest przykładem zastosowania mikrokontrolerów w codziennym życiu. Jego preferowanym zastosowaniem jest utrzymywanie temperatury w pewnym, ustalonym zakresie. Jest przystosowany do włączania urządzeń grzewczych pracujących w temperaturze powyżej 0°C. Można go również przystosować do sterowania urządzeniami chłodniczymi, ale wymaga to wykonania zmian w oprogramowaniu.

Rekomendacje: brak rekomendacji!



**AVT
5354**

Schemat ideowy termostatu przedstawia **rysunek 1**. Operacje wykonywane przez urządzenie kontroluje mikrokontroler ATmega8. Jest on taktowany sygnałem z wewnętrznego oscylatora RC o częstotliwości 8 MHz. Układ jest zasilany napięciem 12 V DC. Napięcie to jest wewnętrznie obniżane i stabilizowane przez układ IC3 (LM7805). Termostat ma zwórkę JP1, która po rozwarciu wyłącza urządzenie.

Za warstwę komunikacji między urządzeniem a użytkownikiem odpowiada moduł wyświetlacza LCD 2 linie x 16 znaków ze sterownikiem HD44780. Głównym elementem układu jest scalony czujnik temperatury DS18B20 podłączony w trybie normalnym. Zastosowany czujnik komunikuje się z mikrokontrolerem za pomocą interfejsu 1-Wire. Rolę układu wykonawczego pełni przełącznik, który może sterować zasilaniem dołączonego obciążenia. Ponadto, na płytce umieszczono kilka diod sygnalizujących stany pracy oraz cztery przyciski do sterowania termostatem.

Zasada działania

Działanie termostatu jest nieskomplikowane. Menu użytkownika pozwala na ustawienie dwóch temperatur granicznych – dolnej oraz górnej. Gdy temperatura zmierzona za pomocą sensora DS18B20 jest mniejsza lub równa ustalonej temperaturze dolnej, wtedy włączany jest przełącznik. Natomiast gdy temperatura zmierzona osiągnie wartość równą lub większą od ustalonej temperatury górnej, wtedy przełącznik jest wyłączany.

Tryby pracy

Urządzenie ma tryby pracy, które możemy wybierać ustawiając odpowiednio zworki na złączu TRYB (piny 1-2: tryb histereza; piny 2-3: tryb niestandardowy) – **rysunek 2**. Po włączeniu urządzenia jesteśmy poinformowani o tym, jaki tryb jest ustawiony. Różnią się jedynie sposobem ustalania temperatury włączania i wyłączania przełącznika. Wprowadziłem je po to, aby każdy mógł dopasować sposób pracy termostatu do swoich potrzeb.

Tryb pracy „Niestandardowy”. W tym trybie temperatura górna oraz temperatura dolna są ustawiane niezależnie. Ograniczenia wynikają z zastosowanego czujnika. Czujnik ma zakres pracy od -50°C do 125°C i poza tymi granicami ustawianie temperatury zostało zablokowane. Osiągnięcie tych granic jest sygnalizowane na wyświetlaczu LCD. Kolejne, logiczne ograniczenie wynika ze sposobu działania urządzenia: ustawiona temperatura dolna nie może być większa od temperatury górnej. W przypadku, gdy ustawiając temperaturę dolną dojdziemy do wartości temperatury górnej, zostaniemy poinformowani o tym napisem GORNA oraz zostanie zablokowana możliwość dalszego zwiększania temperatury dolnej. W tym trybie pracy domyślne temperatury graniczne zostały ustawione na 25°C oraz 30°C.

Tryb pracy „Histereza”. Jest to tryb, za pomocą którego możemy ustawić symetrycznie granice załączania i wyłączania przełącznika w odniesieniu do ustalonej temperatury. Polega to na tym, że najpierw ustalamy temperaturę odniesienia (domyślnie 25°C), a następnie szerokość pętli histerezy (domyślnie 1°C).

W ofercie AVT *

AVT-5354 A
AVT-5354 B
AVT-5354 UK

Wykaz elementów:

Rezystory

R1, R2, R6: 30 Ω
R3: 3,3 kΩ
R7: 1 kΩ
R8: 750 Ω
PR1: potencjometr 10 kΩ

Kondensatory

C1, C2: 100 nF
C3, C4: 100 μF/25 V

Półprzewodniki

D3: 1N4148D035-7
D4, LED_PK_ON: SFH482 (dioda LED, zielona)
LED_PK_EN/DIS: SFH482 (dioda LED, czerwona)
T1: BC547

IC1: ATmega8

IC2: DS18B20

IC3: LM7805

Inne

DIS1: moduł wyświetlacza LCD 2 linie x 16 znaków
JP1: goldpin 2-wypr.+zworka
MENU, MINUS, PLUS, PK_EN/DIS Tact Switch
PRZEKAZNIK: CQ1-12V
TRYB: goldpin 3-wypr.+zworka
SUP, RELAY: złącze ARK2

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 15505, pass: 27mdt418

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
AVT-5305 Dobowy, grzejnikowy regulator temperatury (EP 9/2011)

AVT-5178 Termostat dwustrefowy z interfejsem RS485 (EP 3/2009)

AVT-5152 Termostat dobowy (EP 10/2008)

* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach: Zestaw AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tyko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlutowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie posiada obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf oprogramowanie (nie często spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć klikając w link umieszczony w opisie kitu)
AVT xxxx CD

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja posiada załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C) <http://sklep.avt.pl>

Domyslnie temperatura dolna oraz g6rna s1a ustawiane programowo. Temperatura dolna jest r6wna temperaturze odniesienia pomniejszonej o wartořć histerezy (w tym przykldzie 24°C), natomiast temperatura g6rna jest r6wna temperaturze odniesienia powi6kszonej o wartořć histerezy, (26°C). W tym trybie jedynym ograniczeniem jest zakres pracy czujnika, a osi1gnięcie wartości granicznych jest sygnalizowane komunikatem na wyřwietlaczu.

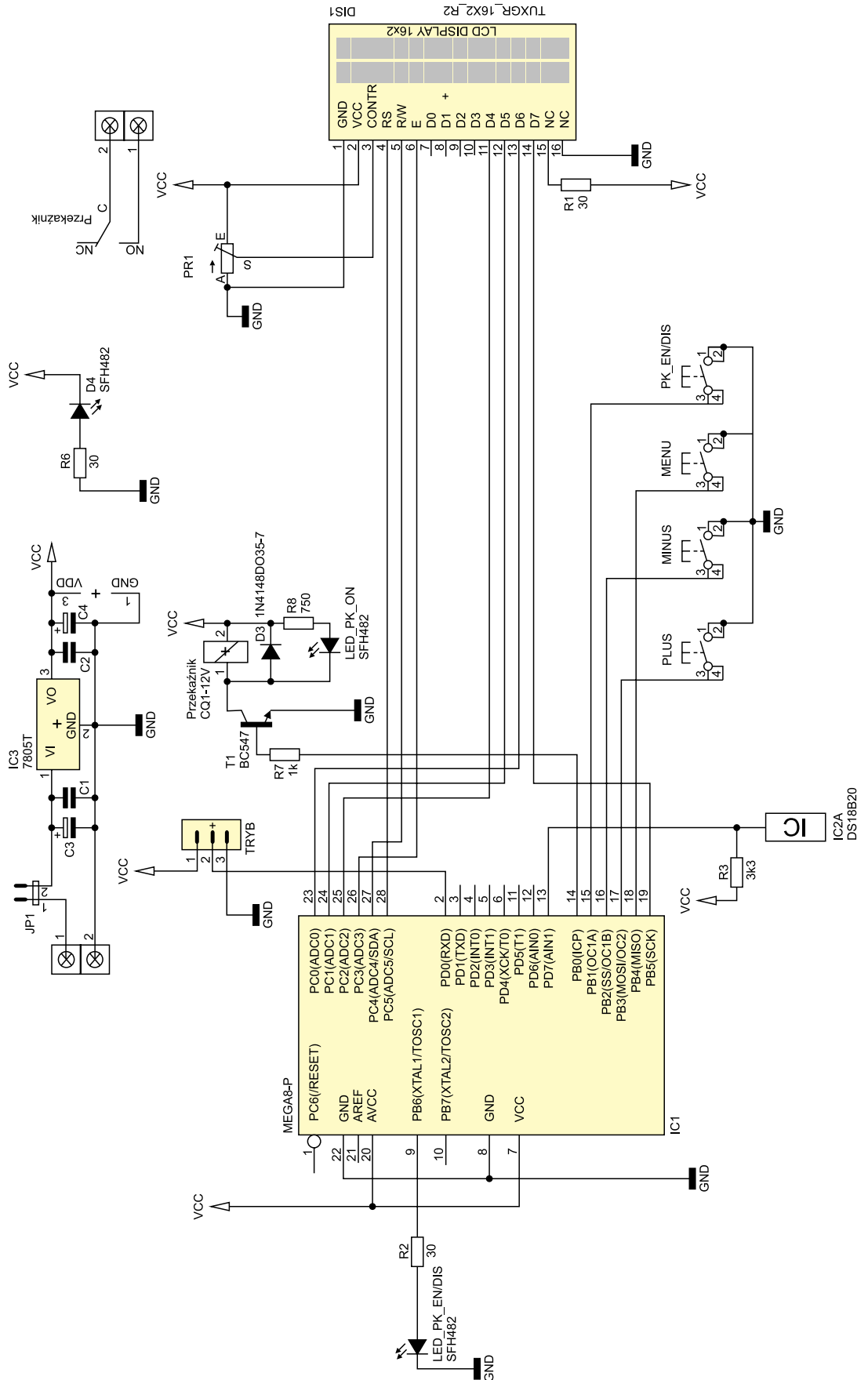
Uruchomienie

Po w14czeniu uk1adu, na LCD pojawia się informacja o wybranym trybie pracy, a następnie jest wyřwietlana aktualnie zmierzona temperatura. Zařwiecenie się diody oznaczonej na schemacie jako LED_PK_EN/DIS oznacza, że przekaźnik jest w stanie wstrzymania. Stan wstrzymania przekaźnika jest aktywny po kaźdym w14czeniu uk1adu. Zapobiega to niespodziewanemu w14czeniu przekaźnika. Dzięki tej opcji użytkownik w14czaj1acy uk1ad ma pewnořć, że przekaźnik samoistnie nie w14czy się. Użytkownik ma czas na ustawienie zakres6w pracy przekaźnika, czyli temperatury dolnej i g6rnej. Aby przejřć ze stanu wstrzymania do trybu aktywnego, naleźy nacisn14ć przycisk PK_STOP. Jeźeli w dalszej częřci dzia1ania termostatu, w którymkolwiek momencie wciřnienie przycisku ponownie, spowoduje to bezwarunkowe wy14czenie przekaźnika. Stan wstrzymania zawsze jest sygnalizowany zařwieceniem się diody LED_PK_STOP. W14cz14ć lub wy14cz14ć go możemy uźywaj14ć przycisku PK_STOP.

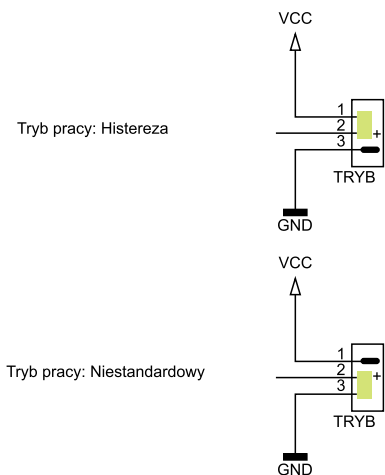
W celu zmiany temperatury dolnej lub g6rnej wciskamy przycisk MENU. Przycisk ten dzia1a w pętl i po kaźdym naciřnieniu przechodzimy do innego menu, zaleźnego od trybu pracy. Dla trybu

„Niestandardowy” pozycje menu to kolejno: Aktualna temperatura -> Temperatura dolna -> Temperatura g6rna. Natomiast dla trybu „Histereza” pozycje menu wygl1adaj14 następuj14co: Aktualna Temperatura -> Temperatura od-

niesienia -> Histereza. Przy ustawianiu temperatur intuicyjne s14 klawisze PLUS oraz MINUS, które zostały umieszczone na płytce zgodnie z oznaczeniem na LCD: koniec pierwszej linii - znak plusa, koniec drugiej linii - znak minusa.



Rysunek 1. Schemat ideowy termostatu



Rysunek 2. Przełączanie trybów pracy

Powodują one zmniejszenie lub zwiększenie aktualnej wartości temperatury. Zmiana następuje krokowo co 1°C.

W urządzeniu wprowadzono także zabezpieczenie polegające na wykrywaniu czujnika temperatury na magistrali. Jeżeli czujnik zostanie wykryty, wykonywany jest program. W przypadku braku czujnika na magistrali, wyłączany jest przełącznik a na wyświetlaczu pojawia się komunikat informujący o wykrytym braku.

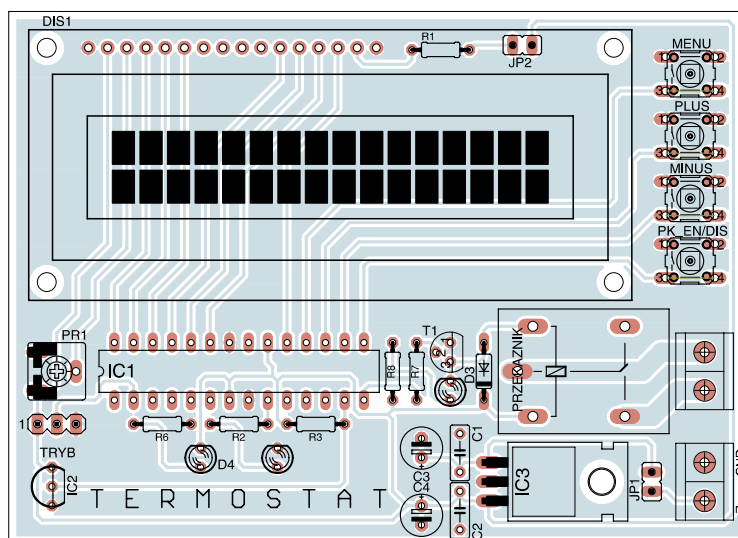
Oprogramowanie

Program sterujący pracą termostatu został napisany w języku C. Po kompilacji zajmuje stosunkowo mało miejsca w pamięci programu mikrokontrolera, niecałe 5 kB. Do napisania programu użyto bibliotek obsługi:

- wyświetlacza LCD ze sterownikiem HD44780,
- scalonego czujnika temperatury DS18B20,
- interfejsu 1Wire.

Definicje podłączenia elementów pod odpowiednie piny i porty kontrolera znajdują się w kilku plikach. Interfejs 1Wire możemy skonfigurować w pliku onewire.h. Sposób dołączenia wyświetlacza LCD konfigurujemy w pliku lcd44780.h. Pozostałe elementy takie jak diody, przyciski, przełącznik są skonfigurowane w pliku main.c.

Program w nieskończonej pętli dokonuje pomiarów temperatury oraz wyświetla ją na ekranie LCD. Funkcje odpowiedzialne za pomiar pokazano na **listingu 1**. Funkcja DS18X20_start_meas() wysyła do czujnika polecenie wykonania pomiaru. Druga funkcja DS18X20_read_meas() odczytuje wynik pomiaru z czujnika. Zmienna subzero przechowuje informację o tym czy zmierzona temperatura jest dodatnia czy ujemna. W zmiennej cel przechowywana jest całkowita część temperatury a w zmiennej cel_fract_bits ułamkowa część. W końcowym etapie czyszczony jest wyświetlacz LCD oraz za pomocą wcześniej zdefiniowanej funkcji displayTemp(), wyświetlana jest aktualnie zmierzona temperatura.



Rysunek 3. Schemat montażowy termostatu

Listing 1. Główna pętla programu

```
while (1)
{
  DS18X20_start_meas(DS18X20_POWER_EXTERN, NULL);
  delay_ms(30);
  DS18X20_read_meas(gSensorIDs[0], &subzero, &cel, &cel_fract_bits);
  delay_ms(30);
  lcd_cls();
  lcd_locate(0,0);
  lcd_str_P( PSTR("Temperatura: ") );
  displayTemp();
}
```

Obsługę stanu wstrzymania zamieszczono na **listingu 2**. Program sprawdza czy wciśnięty jest klawisz PK_STOP. Jeśli tak to program przełącza flagę stan_przekaznika między stanami ENABLE i DISABLE oraz odpowiednio włącza lub wyłącza diodę stanu wstrzymania.

Listing 3 zawiera procedurę włączania i wyłączania przełącznika. Procedura ta uwzględnia także stan wstrzymania. Odbyna się to w prosty sposób. Otóż po podjęciu decyzji, że zmierzona temperatura jest niższa od temperatury dolnej i należy włączyć przełącznik, sprawdzana jest flaga stan_przekaznika. Jeśli flaga jest ustawiona w stan DISABLE, oznacza to, że przełącznik jest wstrzymany i nie zostanie on włączony dopóki flaga nie zmieni stanu na ENABLE.

Przykładowa obsługa przycisków zwiększania i zmniejszania wartości temperatury

Listing 2. Obsługa stanu wstrzymania

```
if (ButtonDown (PRZEKAZNIK_STOP))
{
  _delay_ms(80);
  if (stan_przekaznika == ENABLE)
  {
    stan_przekaznika = DISABLE;
    LED_PRZEKAZNIK_STOP_ON;
    PRZEKAZNIK_OFF;
  }
  else if (stan_przekaznika == DISABLE)
  {
    stan_przekaznika = ENABLE;
    LED_PRZEKAZNIK_STOP_OFF;
  }
}
```

tonDown() sprawdza, czy któryś z przycisków jest wciśnięty PLUS lub MINUS. Jeśli tak, to po sprawdzeniu warunków granicznych pracy czujnika odpowiednio zmniejsza lub zwiększa wartość temperatury odniesienia.

Tomasz Piechowicz
tomaszpiechowicz1@gmail.com

Listing 3. Sterowanie przełącznikiem

```
if ((cel < temperatura_dolna) || ((cel <= temperatura_dolna) && (cel_fract_bits == 0)))
{
  if (stan_przekaznika == ENABLE) PRZEKAZNIK_ON;
  else PRZEKAZNIK_OFF;
}
else if ((cel >= temperatura_gorna)) PRZEKAZNIK_OFF;
```

przedstawiona na **listingu 4**. Zmiana wartości temperatury odniesienia w trybie pracy „Histereza”. Zarówno przy zmniejszaniu jak i zwiększaniu wartości temperatury odniesienia sytuacja wygląda podobnie. Funkcja But-

Listing 4. Obsługa przycisków zmiany temperatury

```
if (ButtonDown (PLUS))
{
  _delay_ms(80);
  if ((t_odniesienia + histereza < 125) && (t_odniesienia - histereza > -50)) t_odniesienia++;
}
if (ButtonDown (MINUS))
{
  _delay_ms(80);
  if ((t_odniesienia + histereza < 125) && (t_odniesienia - histereza > -50)) t_odniesienia--;
}
```