

# Cyfrowy termostat

**AVT  
5441**

W niektórych miejscach zachodzi potrzeba utrzymania temperatury na żądanym poziomie.

Analogowe lub mechaniczne regulatory są dla wielu zastosowań zbyt mało dokładne, ponadto ich funkcjonalność jest ograniczona. Prezentowany układ pozwala w prosty sposób ominąć te niedogodności, przy okazji na bieżąco podając aktualną temperaturę. Może sterować grzałką lub chłodziarką. Zakres regulacji od  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $+125^{\circ}\text{C}$ .

**Rekomendacje:** termostat przyda się do regulowania temperatury w pomieszczeniu, akwarium, szklarni itp.

Schemat ideowy termostatu jest przedstawiony na rysunku 1. Jego głównym elementem jest mikrokontroler ATtiny44 firmy Atmel, oznaczony symbolem US2. Steruje on wyświetlaczem LCD  $1 \times 16$  znaków (LCD1) wyposażonym w sterownik kompatybilny z HD44780. Komunikacja z nim odbywa się w trybie 4-bitowym. Potencjometrem P1 jest regulowany kontrast wyświetlanych znaków. Rezystor R7 ogranicza prąd płynący przez diody podświet-

## Wykaz elementów

### Rezystory: (0,25 W)

R1...R6: 3,3 k $\Omega$

R7: 47  $\Omega$

P1: 10 k $\Omega$  (pot. montażowy, leżący)

### Kondensatory:

C1: 220  $\mu\text{F}/35\text{V}$

C2...C4: 100 nF

C5: 100  $\mu\text{F}/16\text{V}$

### Półprzewodniki:

D1: 1N4148

T1: BC546

US1: LM7805 (TO-220)

US2: ATtiny44 (DIP14)

US3: DS18B20 (TO-92)

### Inne:

J1, J2: złącze ARK 2,5 mm

J3: goldpin męski, 3-pinowy

J4: goldpin męski, 5-pinowy+żeński (opis w tekście)

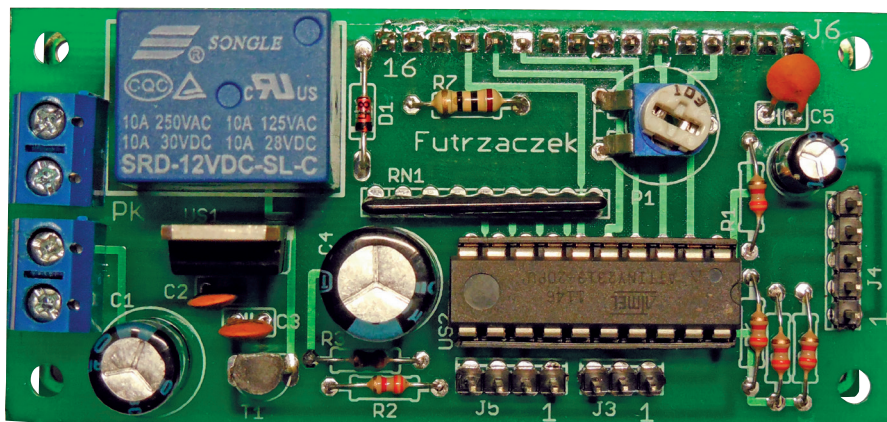
PK1: przekaźnik 12 V (opis w tekście) np. JQC-3FG

Trzy przyciski impulsowe, dowolnego typu

Podstawka DIP14

Goldpin męski + żeński 16 pin

Wyświetlacz LCD  $1 \times 16$ , zgodny z HD44780 (opis w tekście)



lające. Wyświetlacz wskazuje na bieżąco temperaturę mierzonego punktu, sygnalizuje włączenie/wyłączenie przekaźnika oraz umożliwia ustawienie parametrów pracy. Nieużywane linie danych zwarto z masą.

Do złącza J3 przyłącza się układ US3, dobrze znany DS18B20. Dokonuje on pomiaru temperatury, konwertuje na postać cyfrową, a następnie – za pomocą magistrali 1-Wire – wysyła do mikrokontrolera. W przedstawionej sytuacji, czujnik ma na stałe doprowadzone zasilanie  $+5\text{V}$ . Powoduje to, iż czas niezbędny na konwersję temperatury jest krótszy niż przy zasilaniu pasożytniczym z linii danych. Rezystor R3, podciągający linię danych do dodatniego bieguna zasilania, jest niezbędny dla prawidłowej pracy interfejsu.

Zasilanie prowadzone do sterowanego obciążenia, czyli układu grzewczego lub chłodzącego, powinno być włączone szeregowo ze złączem J2, czyli stykami przekaźnika PK1. Procesor steruje nim za pomocą tranzystora T1, w którego kolektor jest włączona cewka. Rezystor R2 ogranicza prąd płynący przez bazę, dioda D1 zabezpiecza tranzystor przed uszkodzeniem.

Na złącze J4 wyprowadzonych zostało pięć pinów mikrokontrolera, które są niezbędne, by móc go programować w układzie (ISP – *In System Programming*). Rezystory: R2 oraz R4...R6 ustalają stan tych wyprowadzeń na poziomie logicznej „1”, co zapobiega gromadzeniu się na nich ładunków elektrostatycznych i błędnemu działaniu układu. Do tego samego złącza dołącza się miniaturową, trójprzyciskową klawiaturę, która umożliwia skonfigurowanie parametrów pracy termostatu. Jej schemat pokazano na rysunku 2.

## W ofercie AVT\*

AVT-5441 A AVT-5441 B  
AVT-5441 UK

### Podstawowe informacje:

- Płytkę drukowaną o wymiarach 83 mm  $\times$  39 mm.
- Zasilanie 12 V DC/0,1 A (niestabilizowane).
- Wyświetlacz LCD  $1 \times 16$  znaków.
- Zakres regulowania temperatury od  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $+125^{\circ}\text{C}$ .
- Obciążalność styków do 2 A (większa wymaga pogrubienia ścieżek).

### Dodatkowe materiały na FTP:

[ftp://ep.com.pl](http://ftp://ep.com.pl), user: 74373, pass: 30pmy528

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

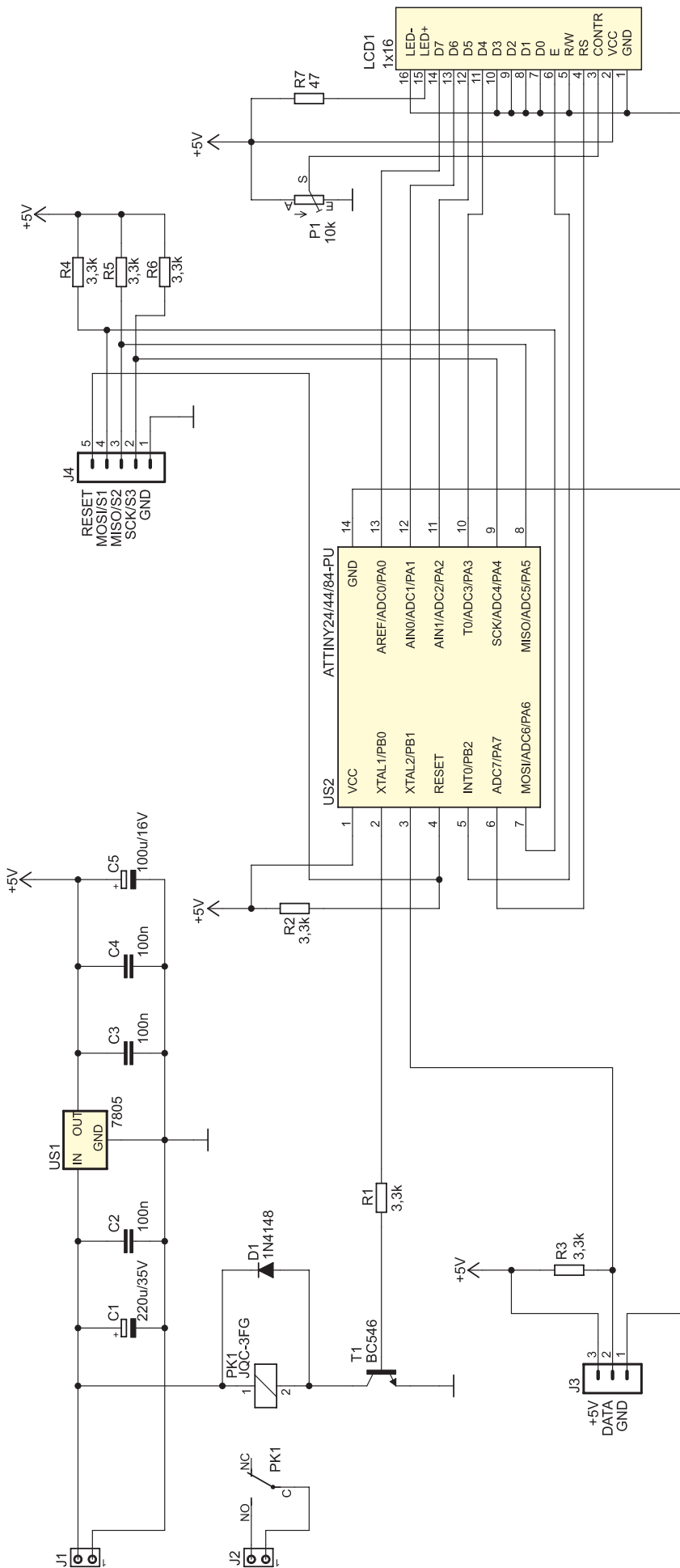
### Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-1742	Rozbudowany termostat (EP 6/2013)
AVT-5363	Termostat z regulowaną pętlą histerezy (EP 9/2012)
AVT-1699	Regulator temperatury (EP 8/2012)
AVT-5354	Termostat (EP 7/2012)
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)
AVT-5113	Mikroprocesorowy regulator temperatury PID z interfejsem MODBUS (EP 10-12/2007)
AVT-950	Termostat elektroniczny (EP 9/2006)
AVT-1428	Regulator temperatury (EP 8/2006)
AVT-557	Zdalnie sterowany (DTMF) termostat (EP 12/03-1/2004)
AVT-5094	Bezprzewodowy regulator temperatury (EP 1-2/2003)
AVT-2420	Regulator temperatury. Termostat dla każdego (EdW 7/2000)
AVT-1261	Cyfrowy termostat z wyjściem mocy (EP 2/2000)
AVT-2346	Regulator temperatury do piecyka elektrycznego (EdW 5/1999)
AVT-340	Termostat cyfrowy (EP 5/1997)

### \* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko 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 wymienionych w załączniku pdf  
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf  
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)  
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

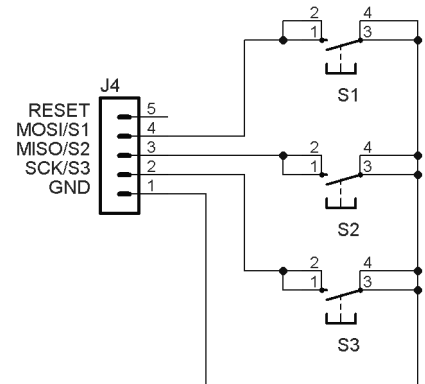


Rysunek 1. Schemat ideowy termostatu

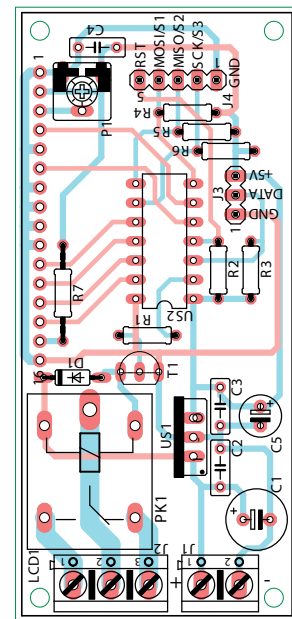
Kondensatory C1...C5 filtrują napięcie zasilania oraz redukują możliwe zakłócenia szpilkowe, które mogłyby się indukować w doprowadzeniach. Stabilizator US1 dostarcza stabilizowanego napięcia zasilania dla układów cyfrowych.

**Montaż i uruchomienie**

Układ zamontowany został na dwustronnej płytce o wymiarach 83 mm×39 mm, której schemat montażowy pokazano na rysunku 3. Rozstaw otworów mocujących oraz umiejscowienie złącza J6 jest zgodne



Rysunek 2. Schemat połączeń przycisków w klawiaturze



Rysunek 3. Schemat montażowy termostatu



Fotografia 4. Główny ekran programu: temperatura pobierana z czujnika oraz stan pracy przełącznika



Fotografia 5. Pierwszy ekran menu: ustawianie średniej temperatury



Fotografia 6. Drugi ekran menu: ustawianie histerezy



Fotografia 7. Trzeci ekran menu: wybór trybu pracy

z typowymi wyświetlaczami 1×16 ze sterownikami zgodnymi z HD44780.

Montaż przeprowadzany jest nietypowo: należy go rozpocząć od wlutowania 16-pinowego, męskiego złącza goldpin (przeznaczonego do dołączenia wyświetlacza LCD) od strony lutowania. Dalsze podzespoły należy montować zachowując kolejność od najniższych do najwyższych, umieszczając je już typowo, czyli od strony opisów. Pod mikrokontroler należy zastosować podstawkę. W wyświetlaczu również należy umieścić złącze goldpin, lecz tym razem żeńskie. Po włożeniu jednego w drugie, otwory mocujące pokryją się, co umożliwi zespolenie obu płytek w jeden moduł za pomocą śrub i tulejek dystansowych. Użyty wyświetlacz powinien mieć odpowiednią organizację sterownika.

Producenci wyświetlaczy ciekłokrystalicznych produkują je w dwóch wersjach:

- szesnaście kolumn, jeden wiersz,
- osiem kolumn, dwa wiersze.

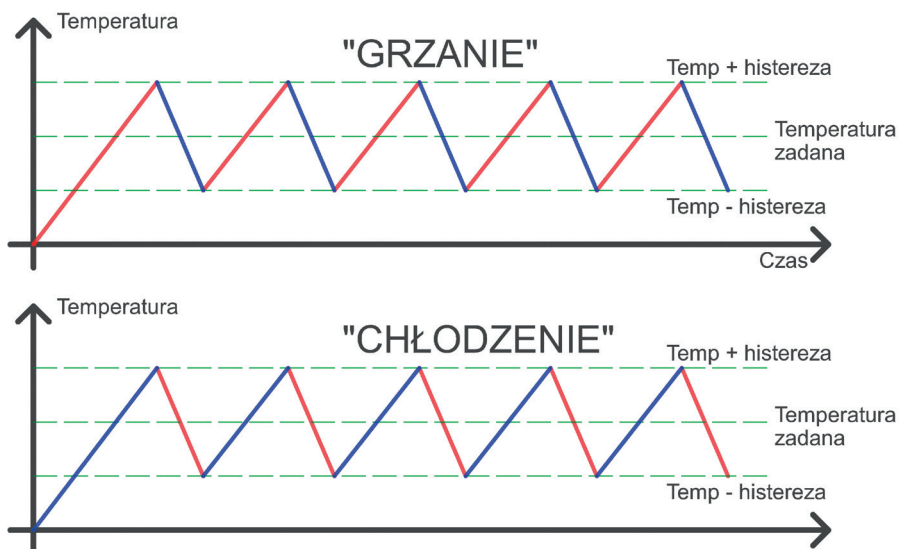
Wyświetlacze te niczym nie różnią się dla obserwatora: mają 16 znaków ułożonych w jednej linii, natomiast diametralnie różnią się pod względem ich sterowania. Ponieważ częściej zdarza się spotkać drugą wersję, pod nią zostało przygotowane oprogramowanie. Po zaprogramowaniu mikrokontrolera (ustawienia bitów zabezpieczających należy pozostawić fabryczne) i ustawieniu poziomu kontrastu, układ gotowy jest do pracy.

## Eksploatacja

Ustawianie parametrów odbywa się trzeba przyciskami:

- S1 – przechodzenie po kolejnych pozycjach menu,
- S2 – dodawanie wartości,
- S3 – odejmowanie wartości.

Po włączeniu zasilania, widoczny jest ekran taki, jak na **fotografii 4**. Pierwsze naciśnięcie przycisku S1 spowoduje przeskok do pierwszej pozycji menu, jak na **fotografii 5**. Ustawiana jest w niej,



Rysunek 8. Zasada działania trybu grzania i chłodzenia (czerwony odcinek – przekaźnik załączony, niebieski – wyłączony. W trybie grzania obiekt samoczynnie stygnie, zaś w trybie chłodzenia ogrzewa się)

za pośrednictwem przycisków S2 i S3, średnia temperatura utrzymywana przez układ – czyli wartość zadana, wokół której oscylować będzie mierzona temperatura obiektu. Wartość jest wyrażana w stopniach Celsjusza. Po upływie ok. 12 sekund bezczynności, układ zapisuje ustawione parametry w nieulotnej pamięci EEPROM, po czym wyłącza menu i wraca do normalnej pracy. W trybie zmiany nastaw, przekaźnik pozostaje wyłączony.

Ponowne naciśnięcie przycisku S1 (przy wyświetlonym poprzednim ekranie) spowoduje przeskok do drugiej pozycji, czyli ustawiania szerokości histerezy tego układu) – jak na **fotografii 6**. Kolejne naciśnięcie S1 spowoduje przeskok do ostatniej pozycji (**fotografia 7**), czyli ustawieniu, czy układ współpracuje z urządzeniem grzejącym, czy z chłodzącym. Naciśnięcie S2 lub S3 przełącza rodzaj urządzenia na grzewcze lub chłodnicze. Jest to ważne z tego powodu, że te dwa tryby są sobie przeciwstawne, co ilustruje **rysunek 8**. Kolejne wciśnięcie S1 lub odczekanie spowoduje zapis ustawień i przejście do pracy.

Nadmienić w tym miejscu należy, iż zmierzona przez układ temperatura może się zawierać w przedziale od  $-55$  do  $+125^{\circ}\text{C}$ , co wynika z ograniczeń czujnika DS18B20, dlatego możliwa do utrzymania temperatura jest ograniczona tym właśnie przedziałem. Po ustawieniu właściwej do utrzymania temperatury (dla przykładu, niech będzie  $110^{\circ}\text{C}$ ), układ dokonuje obliczenia maksymalnej histerezy. W tym wypadku, ograniczenie nastąpi „od góry” i wyniesie  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ , ponieważ  $110^{\circ}\text{C} + 15^{\circ}\text{C} = 125^{\circ}\text{C}$ . Informacja ta ma na celu wyjaśnienie, dlatego przedział, w którym może znajdować się zmierzona wartość temperatury obiektu, nie może być dowolnie szeroki.

## Eksploatacja

By użytkowanie termostatu przebiegało bezawaryjnie, warto zastosować się do poniższych wskazówek:

Połączenie czujnika DS18B20 z płytką powinno być wykonane kablem ekranowanym. Jeżeli z powodu długości pojawią się błędy w transmisji, dające o sobie znać w postaci nierealnych wartości, należy eksperymentalnie zmniejszyć wartość rezystora R3. Jeżeli i to nie przyniesie efektów, między skrajnymi wyprowadzeniami czujnika temperatury dolutować kondensator ceramiczny o pojemności 100 nF.

Ścieżki na płycie, prowadzące do styków przekaźnika, przystosowane są do przewodzenia prądów rzędu 2 A. Przy wyższych natężeniach, zależy je pogrubić lub, najlepiej, zastosować przekaźnik zewnętrzny, którego cewka sterowana będzie z wbudowanego.

By uniknąć zbyt częstego przełączania się przekaźnika, co może doprowadzić do jego przedwczesnego zużycia, należy ustawić możliwie najszerszą histerezę, tj. różnicę między dopuszczalną najniższą i najwyższą temperaturą.

Układ pierwotnie przystosowany jest do zasilania napięciem stałym o wartości ok. 12 V, niekoniecznie stabilizowanym. Pobór prądu wynosi ok. 80 mA z załączonym przekaźnikiem i ok. 60 mA z przekaźnikiem wyłączonym (dla wyświetlacza z podświetleniem matrycy). Można go zasilać napięciem 24 V DC, pod warunkiem wymiany przekaźnika na egzemplarz z cewką przystosowanego do tego napięcia i założeniu na US1 niewielkiego radiatora.

**Michał Kurzela, EP**