

Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Termostat cyfrowy

Projekt
064

Początkowo termostat został zaprojektowany z myślą o utrzymaniu stałej temperatury w akwarium o pojemności 400l. Mimo że nie posiadał możliwości zmiany nastaw bez zmiany oprogramowania procesora, oddawał znaczne usługi. Zapewniał rybom większy komfort życia, oszczędzając przy okazji znaczne ilości energii elektrycznej. Koszt budowy zwrócił się w ciągu paru miesięcy, a dodatkowe funkcje zaowocowały zwiększeniem bezpieczeństwa mieszkań sąsiadów. Jednak życie wymusiło na konstruktorze stworzenie urządzenia bardziej uniwersalnego, z możliwością przystosowania do pracy w różnych środowiskach.



I tak powstała wersja urządzenia, którą mam zaszczyt przedstawić Czytelnikom EP. Jest to tani, prosty w budowie i uruchomieniu, a jednocześnie funkcjonalny termostat cyfrowy. Dzięki zastosowaniu mikroprocesora firmy ATMEL 89C2051 i czujnika temperatury firmy Dallas DS1820 powtarzalność parametrów układu, nawet

w warunkach amatorskich jest duża. Po prostu układ działa od pierwszego włączenia.

Opis działania termostatu

Schemat elektryczny termostatu przedstawiono na rys. 1. Po włączeniu zasilania układ US3 generuje sygnał zerujący dla procesora. Zastosowany kontroler napięcia sprawdza się również przy chwilowych „przysiadach” napięcia w sieci energetycznej, spowodowanych zakłóceniami na liniach 110kV, zapobiegając skutecznie „zawieszaniu” się programu i przypadkowym wpisom do nieulotnej pamięci nastaw (EEPROM).

Procesor rozpoczynając pracę ustawia odpowiednie rejestry, tryby pracy timerów i systemu przerwań. Wykonuje również kilka testów wewnętrznych i odczytuje nastawy z pamięci US2 poprzez szynę I²C. Negatywny wynik testów przedstawiany jest na wyświetlaczu:

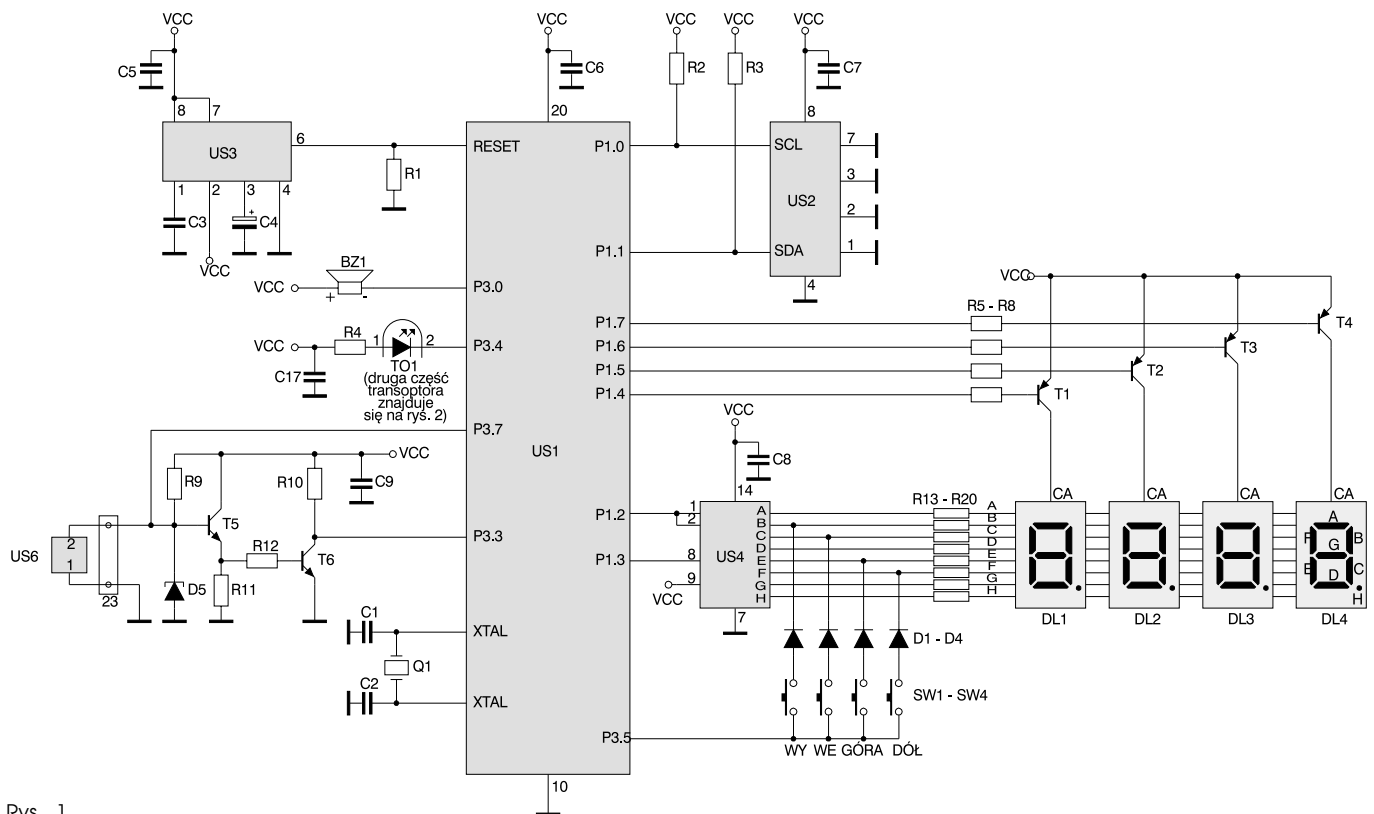
- *ErrF* - błąd CRC pamięci programu procesora. Powoduje zatrzymanie pracy sys-

temu. Miganie komunikatu spowodowane jest pracą układu kontroli czasu przez procesor opartego na przerwaniach.

- *I2CE* - brak, uszkodzenie pamięci US2, uszkodzenie nastaw (błąd CRC), zakłócenia na szynie I²C. Powoduje wpisanie do rejestrów termostatu nastaw fabrycznych zawartych w pamięci programu procesora. Dodatkowo stan taki sygnalizowany jest naprzemiennym wyświetlaniem dziesiętnych części °C i literki „F” na ostatniej pozycji wyświetlacza w czasie wyświetlania temperatury. Błąd może wystąpić również podczas utrwalania nastaw z klawiatury.
- *Err1* - brak, uszkodzenie czujnika temperatury, zwarcie przewodów łączących czujnik z termostatem (brak impulsu obecności). Wystąpienie błędu podczas kolejnych dziesięciu pomiarów powoduje zablokowanie sterowania i ustawienie przekaźnika wyjściowego w stan „wyłączo-

Dane techniczne:

- ✓ napięcie zasilania: 220V/50Hz;
- ✓ pobór mocy: ok. 1,5VA;
- ✓ obciążalność wyjścia 1A AC;
- ✓ zakres pomiarowy: 0..120°C z rozd. 0,1°C;
- ✓ zakres nastawy regulacji temperatury (toFF): 0..102,3°C co 0,1°C;
- ✓ histereza regulacji (hiSt): 0..25,5°C co 0,1°C;
- ✓ zakres nastawy sygnalizacji temperatur minimalnej (*tLo*) 0..102,3°C co 0,1°C;
- ✓ zakres nastawy sygnalizacji temperatury maksymalnej (*tHi*) 0..102,3°C co 0,1°C;
- ✓ zakres kalibracji błędu (*CAL*) -12,8..+12,7°C co 0,1°C;
- ✓ długość przewodu łączącego czujnik z termostatem maks. 30..40m;
- ✓ częstotliwość wykonania pomiarów temperatury: 1 pomiar/2 sekundy;
- ✓ tryb pracy: ogrzewanie.



Rys. 1.

ny“ do czasu ustania przyczyny błędu. Błąd może wystąpić również podczas normalnej pracy.

- *Err2* - błąd CRC danych odczytanych z czujnika temperatury. Wystąpienie błędu podczas kolejnych dziesięciu pomiarów powoduje

zablokowanie sterowania i ustawienie przełącznika wyjściowego w stan „wyłączony“ do czasu odczytania danych poprawnych pod względem CRC. Błąd może wystąpić również podczas normalnej pracy. Program przedstawia się również wersją oprogramowania w przypadku modelu - *u1.10*.

Po testach wykonywana jest główna część programu, to jest pomiar temperatury co 2s, porównanie

zamierzonej temperatury z wartościami zadanymi, przeglądanie klawiatury i obsługa wyświetlaczy.

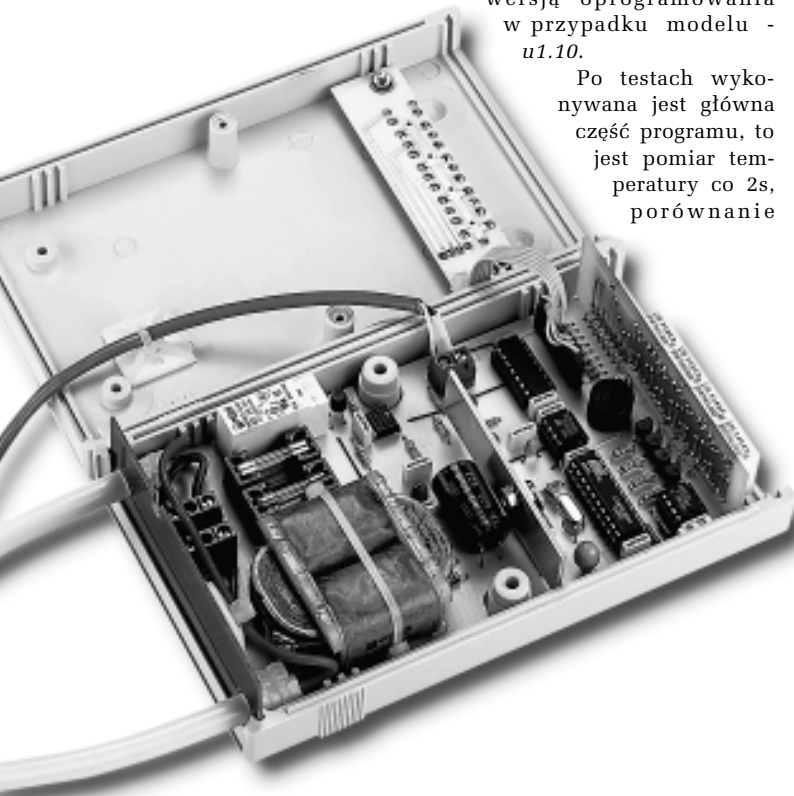
Zmiany nastaw możemy dokonać za pomocą rozwijanego menu (rys. 3).

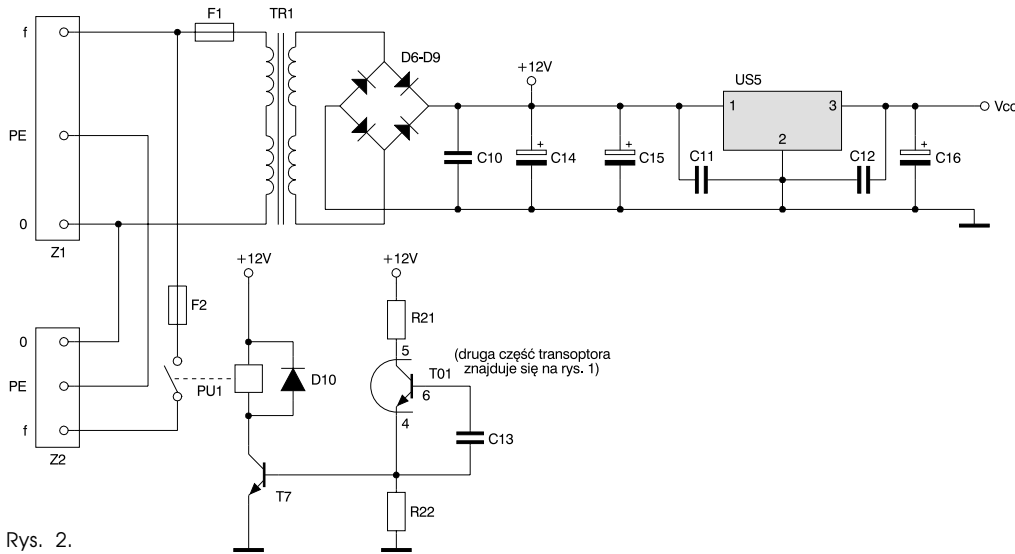
Naciśnięcie przycisku „We“ powoduje wejście do menu. Za pomocą przycisków „Góra“, „Dół“, możemy wybrać jeden z parametrów:

- *odc. n* - wykonanie przycisk „We“, wyświetlacz: *-odc.* Powoduje przepisanie do rejestrów dostępnych z klawiatury aktualnie obowiązujących nastaw. Przepisanie nastaw następuje również automatycznie po wykryciu stanu bezczynności klawiatury przez 60s, powodując jednocześnie powrót układu do wyświetlania temperatury. Wyjście przycisk „Wy“.
- *t hi* - wejście w nastawę przycisk „We“, wyświetlacz: zawartość rejestru, przyciski „Góra“, „Dół“ zmiana zawartości rejestru. Jest to nastawa temperatury maksymalnej, przy której nastąpi załączenie sygnalizacji akustycznej. Sygnalizacja stanu przez naprzemienne wyświetlanie dziesiętnych części °C

i litery „h“ na ostatniej pozycji wyświetlacza w czasie wyświetlania temperatury. Wyjście - przycisk „Wy“.

- *toFF* - wejście w nastawę przycisk; „We“, wyświetlacz: zawartość rejestru, przyciski „Góra“, „Dół“ zmiana zawartości rejestru. Jest to nastawa temperatury wyłączenia urządzenia sterowanego. Wyjście przycisk „Wy“.
- *hiSt* - wejście w nastawę przycisk „We“, wyświetlacz: zawartość rejestru, przyciski „Góra“, „Dół“ zmiana zawartości rejestru. Jest to nastawa histerezy regulacji temperatury zgodnie ze wzorem:
 $t_{on} = toFF - hiSt$, gdzie t_{on} temperatura załączenia urządzenia sterowanego. Wyjście przycisk „Wy“.
- *t lo* - wejście w nastawę przycisk „We“. Podobnie jak t_{hi} dotyczy tylko temperatury minimalnej. Odpad kryterium po osiągnięciu temperatury t_{on} . Sygnalizacja literką „L“. Wyjście przycisk „Wy“.
- *CAL* - wejście w nastawę przycisk „We“, wyświetlacz: zawartość rejestru, przyciski „Góra“, „Dół“





Rys. 2.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R10: 1kΩ
- R2, R3: 3kΩ
- R4: 390Ω
- R5, R6, R7, R8: 4,7kΩ
- R9, R11, R12: 2,7kΩ
- R13..R20: 220Ω
- R21: 20kΩ
- R22: 10kΩ

Kondensatory

- C1, C2: 33pF
- C3, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C17: 100nF/63VMKT
- C14: 10μF/35V tantalowy
- C15: 2200μF/16V
- C16: 220μF/6,3V tantalowy
- C4: 1μF/25V: tantalowy

Półprzewodniki

- D1..D4: dowolne małej mocy diody krzemowe
- D5: dioda Zenera 5,6V
- D6..D9: 1N5819
- D10: 1N4148
- T0: transpator CNY17-2
- T1..T4: BC557B
- T5..T7: BC547B
- US1: AT89C2051 zaprogramowany
- US2: 24C02
- US3: TL7705
- US4: 74LS164
- US5: 7805
- US6: DS 1820
- DL1..DL4: wyświetlacze siedmiosegmentowe wspólna anoda dowolny typ

Różne

- Q1: rezonator kwarcowy 12MHz
- SW1..SW2: przyciski monostabilne, zwierne dowolny typ
- F1: bezpiecznik 160mA
- F2: bezpiecznik 1A
- TR1: transformator sieciowy TS 3/8/676
- PU1: przekaźnik RM 96Z 12V DC
- Z1, Z2: złącze ARK 3
- Z3: złącze ARK2
- BZ1: dowolny sygnalizator piezoelektryczny z własnym generatorem na napięcie pracy 5..12V DC.

zmiana zawartości rejestru. Nastawa umożliwiająca ustawienie dokładności pomiaru temperatury przez termostat. Wyjście przycisk „Wy“.

- *CodE* - wejście w nastawę przycisk „We“, wyświetlacz: zawartość rejestru, przyciski „Góra“, „Dół“ zmiana zawartości rejestru. Kod zabezpieczający przed zmianą nastaw przez

osoby niepowołane (należy ustawić wartość 65 przed każdym utrwalaniem nastaw). Wyjście przycisk „Wy“.

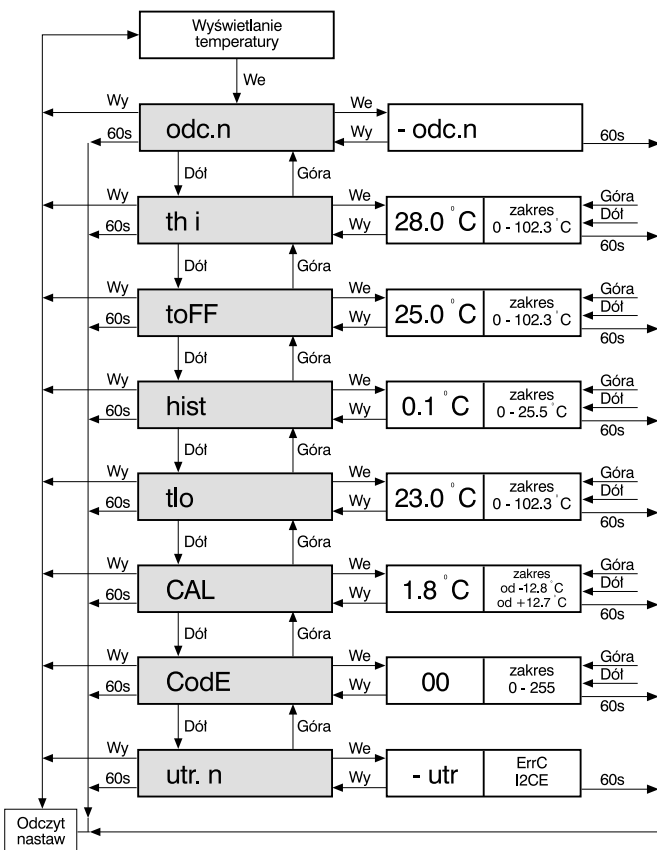
- *utr.n* - wykonanie przycisk „We“, wyświetlacz: *-utr* w przypadku poprawnego wykonania polecenia, a *ErrC* w przypadku podania błędnego kodu zabezpieczającego lub *I2CE* - patrz opis testów. Utrwale-

nie nastaw wprowadzonych uprzednio z klawiatury. Wyjście przycisk „Wy“.

Opuszczenie menu przycisk „Wy“. Na wyświetlaczu zapalone tylko punkty dziesiętne do czasu pomiaru temperatury lub po czasie 60s od wykrycia stanu bezczynności klawiatury.

Wszystkie zmiany w rejestrach *t hi*, *toFF*, *hiSt*, *t lo*, *CAL* obowiązują dopiero po utrwaleniu. Klawiatura jest typu „zegarkowego“, z automatycznym powtarzaniem po dłuższym przytrzymaniu przycisku. Kasowanie sygnalizacji akustycznej następuje przez naciśnięcie dowolnego przycisku. Wyświetlanie temperatury mierzonej sygnalizowane jest miganiem segmentu „F“ na pierwszej pozycji wyświetlacza w takt wykonywanych pomiarów. Załączenie przekaźnika wyjściowego sygnalizowane jest świeceniem punktu dziesiętnego na ostatniej pozycji wyświetlacza. Obliczanie temperatury i porównanie z wartościami zadanymi realizowane jest z rozdzielczością 0,01°C.

Mała pojemność pamięci programu w procesorze 89C2051 powoduje, że odpowiedzialność za prawidłowe nastawienie termostatu spoczywa na użytkowniku. Należy pamiętać aby: *t hi>toFF>t on>t lo*. Symbol temperatury T zmieniono na t ze względu na większą czytelność na wyświetlaczu siedmiosegmentowym. Temperatury ujemne wyświetlane są



Rys. 3.

jako 0.0°C. Obciążalność wyjścia można zwiększyć poprzez wymianę bezpiecznika F2 i pogrubienie ścieżek w obwodzie przekaźnika i złącza.

Oprogramowanie dla termostatu napisano w asemblerze. Długość kodu wynikowego 2043B.

Michał Cuprych