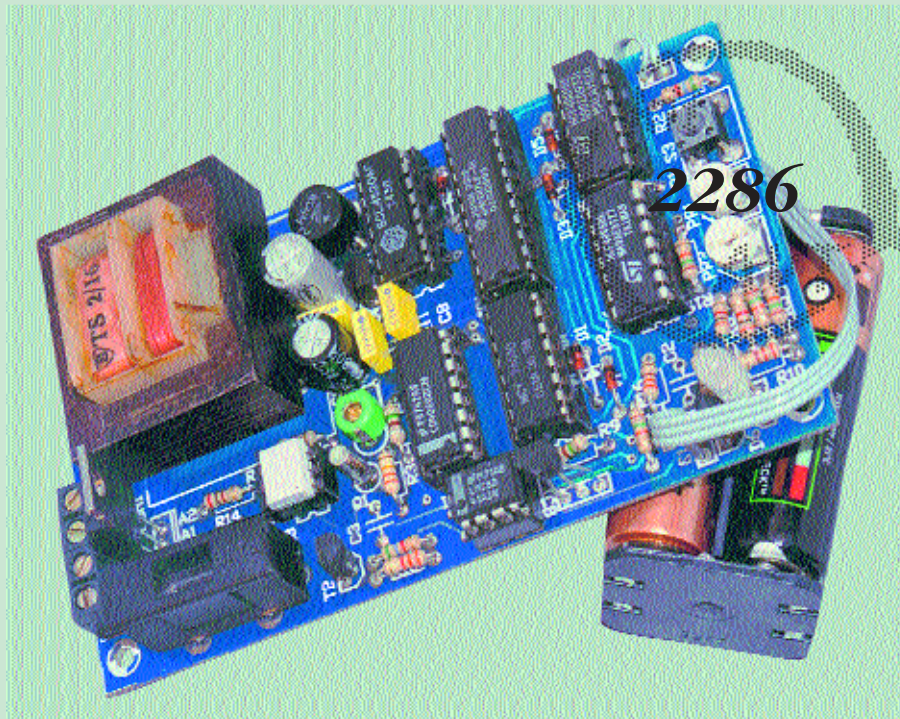


Termostat programowany w cyklu 24-godzinnym

Do czego to służy?

Chciałbym zaproponować Czytelnikom EdW budowę prostego, lecz bardzo użytecznego układu. Dość często spotykamy się z problemem stabilizacji temperatury w określonych pomieszczeniach. Przy obecnym stanie elektroniki zbudowanie układu stabilizującego temperaturę z praktycznie dowolną dokładnością nie jest najmniejszym problemem i układów takich opisano już w publikacjach przeznaczonych dla hobbystów bardzo wiele. Znalazły one zastosowanie w nadzorowaniu temperatury pomieszczeń mieszkalnych czy zakładach pracy. Możemy za ich pomocą utrzymywać stałą temperaturę w akwariach z rybkami czy też pilnować stałych warunków obróbki materiałów fotograficznych. Zakres regulowanych temperatur bywa różny i zależy głównie od typu zastosowanego czujnika temperatury.

Wyobraźmy sobie teraz, że w interesującym nas pomieszczeniu zainstalowane jest ogrzewanie elektryczne, pracujące jako główne lub pomocnicze źródło ciepła. Z pomieszczenia korzystamy tylko przez krótkie okresy, powiedzmy przez kilka godzin dziennie, ale zawsze o stałej porze. W pomieszczeniu jest zimno, centralne ogrzewanie „nie wyrabia” i zainstalowaliśmy w nim piecyk elektryczny z termostatem. Ponieważ jesteśmy wyjątkowymi zmarzluchami, ustawiliśmy temperaturę na 24°C. Zastosowany piecyk ma moc 4000W. Możemy teraz zdradzić tajemnicę, że pomieszczeniem, w którym musimy zachować duży komfort ciepły jest łazienka. Korzystamy z niej zawsze rano, pomiędzy godziną 7 a 7.30 i wieczorem, około godziny 23. Łatwo więc policzyć, że pracujący bez przerw piecyk zużywa ok. 88kWh w ciągu doby. Nie mam pojęcia, ile obecnie kosztuje jedna kilowatogodzina energii elektrycznej, ale z pewnością pieniądze zainwestowane w budowę proponowanego układu zwrócą się po bardzo krótkim czasie. Ktoś z Czytelników być może zaprotestuje: „Przecież można piecyk wyłączać ręcznie, po każdorazowym skorzystaniu z łazienki!”. Owszem można, ale trzeba go także ręcznie włączać, a wchodzenie do wychłodzonej łazienki, a następnie czekanie aż zostanie nagrzana do odpowiedniej temperatury nie należy do przyjemności!



Przykład z łazienką był tylko jednym z wielu możliwych zastosowań proponowanego układu. Równie dobrze można go zastosować do termostatu akwarium z rybkami czy pomieszczenia firmy, którego ogrzewanie poza godzinami pracy jest ekonomicznym nonsensem.

Praktycznie bez żadnych przeróbek układ może pracować także jako programator włączający i wyłączający dowolne urządzenie elektryczne, praktycznie dowolną (raster 2s.) ilość razy w ciągu doby. Najprostsze zastosowanie narzuca się samo: może on być dość dobrym symulatorem obecności domowników w mieszkaniu, włączając i wyłączając np. światło w pewnych pomieszczeniach.

Układ zbudowany został z zastosowaniem tanich i łatwo dostępnych elementów. Jego wykonanie nie przysporzy najmniejszego kłopotu nawet początkującym elektronikom.

Jak to działa?

Analizę schematu przedstawionego na **rysunku 1** przeprowadzimy tak, jakbyśmy posługiwali się już gotowym urządzeniem, w formie „instrukcji obsługi”.

Pierwszą czynnością, jaką będziemy musieli wykonać jest ustawienie dwóch różnych temperatur, jakie układ będzie utrzymywał w pomieszczeniu. Do tego celu potrzebny nam będzie termometr

i „źródło temperatury odniesienia”, w ostateczności naczynie z wodą podgrzaną do odpowiedniej temperatury. Najpierw musimy zaprogramować pierwszą temperaturę i jest zupełnie obojętne, czy będzie to temperatura wyższa czy niższa. Za pomocą przełącznika S1 ustawiamy nasz układ w tryb pracy PROGRAM. Od tego momentu do pamięci zapisywane są już dane, które później, podczas programowania nowych czasów zostaną z niej, oczywiście, wymazane. Przełącznik S2 służy do wyboru jednej z dwóch programowanych temperatur. W pozycji zwartej na wejściu DI danych pamięci IC1 panuje stan niski, przenoszony następnie na wyjście danych DO. Z wejścia DO stan ten doprowadzany jest do wejścia sterującego przełącznika półprzewodnikowego IC6B powodując jego wyłączenie. Jednocześnie, stan niski z tego wyjścia negowany jest przez bramkę IC5D i doprowadzany do wejścia sterującego drugiego przełącznika – IC6A powodując jego otwarcie. Tak więc, w tym momencie aktywny jest dzielnik napięcia zbudowany z rezystorów R6 i R8 oraz z potencjometru montażowego PR2.

Napięcie z tego dzielnika porównywane jest za pomocą komparatora napięcia zbudowanego z wykorzystaniem wzmacniacza operacyjnego IC7 z napięciem uzyskiwanym z wyjścia czujnika

temperatury IC8. Jeżeli napięcie z czujnika jest mniejsze od napięcia ustawionego za pomocą potencjometru montażowego PR2, to na wyjściu komparatora powstaje stan wysoki powodujący przewodzenie tranzystora T2 i w konsekwencji włączenia optotriaka Q3. Jak na razie, to zjawisko w ogóle nas nie obchodzi, podobnie jak nieustannie zapisywane do pamięci dane.

Czujnik IC8 doprowadzamy do odpowiedniej temperatury i pokręcając aktywnym potencjometrem montażowym PR2 „łapiemy” punkt przełączania komparatora. Aby ułatwić sobie tę czynność na wyjście układu CON2 dołączamy jakieś przewizoryczne obciążenie, np. żarówkę o niezbyt wielkiej mocy.

Po ustawieniu pierwszej z dwóch temperatur przełączamy S2 w pozycję przeciwną do pokazanej na schemacie. Spowoduje to zamknięcie przełącznika elektronicznego IC6A i otworenie przełącznika IC6B i, co za tym idzie, uaktywnienie rezystora regulacyjnego PR1. Za jego pomocą ustawiamy drugą z żądanych temperatur i na tym kończymy regulację układu.

Warto teraz wspomnieć o roli, jaką w naszym układzie pełni dwubarwna dioda D6. Dioda ta została włączona w dość ciekawy sposób: jeżeli tranzystor T1 nie przewodzi – świeci dioda zielona. Włączenie tranzystora T1, które nastąpi przy stanie niskim na wyjściu bramki IC5D, spowoduje przewodzenie tego tranzystora i włączenie diody czerwonej zawartej w strukturze D6. Napięcie przewodzenia diody czerwonej jest znacznie niższe niż zielonej i w konsekwencji dioda ta zostanie „zwarła” przez diodę czerwoną przestając świecić. Zapamiętajmy więc:

- świecenie diody czerwonej oznacza uaktywnienie dzielnika napięcia z PR1 i utrzymywanie przez układ zaprogramowanej tym dzielnikiem temperatury. Dioda zielona sygnalizuje uaktywnienie dzielnika z PR2.

Dla wygody dobrze by było za pomocą PR1 ustawić wyższą temperaturę, a za pomocą PR2 niższą. Kolor zielony bardziej kojarzy się bowiem z zimnem, a czerwony z gorącem.

Możemy teraz przystąpić do programowania czasów włączania i wyłączania ogrzewania. Niestety, będzie to czynność nieco nużąca, ponieważ będziemy musieli poświęcić na nią dokładnie 24 godziny. Na szczęście nie będziemy musieli przebywać bez przerwy przy naszym programatorze: wystarczy że o właściwej porze zmienimy ustawienie temperatury. Programowanie układu wykonamy w następujący sposób:

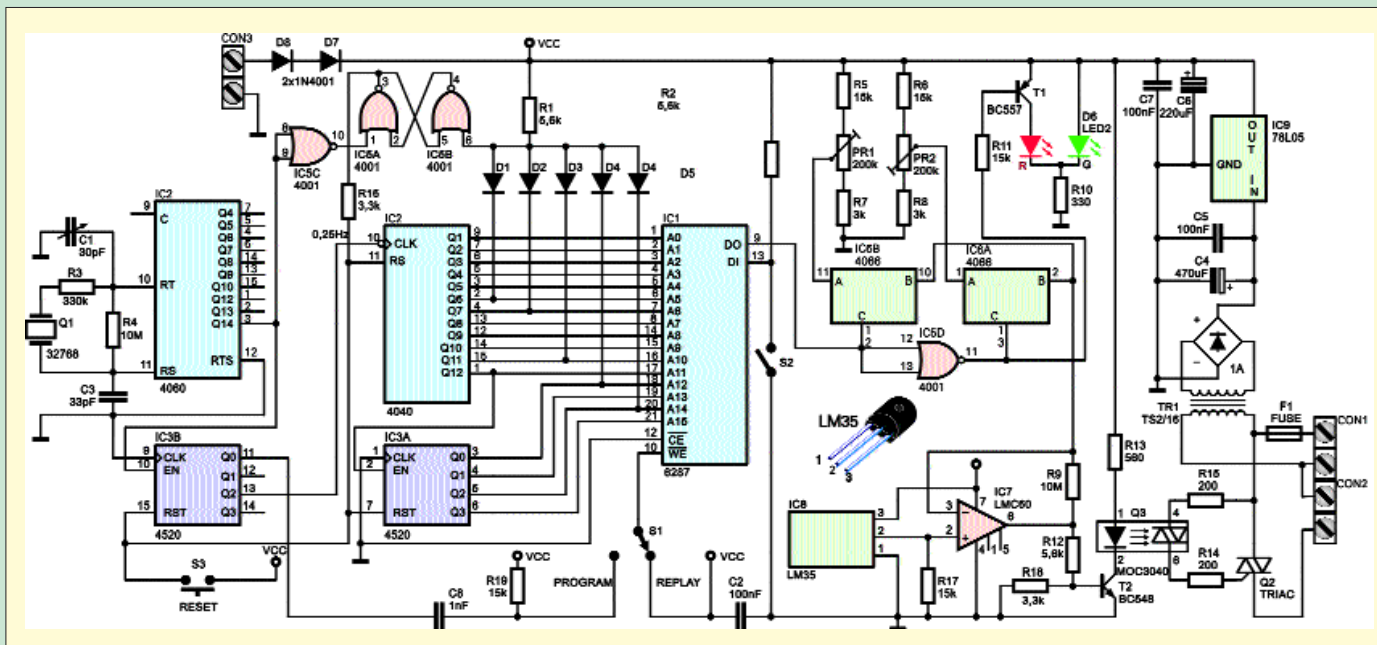
1. Ustalamy wygodną dla nas porę rozpoczęcia programowania i na wszelki wypadek zapisujemy jej dokładny czas.
2. Ustawiamy przełącznikiem S2 temperaturę, jaka ma panować w tym momencie w pomieszczeniu (pamiętajcie o roli diody D6).
3. Ustawiamy przełącznik S1 w pozycję PROGRAM (o ile nie był już tak ustawiony).
4. W momencie nadejścia wyznaczonej pory naciskamy na krótko przycisk S3 – RESET. Spowoduje to chwilowe wyzerowanie liczników IC3B, IC2 i IC3A. Po puszczeniu przycisku RESET liczniki rozpoczynają pracę.

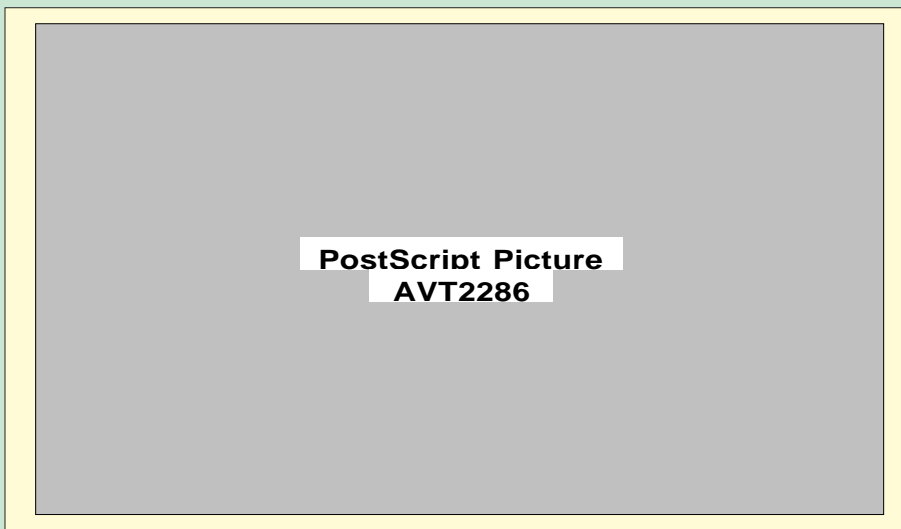
Pierwszy z liczników zbudowany z wykorzystaniem popularnego układu scalonego typu 4060 zawiera w swojej strukturze generator stabilizowany rezonato-

rem kwarcowym i dzielnik binarny o stopniu podziału 2^{14} . W naszym układzie zastosowaliśmy tani i powszechnie dostępny kwarc „zegarkowy” o częstotliwości rezonansowej 32768Hz. Na wyjściu Q14 IC4 otrzymujemy częstotliwość 2Hz, która jest o wiele za duża do naszych potrzeb. Dlatego też zastosowałem kolejny dzielnik częstotliwości, na którego wyjściu otrzymujemy przebieg prostokątny o okresie 2 s. Policzmy teraz trochę: doba ma 86400 sekund, czyli że przy przyjętym rastrze wynoszącym 2 s. liczba kroków, jakie wykonać musi nasz pracujący w cyklu 24-godzinnym programator wyniesie 43200 czyli $1010100011000000_{(BIN)}$. Dysponujemy pamięcią o słowie jednobitowym typu 6287, której maksymalna pojemność wynosi 65535 bitów. Tak więc miejsca w pamięci wystarczy, a nawet trochę zostanie. Impulsy o okresie trwania 2 s. podawane są na wejście licznika IC2 – 4020, który bezpośrednio adresuje 11 młodszych wejść adresowych pamięci. Pozostałe wejścia adresowane są przez drugi licznik – IC3A dołączony kaskadowo do licznika IC2.

Każde opadające zbocze występujące na wyjściu Q0 licznika IC3B powoduje wygenerowanie krótkiego impulsu programującego kierowanego na wejście WE1 pamięci IC1. Tak więc podczas każdego kroku wykonywanego przez programator, na wejście to dostarczane są aż cztery takie impulsy. Z pewnością zapytacie, dlaczego aż cztery? Przecież do zaprogramowania kolejnego bitu informacji w zupełności wystarczyłby jeden impuls? Racja, ale przyjęte rozwiązanie, niczego nie zmieniające w zasadzie działania układu, zwiększa komfort jego obsługi podczas programowania. Zmiana stanu prze-

Rys. 1. Schemat ideowy





Rys. 2. Schemat montażowy

łącznika programującego S1 jest przekazywana na wyjście DO, ale dopiero po nadejściu impulsu programującego. Tak więc, przy niekorzystnym zbiegu okoliczności, na wizualne (dioda D6) potwierdzenie zmiany temperatury trzeba by było

Wykaz elementów

Rezystory

PR1, PR2: potencjometr montażowy miniatury 200k Ω
 R1, R2, R12: 5,6k Ω
 R5, R6, R11, R17, R19: 15k Ω
 R3: 330k Ω
 R4, R9: 10M Ω
 R7, R8, R16, R18: 3k Ω
 R10: 330 Ω
 R13: 560 Ω
 R15, R14: 220 Ω /0,5W

Kondensatory

C8: 1nF
 C1: trymer 25pF
 C2: 100nF
 C3: 33pF
 C4: 470 μ F/16
 C6: 220 μ F/10V
 C5, C7: 100nF

Półprzewodniki

BR1: mostek prostowniczy 1A
 D1, D2, D3, D4, D5: 1N4148
 D6: dwubarwna dioda LED lub odpowiednik
 D7, D8: 1N4001 lub odpowiednik
 IC1: 6287 (pamięć SRAM (64k \times 1))
 IC2: 4040
 IC3: 4520
 IC4: 4060
 IC5: 4001
 IC6: 4066
 IC7: LMC60
 IC8: LM35
 IC9: 78L05
 Q2: BT136 lub odpowiednik
 Q3: MOC3040
 T1: BC557 lub odpowiednik
 T2: BC548 lub odpowiednik

Pozostałe

F1: oprawka do bezpiecznika
 CON1, CON2: ARK2
 CON3: ARK2 (3,5mm)
 Q1: rezonator kwarcowy 32768Hz
 S1, S2: przełącznik dźwigienkowy
 S3: przycisk RESET
 TR1: transformator sieciowy TS2/16

czekać do 2 s., co przy testowaniu prototypu okazało się nieco denerwujące.

5. W momentach, kiedy jest to potrzebne zmieniamy położenie przełącznika S2, powodując zwiększenie lub zmniejszenie temperatury panującej w pomieszczeniu.

6. Tak postępujemy przez 24 godziny, aż do nadejścia tej samej godziny, minuty i sekundy, w której rozpoczęliśmy programowanie i dokładnie w tej przełączamy S1 na pozycję PRACA. W tym samym momencie na wyjściach liczników IC2 i IC3A powstanie stan 1010100011000000 (BIN). Diody D1 D5 przestaną zwiierać do masy wejście 6 przerzutnika R-S zbudowanego z bramek IC5A i IC5B, przerzutnik ten zmieni swój stan powodując natychmiastowe wyzerowanie liczników. Najbliższe dodatnie zbocze, które pojawi się na wyjściu Q14 IC4 spowoduje ponowne ustawienie przerzutnika R-S w stan umożliwiający zliczanie licznikom IC2 i IC3A. Cykl dobowy rozpocznie się od początku.

Układ zasilany jest z typowo skonstruowanego zasilacza, zbudowanego z wykorzystaniem popularnego scalonego stabilizatora napięcia typu 7805. Warto także pomyśleć o zasilaniu awaryjnym urządzenia. W najprostszym przypadku można do złącza oznaczonego na schemacie CON3 dołączyć cztery baterijki 1,5V typu R6. Dwie diody – D7 i D8 zabezpieczają przed przepływem prądu z układu do baterii. W momencie zaniku prądu w sieci energetycznej układ zostanie zasilony napięciem ok. 4,8V, co całkowicie wystarczy do poprawnej pracy układów CMOS, a także zapobiegnie utracie zawartości pamięci SRAM.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 przedstawiona została mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie dwustronnym

oraz rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu przeprowadzamy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu transformatora sieciowego. Jak zwykle, zalecam zastosowanie podstawek pod wszystkie układy scalone.

Układ prototypowy działał natychmiast poprawnie, bez konieczności wprowadzania jakichkolwiek poprawek. Pozwala mi to sądzić, że Czytelnicy EdW także nie natrafią na jakiegokolwiek trudności podczas jego montażu i uruchamiania.

Należy jeszcze wspomnieć o dwóch sprawach. Zastosowany w układzie triak typu BT136 charakteryzuje się maksymalnym prądem przewodzenia 6A (z radiatorem), co może okazać się wartością o wiele za małą w wielu zastosowaniach. Można wtedy zastosować dowolny inny typ triaka, o dopuszczalnym prądzie właściwym dla zasilanych urządzeń. Nic także nie stoi na przeszkodzie, aby umieścić triak na odpowiednim radiatorze, łącząc go z płytką za pomocą przewodów.

Jak już wspomniałem, zbudowane urządzenie można także zastosować do sterowania urządzeniami innymi niż nagrzewające. Może on np. włączać i wyłączać oświetlenie w określonych porach dnia i nocy. Wystarczy dokonać prostej przeróbki polegającej na zastąpieniu jednego z elementów dwoma rezystorami i odpowiednim ustawieniu potencjometrów montażowych. Czytelnicy proszeni są o przeanalizowanie, jaki to będzie element i jak należy ustawić potencjometry.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2286.