

ALARM TERMICZNY

Jest to pierwszy przykład praktycznego zastosowania "klocków elektronicznych" opisywanych w poprzednim artykule. Modularny alarm ostrzega akustycznie, gdy w strzeżonym obiekcie robi się za gorąco.

Niniejszy projekt opiera się na informacjach zawartych w pierwszej części artykułu "System projektowania modułowego" i pokazuje jak wybrać moduły oraz jak je zestawić w działające urządzenie. Jego zadaniem jest uruchamianie brzęczyka, gdy temperatura czujnika przekroczy zadany poziom. Można go zastosować do nadzorowania temperatury w lodówce, zamrażarce, zasilaczu, telewizorze, czy akwarium z tropikalnymi rybkami.

Numery ilustracji oznaczone w niniejszym artykule jako **rys. 1.1.**, **rys. 1.2.** itp., odnoszą się do ilustracji zamieszczonych w poprzednim artykule - "System projektowania modułowego". Natomiast ilustracje oznaczone jako **rys. 1.**, **rys. 2** itd. odnoszą się bezpośrednio do niniejszego tekstu.

Etapy projektowania

Pierwszą czynnością przy projektowaniu urządzenia jest sporządzenie wykazu jego podstawowych właściwości:

1. Urządzenie ma się mieścić w obudowie, a czujnik musi być umieszczony z dala od niego, z możliwością umocowania do nadzorowanego urządzenia.
2. Urządzenie ma być zasilane z baterii (lub zasilacza sieciowego).
3. Gdy temperatura wzrośnie powyżej nastawionego progu, powinien zadziałać brzęczyk lub syrena.

Schemat blokowy

Następnie należy narysować schemat blokowy urządzenia, w sposób jaki przedstawia **rys. 1.** Znalazły się w nim trzy moduły: czujnika temperatury, wzmacniacza i syreny. Przedstawiają one odpowiednio moduł wejściowy, moduł procesora i moduł wyjściowy, tak jak były uprzednio pokazane na **rys. 1.1.**

Wybór modułu wejściowego

Zalecanym czujnikiem temperatury do modułu wejściowego jest termistor. Jest to element tani i odporny, a z właściwym modu-

łem procesora aż nadto czuły do danego zastosowania. Schematy odpowiednich modułów zostały przedstawione na **rys. 1.4.** Wybór modułu wejściowego z **rys. 1.4a.** lub **1.4b.** zależy od wymagań modułu procesora.

Wybór modułu procesora

Moduł procesora wybiera się spośród układów przedstawionych na **rys. 1.5** do **1.11**, z pojedynczym tranzystorem, wzmacniaczem operacyjnym i bramkami logicznymi CMOS. Wszystkie wzmacniają niewielkie zmiany napięcia obecne na wyjściu modułu wejściowego. Z przeglądu ich zalet i wad wynika, że wzmocnienie pojedynczego tranzystora jest nieprzewidywalne i nie wystarczy ono do danego zastosowania.

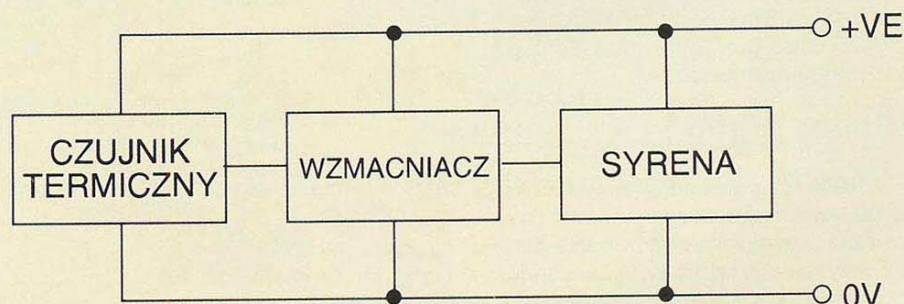
Do wyboru pozostaje więc zwykły wzmacniacz operacyjny typu 741 i bramki logiczne CMOS, jak np. bramki NOR typu 4001B. Wzmacniacz operacyjny wydaje się dobrym kandydatem do pełnienia roli procesora, jednak układ ma być na stałe zasilany z baterii, konieczna jest więc minimalizacja poboru prądu. Pod tym względem układ logiczny CMOS ma niewątpliwą przewagę, nie pobiera bowiem niemal w ogóle prądu w stabilnym stanie wejść, normalnym podczas monitorowania temperatury.

Potrzebny jest jeden tylko moduł wzmacniający, więc użycie CMOS 4001B może wydawać się rozrzutnością, zawiera on bowiem cztery dwuwejściowe bramki. Układ ten nie jest jednak droższy od wzmacniacza operacyjnego 741 i pomimo że jest on przeznaczony do układów logicznych, to bardzo dobrze działa jako moduł wzmacniający.

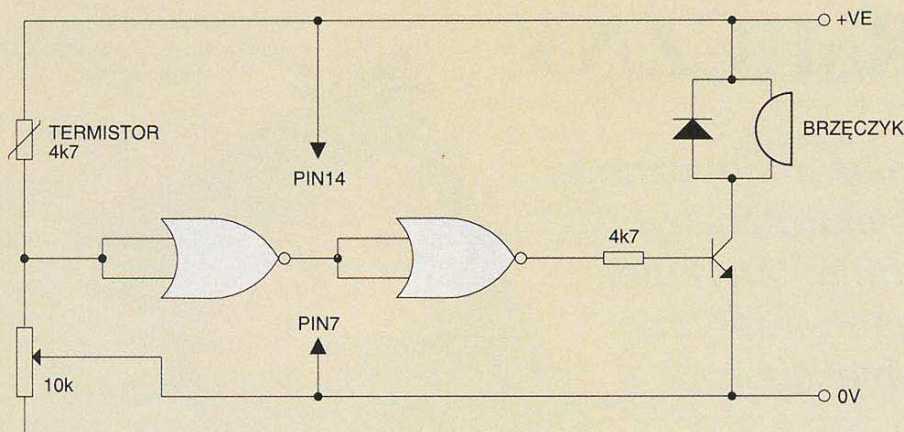
Ponowny rzut oka na **rys. 1.9** do **1.11** przywołuje do pamięci trzy możliwości: zastosowanie jednej bramki jako wzmacniacza, pary bramek zapewniającej szybki przerzut napięcia wyjściowego i układ przerzutnika Schmitta. Wersja z pojedynczą bramką w zakresie pomiędzy "bezpieczną temperaturą" a "niebezpieczeństwem" może wywoływać niezdecydowane dźwięki syreny. Wersja przerzutnika Schmitta obniży czułość układu, a termistor nie jest bardzo czułym detektorem. Pozostaje więc pokazany na **rys. 1.10.** układ dwubramkowy.

Wybór modułu wyjściowego

Prąd wyjściowy bramki CMOS serii 4000 może co najwyżej wysterować słabutki brzęczyk, moduł wyjściowy powinien więc być wzmacniaczem prądu. Jeżeli prąd pobierany przez brzęczyk nie przekracza 100mA, wystarczy moduł z pojedynczym



Rys. 1. Schemat blokowy alarmu termicznego.



Rys. 2. Wstępny schemat zestawienia modułów.

tranzystorem, np. niskoprądowym BC184L, z **rys. 1.13a**. Jeżeli wymagane natężenie prądu jest większe, można użyć na przykład tranzystora 2N2219. Można też zdecydować się na parę Darlingtona z **rys. 1.13b**. Brzęczyk zasilany z sieci wymaga zastosowania przekazywnika, co umożliwia układ z **rys. 1.13c**.

W katalogach znajduje się sporo brzęczyków o poborze nie przekraczającym 100mA. Ostatecznie wybrano układ z pojedynczym tranzystorem z **rys. 1.13a**. Tranzystor przewodzi przy dodatnim napięciu na wejściu. Wybrany moduł procesora jest "nieodwracający", czyli dodatnie napięcie wejściowe wywołuje również dodatnie napięcie na wyjściu. Wniosek stąd, że czujnik temperatury winien dostarczać napięcia rosnącego ze wzrostem temperatury. Wymagania te spełnia układ z **rys. 1.4**.

Sporządzenie ostatecznego schematu

Teraz można narysować wstępny schemat elektryczny alarmu temperaturowego. Przedstawia **gorys. 2**. Pozostaje jeszcze do ustalenia kilka szczegółów, jak na przykład sposób połączeń końcówek układu scalonego. Numery końcówek wejściowych i wyjściowych bramek NOR 4001B trzeba odszukać na **rys. 1.14**. Które bramki będą użyte, jest całkowicie obojętne. W tym wypadku będą to wejścia 1 i 2 oraz 12 i 13, a związane z nimi wyjścia odpowiednio 3 i 11.

Trzeba pamiętać, że przy używaniu układów scalonych CMOS nie można pozostawiać niepołączonych żadnych wejść. Zatem pozostałe wejścia 5 i 6 oraz 8 i 9 należy połączyć z masą (0V) albo z zasilaniem (+VE), aby żadne z nich nie "wisiło". W tym wypadku najwygodniej połączyć je z masą. Natomiast wyjścia (4 i 10) powinny pozostać niepołączone.

Pobór prądu

W układzie czujnika warto wprowadzić ulepszenie. Jeżeli układ jest zasilany z baterii, przez termistor i potencjometr nieprzerwanie płynie prąd. Przy zasilaniu napięciem 9V w układzie z **rys. 1.4a** będzie to prąd o natężeniu około 1mA. Całkowita oporność tej gałęzi jest bowiem w

przybliżeniu równa sumie oporności termistora 4,7kΩ i takiej samej zwykle oporności potencjometru, czyli mniej więcej 10kΩ. Jak wiadomo, prąd jest równy napięciu podzielonemu przez oporność ($I = U/R$), natężenie prądu wyniesie $9V/10kΩ = 0,0009A$, czyli w przybliżeniu 1mA.

Jeżeli układ jest zasilany z sieci lub z baterii, ale nie w sposób nieprzerwany, to pobór prądu nie stanowi problemu (choć w niektórych przypadkach wydzielanie dodatkowego ciepła nie jest obojętne). Jeżeli jednak układ jest w sposób ciągły zasilany z małej baterii, to każde zmniejszenie poboru prądu jest warte zachodu.

Wejścia bramek CMOS nie pobierają prądu zupełnie, pobierany prąd można więc zmniejszyć jedynie zwiększając oporność termistora, na przykład do 100kΩ (przy 25°C), i odpowiednio potencjometru do na przykład 220kΩ. Natężenie prądu pobieranego przez układ zmniejszy się dzięki temu do około 0,045mA.

Przy tak dużej oporności wejściowej, około 200kΩ, powstaje niebezpieczeństwo zakłócania działania układu przez szumy, zwłaszcza gdy termistor jest połączony z układem dłuższymi przewodami. Chociaż nie jest to zawsze niezbędne, to zablokowanie wejścia IC1a do masy za pomocą kondensatora C1, o pojemności 100nF (0,1μF), zapewni stabilność i niezawodność działania układu.

Odsprężanie

Jak już wspomniano w pierwszej części artykułu "System projektowania modułowego", we wszystkich układach powinien znaleźć się co

najmniej jeden kondensator blokujący, włączony pomiędzy biegunami zasilania. Jest on szczególnie potrzebny w układach zawierających brzęczyki lub inny podzespoły wytwarzające zakłócenia elektryczne. Zadanie to wypełni kondensator elektrolityczny (C3) o pojemności 470μF, uzupełniony o kondensator 100nF (C2), który skuteczniej blokuje szybkie składowe zakłóceń. Wszystkie te uzupełniające szczegóły wraz z dodanym wyłącznikiem zasilania (S1) umożliwiają przygotowanie ostatecznego schematu, który jest przedstawiony na **rys. 3**.

Następny krok

Następnym krokiem przed przystąpieniem do projektowania płytki drukowanej, lub rozmieszczenia elementów na płycie uniwersalnej, powinno być dokładne sprawdzenie układu. Na tym etapie jest możliwe eksperymentowanie i ewentualne modyfikowanie układu. Niektórzy jednak nie lubią używać płytek uniwersalnych, ponieważ utrudniają orientację w zmontowanym układzie i odszukiwanie błędów.

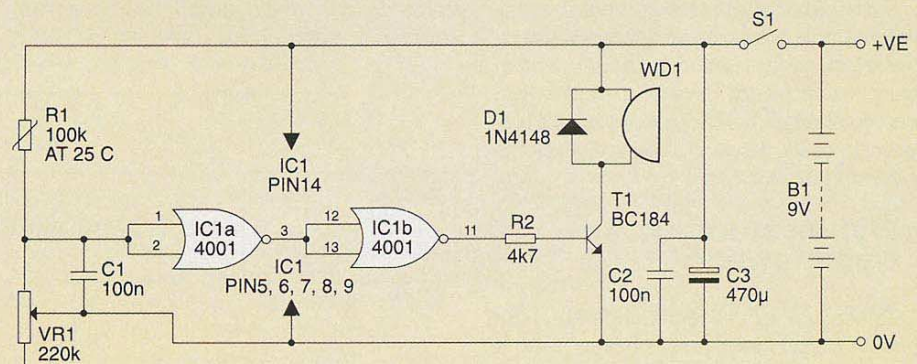
Montaż

W tym przypadku nie ma potrzeby projektowania płytki drukowanej, układ bowiem został zaprojektowany i sprawdzony przed publikacją, a gotowa płytka drukowana jest do nabycia w sieci handlowej AVT.

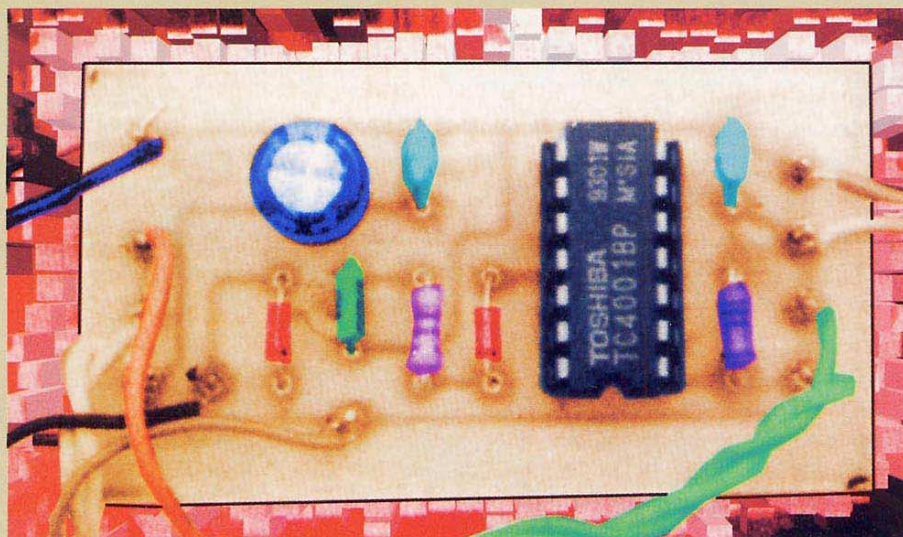
Montaż rozpoczyna się od umocowania podstawki układu scalonego, po czym wlotowuje się kolejno małe elementy. Rezystor R2 i kondensatory C1 i C2 mogą być umieszczone w dowolny sposób, ale dioda musi być skierowana oznaczającym katodę paskiem w stronę dodatniego bieguna zasilania, zaś kondensator elektrolityczny i tranzystor dokładnie tak, jak przedstawiono na schemacie. Zwykle ujemny biegun kondensatora elektrolitycznego jest oznaczony strzałkami.

Warte zalecenia jest użycie końcówek lutowniczych, do których przylutowuje się następnie przewody wyprowadzeń poza płytkę. Należy zwrócić uwagę na właściwą polaryzację końcówek zatrasku baterii i brzęczyka. Natomiast sposób połączenia termistora jest obojętny.

Na schemacie na **rys. 4** jest pokazane opcjonalne gniazdko zasilania. Równocześnie z włączeniem do niego wtyczki zasilacza sieciowego bateria zostaje automatycznie odłączona. Jeżeli gniazdko to nie jest potrzebne, to czerwony



Rys. 3. Ostateczny schemat alarmu termicznego.



przewód od zatrzasku baterii należy połączyć bezpośrednio z końcówką dodatniego bieguna zasilania na płytce, a czarny przewód od zatrzasku z końcówką 0V.

Na koniec trzeba wstawić układ scalony w podstawkę, pamiętając o właściwym jego ukięrkowaniu. Bezpośrednio przed tą czynnością należy na moment uziemić swoje palce, dotykając uziemionego przedmiotu. Dopiero potem można wyjąć układ scalony z jego ochronnego opakowania.

Sprawdzenie

Po wykonaniu wszystkich połączeń można włączyć zasilanie. Jeżeli potencjometr VR1 został tak połączony, jak pokazano na rys. 4, to pokręcanie jego osią zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara podwyższa temperaturowy próg przełączania. Za pomocą pokręcania potencjometrem powinno dać się włączać i wyłączać brzęczyk. Jeżeli brzęczyk nie daje się włączyć albo wyłączyć, to trzeba wyłączyć układ i odszukać przyczynę jego niesprawności.

Jeżeli układ zachowuje się poprawnie, należy ustawić potencjometr niewiele poniżej progu włączania alarmu i ogrzewać termistor w rękach. Brzęczyk powinien włączyć się po chwili. Trzeba pamiętać, że na ostygnięcie termistor może potrzebować kilku minut.

Odszukiwanie błędów

Jeżeli układ nie zachowuje się poprawnie, to trzeba kierować się wskazówkami, opisanymi w pierwszej części artykułu "System projektowania modułowego". Po sprawdzaniu wizualnym, należy zgodnie z opisem posłużyć się woltomierzem. Trzeba pamiętać, że dodatni biegun brzęczyka jest stale pod napięciem zasilania. Ujemny biegun brzęczyka, jeżeli on nie brzęczy, również jest pod tym napięciem. Brzęczyk zostaje pobudzony, gdy tranzystor przewodzi i łączy ujemny biegun brzęczyka z 0V.

Obudowa

Płytkę drukowaną z elementami mieści się w małej plastikowej obudowie. Płytkę wsuwa się w rowki obudowy, pozostawiając za nią miejsce wystarczające na baterię, jak widać na fotografii. W obudowie trzeba wywiercić otwory na wyłącznik, potencjometr, termistor oraz kilka w pobliżu brzęczyka, które ułatwią rozchodzenie się jego dźwięku. Jeżeli układ ma być zasilany również z sieci, trzeba jeszcze wywiercić otwór na gniazdko zasilania.

Termistor można umocować w taki sposób, aby wystawał z obudowy, albo przykleić go do jej

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 100kΩ termistor NTC (o ujemnym współcz. temperaturowym)

R2: 4,7kΩ, LW, węglowy warstwowy
VR1: 220kΩ, potencjometr liniowy, obrotowy

Kondensatory

C1, C2: 100nF, ceramiczny dyskowy

C3: 470µF/16V, stojący

Półprzewodniki

D1: 1N4148

T1: BC184L, npn

IC1: 4001B, cztery podwójne bramki NOR

Różne

B1: bateria 9V PP3 z zatrzaskiem

S1: wyłącznik jednoobwodowy, miniaturowy

WD1: brzęczyk półprzewodnikowy, 9V lub 12V

płytkę drukowaną kod AVT-2052

podstawka 14 stykowa

obudowa plastikowa z serii KM

pokrętko potencjometru

końcówki lutownicze

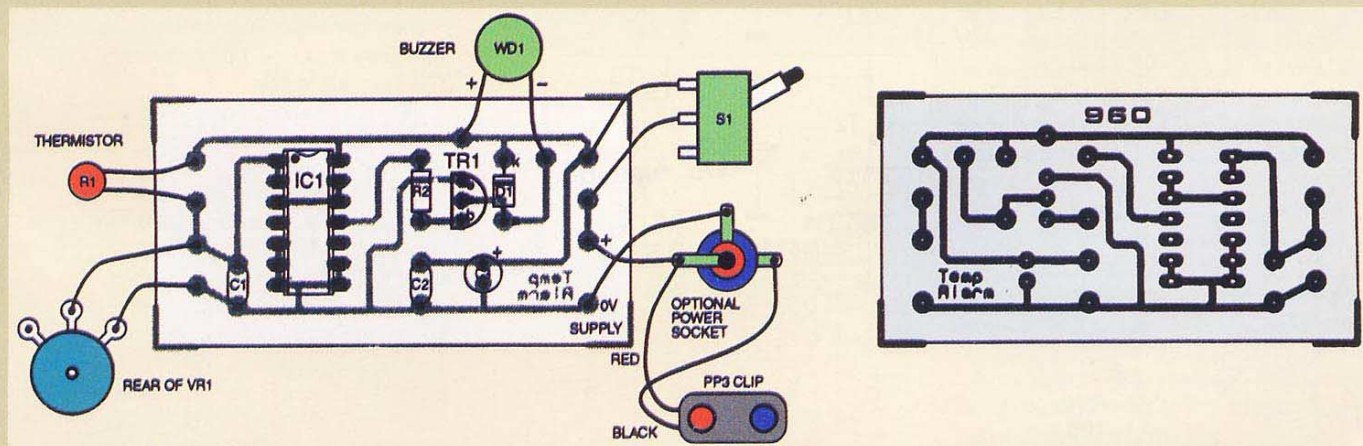
brzegu. Można też, jeżeli jest wymagane zdalne działanie układu, połączyć go z płytką za pośrednictwem długich przewodów.

Na zakończenie płytkę wsuwa się do wnętrza obudowy, dokonuje ostatecznych połączeń, przykleja wewnątrz brzęczyk, umieszcza w środku baterię i można zamknąć obudowę.

Max Horsey

Artykuł publikujemy na podstawie umowy licencyjnej z angielskim miesięcznikiem *Everyday Practical Electronics*.

Uwaga. Płytkę drukowaną lub kompletny zestaw elementów są dostępne w sieci handlowej AVT pod oznaczeniem AVT-2052. Szczegółowe informacje handlowe są podane na wkładce kartonowej.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce i mozaika ścieżek płytki drukowanej.