

Odstraszacz małych zwierząt

Jest to jedno z urządzeń bardzo lubianych przez Czytelników EP - ma bowiem bardzo prostą konstrukcję, a przy tym jest bardzo użyteczne. Przy jego pomocy możemy zabezpieczyć swój ogród lub mieszkanie przed wizytami nieproszonych małych gości. Prostotę układową konstruktor uzyskał dzięki zastosowaniu najnowszego mikrokontrolera firmy Microchip, o zaledwie ośmiu wyprowadzeniach!

Poniższy projekt jest modyfikacją i rozszerzeniem poprzedniego projektu podobnego urządzenia (EPE 5/89), które cieszyło się ogromnym zainteresowaniem Czytelników. Uniemożliwia ono wstęp różnym zwierzętom na świeżo zasiane grządki w ogródku, a także wszędzie tam, gdzie nie są one mile widziane. Częstotliwość pracy urządzenia leży poza zakresem dźwięków słyszanych przez człowieka i nie będzie przeszkadzać sąsiadom.

Zastosowanie w ogródku to tylko jedna z licznych możliwości wykorzystania urządzenia - inne mogą być wręcz korzystne dla odstraszanych zwierząt. Przykładem może tu być ostrzeżenie przed pojazdami o napędzie elektrycznym, które ruszają natychmiast i bezgłośnie, co jest przyczyną wielu wypadków, których ofiarami padają właśnie zwierzęta.

W stosunku do pierwotnej wersji układ ma możliwość wyzwolenia sygnałem pochodzącym z zewnętrznego czujnika, np. podczerwieni. Jest wtedy uruchomiony na pewien okres czasu, po czym zostaje wyłączony i będzie oczekiwał na kolejny impuls wyzwalający. Opcja ta może być uaktywniona bądź zablokowana.

Kolejne istotne rozszerzenie, to dodanie wyjścia umożliwiającego sterowanie drugiego nadajnika ultradźwiękowego, który generuje impulsy w innych momentach niż nadajnik główny. Będzie to dawać wrażenie innego sygnału, nadchodzącego z innego miejsca. Ponieważ rozchodzenie się fali ultradźwiękowej jest kierunkowe, zwierzęta będą odstraszane w sposób bardziej skuteczny i będzie można chronić przed nimi większy obszar.

Opis układu

Uproszczony schemat blokowy odstraszacza przedstawia **rys.1**. Układysterowuje krótkimi impulsami o dużej mocy nadajnik ultradźwiękowy pracujący z częstotliwością 32kHz, przy czym wy-

sterowania te następują w przypadkowych odstępach czasu i trwają od dwóch do czterech sekund. Pobór prądu jest umiarkowany i umożliwia zastosowanie zasilania akumulatorowego - wynosi on średnio 15mA, a więc 6 akumulatorów Ni-Cd typu C zapewnią autonomię urządzenia przez około 80 godzin. Jeśli przewidywana jest bardzo intensywna eksploatacja urządzenia, lepiej jest wykorzystać jako źródło zasilania stary akumulator samochodowy lub zastosować zasilanie sieciowe.

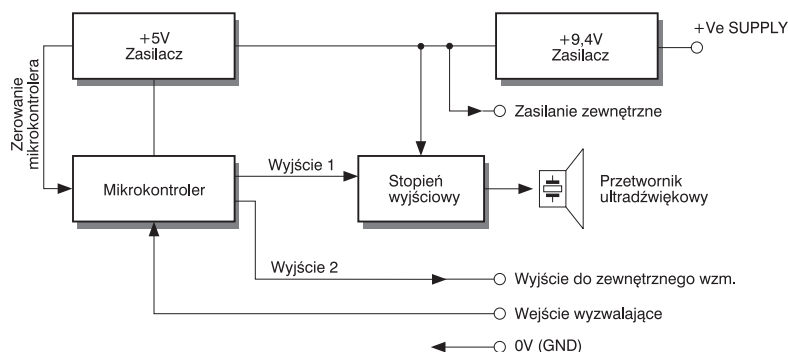
Układ zawiera stabilizator napięcia, na którego wejście podać można dowolne napięcie od 9V do 24V. Napięcie nie musi być wygładzane, ponieważ w układzie znajduje się kondensator o dostatecznie dużej pojemności. Zasilanie może być doprowadzone przewodem o długości do 80m.

Inny atrakcyjny wariant zasilania to użycie niewielkiej baterii słonecznej i ośmiu akumulatorów Ni-Cd (typu AA). Takie rozwiązanie będzie skuteczne przez większą część sezonu ogródkowego i przyda się szczególnie tam, gdzie nie doprowadzono jeszcze zasilania sieciowego.

Opis układu

Kompletny schemat ideowy odstraszacza przedstawia **rys.2**. Układ IC1 jest programowanym mikrokontrolerem, generującym paczki sygnału o częstotliwości 32kHz, które przez rezystor R12 są podawane na bazę tranzystora TR2, tworzącego stopień wyjściowy.

Obciążenie tranzystora TR2 stanowi układ rezonansowy L1, C2, dostrojony do częstotliwości 32kHz. Podczas trwania każdej z paczek sygnału, tranzystor TR2 jest kluczowany z częstotliwością 32kHz. Podczas pierwszego włączenia tranzystora, prąd przepływa przez uzwojenia cewki L1, a energia jest magazynowana w polu rdzenia ferrytowego cewki. Po wyłączeniu tranzystora napięcie na cewce narasta do około +50V i ładuje kondensator C2.



Rys. 1. Uproszczony schemat blokowy odstraszacza zwierząt.

Energia zgromadzona w C2 zostaje następnie przekazana do pola cewki. Cykle takie wykazywałyby malejącą amplitudę napięcia, ale po każdym włączeniu tranzystor TR2 doprowadza energię do układu i amplituda nie maleje. Jeśli układ rezonansowy jest prawidłowo zestrojony, a kluczowanie tranzystora TR2 odbywa się we właściwych momentach, na cewce L1 stale jest obecny sygnał o wysokiej amplitudzie i częstotliwości 32kHz, przekazywany do nadajnika TX1 przez diodę Zenera D3 i diodę LED D4.

Dioda D2 stanowi bardzo istotny element układu - uniemożliwia spadek napięcia na cewce poniżej napięcia masy zasilania. Bez diody w układzie, tranzystor TR2 byłby polaryzowany rewersyjnie, co prowadziłoby do ograniczenia amplitudy międzyszczytowej napięcia na obciążeniu. Aby zminimalizować straty, jako D2

należy bezwzględnie użyć diody podanej w wykazie elementów.

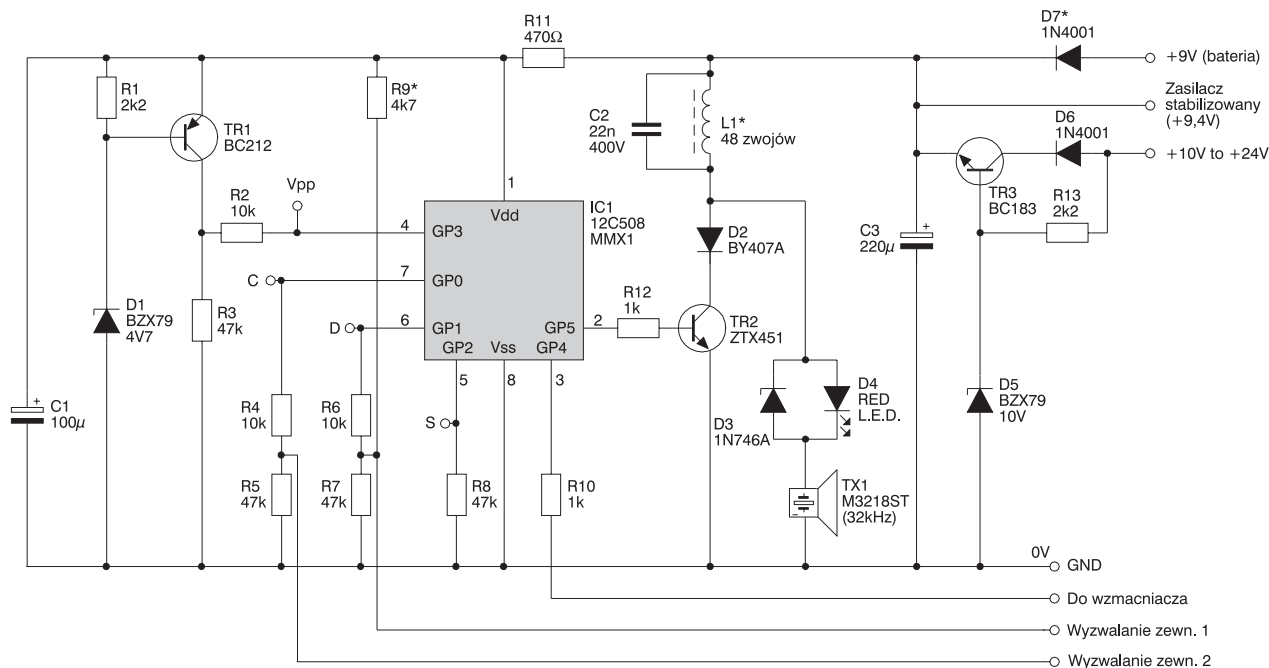
Przepływ prądu przez przetwornik TX1 sygnalizuje dioda LED D4, która świeci podczas dodatnich połówek cyklu. Wskazuje to na prawidłowe działanie układu. Podczas ujemnych połówek cyklu prąd płynie przez diodę D3. Jako D3 użyto diody Zenera o niskim napięciu przebicia, w związku z czym można nawet zrezygnować z obecności diody LED w układzie, który bez niej także będzie funkcjonował prawidłowo. Rozwiązanie takie może być interesujące zwłaszcza wtedy, gdy nie chcemy, by urządzenie przyciągało czyjąkolwiek uwagę.

Zasilacz zaprojektowano tak, by mógł współpracować z różnymi napięciami zasilania. Jest to bardzo istotne, ponieważ przetwornik TX1 jest sterowany dużym sygnałem i mógłby ulec

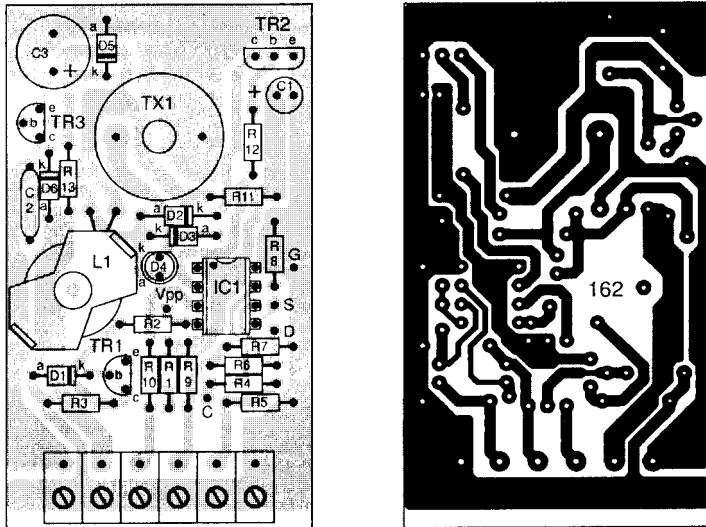
zniszczeniu przy zbyt wysokim napięciu zasilania. Standardowe, niestabilizowane zasilacze o nominalnym napięciu 9V mogą dawać nawet do 20V napięcia wyjściowego, co najpewniej doprowadziłoby do uszkodzenia przetwornika TX1. Sytuacji takiej zapobiega stabilizator, zapewniający napięcie zasilania układu 9,4V, przy napięciu wejściowym stabilizatora od 10V do 24V. Dioda D6 zabezpiecza układ przed skutkami odwrotnego podłączenia biegunów zasilania. Dioda Zenera D5 daje napięcie odniesienia bazy tranzystora TR3, wynoszące 10V dla szerokiego zakresu napięć wejściowych stabilizatora. Tranzystor TR3 jest włączany, gdy napięcie na jego emiterze spada o 0,6V w stosunku do potencjału bazy. Do obciążenia płynie wtedy prąd przez diodę D6 i tranzystor TR3. Jeśli napięcie na obciążeniu osiągnie 9,4V, tranzystor zostaje zatknięty, a napięcie doprowadzane do obciążenia jest stabilizowane. Kondensator C3 wygładza napięcie i odspręża linię zasilania.

Napięcie 9,4V zasila stopień wyjściowy i jest wyprowadzone na zewnątrz układu, z przeznaczeniem do zasilania ewentualnego drugiego modułu urządzenia.

Napięcie zasilające układ IC1 jest obniżone do około 5V dzięki obecności drugiego stabilizatora napięcia z rezystorem R11 ograniczającym prąd, diodą Zenera D1 i złą-



Rys. 2. Schemat ideowy odstraszacza zwierząt.



Rys. 3. Mozaika ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów na płytce (skala 1:1).

czem E-B tranzystora TR1. Elementy te stabilizują napięcie zasilania i zabezpieczają przed jego spadkiem układ IC1. Mikrokontrolery zazwyczaj źle działają przy obniżonym napięciu zasilania. Wyjściem w takiej sytuacji jest podanie impulsu zerującego, powodującego rozpoczęcie działania procesora od pierwszej linii programu.

Zastosowany w urządzeniu kontroler będzie działał bardzo dobrze i będzie znosił znaczne wahania napięcia zasilania. Mimo to, warto uzupełnić układ o kilka elementów, które wyeliminują wszelkie możliwości niewłaściwego działania kontrolera.

Wyprowadzenie 4 układu IC1 jest wejściem zerowania. Podanie na to wyprowadzenie niskiego poziomu powoduje wyzerowanie rejestrów kontrolera i wystartowanie programu od pierwszej instrukcji.

Po włączeniu napięcia zasilania, na wyprowadzeniu 4 układu IC1 - dzięki obecności rezystora R3 - utrzymuje się niski poziom, utrzymujący kontroler w stanie wyzerowania. Sytuacja taka utrzymuje się do momentu włączenia tranzystora TR1.

Po włączeniu zasilania, napięcie na diodzie Zenera D1 narasta i ustala się na poziomie 4,7V, kiedy dioda zaczyna przewodzić. Napięcie zasilania układu IC1 jest już prawidłowe, niemniej jednak tranzystor TR1 w dalszym ciągu nie przewodzi, utrzymując niski poziom na wejściu zerującym IC1. Gdy napięcie na emiterze TR1 wzrośnie o dalsze 0,6V, zacznie

przewodzić złącze E-B, tranzystor TR1 zostanie włączony, a na wyprowadzeniu 4 układu IC1 pojawi się stan wysoki. W tym momencie kontroler zaczyna wykonywać instrukcje programu. Jeśli z jakiegokolwiek powodu napięcie spadnie, tranzystor TR1 zostaje wyłączony, a kontroler utrzymywany w stanie wyzerowania. Stan ten będzie trwał do momentu powrotu właściwego napięcia zasilania.

Stabilizację napięcia zasilania układu IC1 zapewnia dioda D1 szeregowo połączona ze złączem E-B tranzystora TR1. Jest to rozwiązanie niestandardowe, ale działa bardzo dobrze i jednocześnie zabezpiecza kontroler przed konsekwencjami spadku napięcia zasilania.

Wyprowadzenia 6 i 7 układu IC1 umożliwiają zewnętrzne wyzwalenie urządzenia. Rezystory R4 i R6 stanowią zabezpieczenie przed zbyt dużym natężeniem prądu wejściowego, a rezystory R5 i R7 wymuszają niski poziom na wejściach 6 i 7.

Rezystor podciągający R9 umożliwia wyzwalenie układu sygnałem opadającym. Jeśli chcemy zrezygnować z opcji zewnętrznego wyzwiania, należy wyprowadzenia 6 i 7

układu IC1 zewrzeć ze sobą, aby dzięki obecności rezystora R9 panował na nich stan wysoki.

Drugi sygnał wyjściowy jest dostępny na wyprowadzeniu 3 układu IC1. Sygnał ten, analogicznie jak sygnał na wyprowadzeniu 2, powinien sterować układ składający się z tranzystora wyjściowego, cewki i przetwornika ultradźwiękowego. R10 pełni funkcję rezystora ograniczającego prąd bazy.

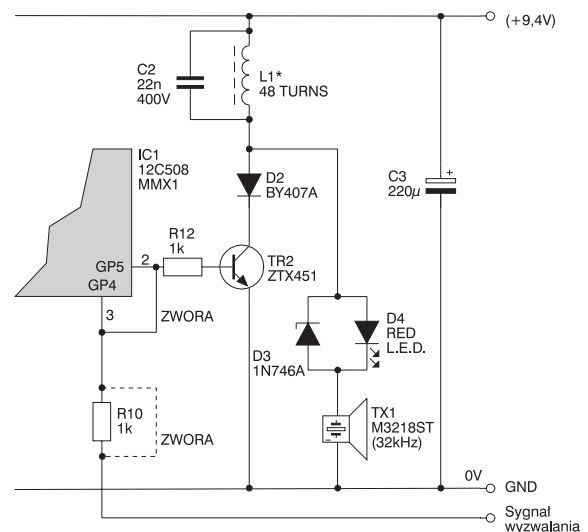
Aby ograniczyć wpływ pojemności kabli, długość przewodu łączącego układ z drugim modulem wyjściowym nie powinna przekraczać 10m. W przypadku długości większych lepiej jest użyć dwóch, niezależnych odstraszaczy z jednym układem zasilającym.

Ponieważ w takiej sytuacji oba układy będą pracowały niezależnie, generowane przez nie sygnały nie będą zsynchronizowane i odstraszanie może być bardziej skuteczne.

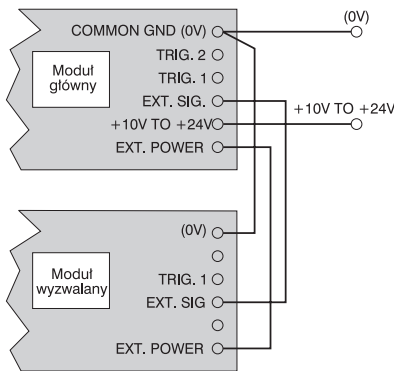
Montaż i uruchomienie

Odstraszacz należy zmontować na płytce drukowanej, której rozkład ścieżek i rozmieszczenie elementów przedstawia **rys.3**.

Aby jak najbardziej uprościć montaż, wszystkie podzespoły, w tym dioda LED i przetwornik ultradźwiękowy, znajdują się na tej samej płytce. Każda płytka odstraszacza stanowi więc niezależne, samodzielne urządzenie, a jedyne połączenia zewnętrzne to doprowadzenie zasilania, wyprowadzenie zasilania do drugiego



Rys. 4. Modyfikacje drugiego modułu odstraszacza - dwie zworki (między kontaktami 2 i 3 podstawki i zamiast rezystora R10). Pozostałe elementy jak w module głównym.



Rys. 5. Okablowanie dwóch modułów odstraszczy.

go modułu oraz ewentualnie podłączenie sensorów zapewniających wyzwalenie zewnętrzne.

Przed przystąpieniem do montażu dobrze jest wykorzystać płytkę jako szablon do wykonania w obudowie otworów pod przetwornik i diodę LED. W tym celu należy zaznaczyć na pokrywie obudowy punkty odpowiadające otworom w płytce, przeznaczonym do montażu przetwornika i diody LED. Środki okręgów, które należy wyciąć, leżą w połowie odcinków łączących pary otworów. Średnica otworu pod diodę LED powinna wynosić 3mm.

Płytkę można przymocować do spodniej części lub do pokrywy obudowy. Mocowanie do pokrywy jest wygodniejsze, ale śruby mocujące będą wtedy widoczne.

Montaż należy rozpocząć od wstawienia niskich elementów: rezystorów i diod. Przy montażu tych ostatnich należy zwracać uwagę na ich polaryzację. Kreska widoczna na symbolu diody na schemacie rozmieszczenia elementów oznacza katodę.

Lutowane elementy powinny leżeć na płytce. Najłatwiej jest lutować po kilka elementów i odcinać ich wyprowadzenia przed przystąpieniem do montażu następnych.

Po zakończeniu montażu mniejszych elementów włutować podstawkę pod układ IC1, a następnie kondensatory. Kondensator C2 może być włutowany dowolnie, natomiast kondensatory C1 i C3 mają określoną polaryzację - od strony wyprowadzenie „ujemnego“ na obudowie kondensatora widnieje kreska.

Wszystkie użyte w układzie tranzystory są różnych typów i nie wolno ich zamieniać miej-

scami. Przy doborze tranzystorów należy zwrócić szczególną uwagę na BC212 i BC183, które dostępne są w dwóch wariantach wyprowadzeń. Nie należy używać tranzystorów z literą „L“ na końcu symbolu, a jedynie z literą „K“ lub bez żadnej litery.

Przygotowując cewkę L1 należy nawinąć na karkas 48 zwojów drutu i okleić je taśmą samoprzylepną. Zwoje nie muszą być nawijane ciasno ani w sposób szczególnie uporządkowany.

Wyprowadzenia cewki powinny znaleźć się z tej samej strony rdzeni, tak aby na karkasie znalazło się 49 pełnych uzwojeń. Wyprowadzenia powinny mieć długość około 30mm, z czego ostatnie 6mm należy oczyścić z emalii, np. papierem ściernym lub nożem, i pocynować.

Cewkę można teraz zamontować na płytce. Wyprowadzenia cewki należy przylutować do płytki w punktach oznaczonych symbolem L1.

Płytkę jest utrzymywana we właściwym położeniu w obudowie po włożeniu przetwornika ultradźwiękowego w otwór z gumowym przepustem o średnicy 18mm. Montażu najlepiej jest dokonać wstawiając - nie lutując - wyprowadzenia diody LED w otwory płytki (zwracając uwagę na to, by krótsze wyprowadzenie znalazło się od strony przetwornika TX1) i wkładając przetwornik w otwór z przepustem. Następnie włożyć płytkę tak, by wyprowadzenia przetwornika tra-

fiły w przewidziane pod nie otwory i przylutować je. Wepchnąć diodę LED w otwór obudowy i przylutować. Jeśli dioda zostanie włutowana odwrotnie, nie ulegnie ona uszkodzeniu, ale po prostu nie będzie świecić.

Płytkę można teraz wyjąć z obudowy, wypychając przetwornik z otworu z przepustem, a następnie przystąpić do uruchamiania.

Przed wstawieniem układu IC1 w podstawkę należy dokładnie sprawdzić montaż i lutowanie. Staranne sprawdzenie, z użyciem szkła powiększającego, pozwoli uniknąć długotrwałego poszukiwania usterek.

Przed wstawieniem układu IC1 w podstawkę należy sprawdzić zasilacz. Wystarczy do tego prosty multimetr umożliwiający pomiar napięcia stałego w zakresie od 0V do 10V oraz zasilacz o napięciu od 12V do 20V. Może to być zasilacz sieciowy lub zestaw baterii, z ograniczeniem natężenia prądu, np. przez rezystor szeregowy o wartości od 10Ω do 100Ω.

Doprowadzić napięcie z zasilacza do odpowiednich punktów płytki i zmierzyć napięcie na diodzie Zenera D5, które powinno wynosić około 10V.

Jeśli napięcie to jest niskie, upewnić się, czy dioda D5 nie została odwrotnie włutowana. Jeśli jest ono zbyt wysokie, sprawdzić czy dioda została prawidłowo włutowana i czy jest to rzeczywiście dioda o napięciu Zenera 10V. Jeśli wartość napięcia jest

Mikrokontroler PIC 12C508

Przedstawiany projekt wykorzystuje nowy mikrokontroler PIC firmy Microchip. W wielu prostych zastosowaniach niezbędne są elastyczność i duże możliwości mikrokontrolera oraz ograniczona liczba linii we/wy. Przed wprowadzeniem na rynek mikrokontrolera PIC 12C508 jedynym rozwiązaniem było użycie układu o 18 wyprowadzeniach, zajmującego więcej miejsca i powodującego wyższe koszty (wynika to z kosztów obudowy i transportu układów scalonych).

Nowy układ firmy Microchip ma nie tylko małe wymiary, ale również w pełni wykorzystuje swe wyprowadzenia. Poza dwoma wyprowadzeniami zasilania wszystkie pozostałe 6 może być użytych jako linie we/wy. W takiej konfiguracji zamiast zewnętrznego rezonatora kwarcowego wykorzystuje się wewnętrzny generator zegarowy RC. Stabilność i dokładność takich generatorów jest zwykle niska, ale układ wyposażony jest w specjalny kod „kalibracyjny”, który umożliwia dostrojenie generatora zgodnie z wymaganiami.

prawidłowa, sprawdzić, czy napięcie na kondensatorze C3 wynosi około 9V. Jeśli jest ono niższe, sprawdzić prawidłowość wlutowania tranzystora TR3 i usunąć ewentualne zwarcia w okolicy elementów L1, D2 i TR2, które mogłyby stanowić przyczynę podwyższonego poboru prądu.

Jeśli napięcie zasilania układu wynosi około 9V, sprawdzić czy napięcie na kontakcie 1 podstawki pod układ IC1 jest równe 5V, a napięcie na kontakcie 4 jest bardzo do tej wartości zbliżone. Jeśli napięcia te są nieprawidłowe, sprawdzić elementy TR1, D1, R11 i C1.

Jeśli dostępny jest zasilacz z regulacją napięcia wyjściowego, można sprawdzić, czy napięcie na kontakcie 4 podstawki spadnie do zera, gdy napięcie na kontakcie 1 obniży się poniżej 5V, a także czy napięcia 9V i 5V pozostają stabilne, przy zmianie napięcia wejściowego stabilizatora od 10V do 24V.

Jeśli wszystkie powyższe pomiary dałyby wyniki pozytywne, wstawić układ IC1 w podstawkę i uruchomić zasilanie. Po upływie czterech sekund dioda LED D4 powinna zaświecić, a następnie świecić w różnych odstępach czasu przez około 2.4 sekund.

Jeśli dioda D4 nie świeci, należy upewnić się, czy układ IC1 działa, mierząc napięcia na wyprowadzeniach 1 i 4 (powinny wynosić około 5V) i sprawdzając, czy napięcie na wyprowadzeniu 2 podnosi się do około 1V, w odstępach czasu od dwóch do czterech sekund. Jeśli tak jest, na bazie tranzystora TR2 powinny być mierzalne impulsowe zmiany napięcia około 0,1V. Jeśli warunki uruchamiania urządzenia są luksusowe i dysponujemy oscyloskopem, należy sprawdzić, czy na wyprowadzeniu 2 układu IC1 i na bazie tranzystora TR2 pojawiają się paczki impulsów o częstotliwości 32kHz.

Jeśli impulsy są obecne, ale dioda LED D4 nie świeci, zmierzyc poziom napięcia na kolektorze TR2, który powinien wynosić około 9V. Jeśli napięcie to jest niskie, sprawdzić, czy dioda D2 i cewka L1 zostały prawidłowo wlutowane i czy w układzie nie ma przerwy.

Pozostałe do sprawdzenia elementy to TX1, D3 i D4 (LED). Prosty sposób sprawdzenia diody D4 jest zwarcie przetwornika ultradźwiękowego rezystorem około 1kΩ. Jeśli dioda D3 i D4 zostały właściwie wlutowane, D4 powinna zaświecić.

Eksploatacja urządzenia

Przy prawidłowej pracy układu może być słyszalny lekki trzask towarzyszący początkowi i końcowi każdej paczki impulsów. Układ pracuje skutecznie, a jego elementy nie ulegają przegrzaniu.

Układ nie wymaga dalszej procedury uruchomieniowej i może zostać użyty zgodnie z przeznaczeniem. Jeśli będzie eksploatowany na zewnątrz, miejsce połączenia części obudowy dobrze jest okleić taśmą PCW i zabezpieczyć przetwornik przed deszczem. Można w tym celu użyć np. przeciętej butelki z tworzywa sztucznego, unikając jednak szczelnego zamknięcia urządzenia. Mogłoby to doprowadzić do niepożądanego wzrostu temperatury.

Adapter sieciowy doskonale nadaje się do zasilania urządzenia, jego przewód musi być jednak podwójnie izolowany, a napięcie mieścić się w przedziale dopuszczalnych napięć wejściowych stabilizatora.

Mikrokontroler PIC posiada drugie wyprowadzenie, na którym dostępny jest ten sam generowany przebieg. Można go wykorzystać do sterowania drugiego modułu odstraszacza. Do budowy drugiego modułu niezbędna jest płytką drukowana oraz elementy R12, TR2, TX1, D2, D3, D4, C2, C3 i L1.

Zasilanie drugiego modułu pochodzi z pierwszej płytki, a sygnał sterujący ze wspomnianego drugiego wyjścia mikrokontrolera. Połączenie należy wykonać pozbawionym ekranu trójżyłowym przewodem. W module „slave“ należy zewrzeć punkty lutownicze odpowiadające wyprowadzeniom 2 i 3 układu IC1 oraz wlutować zworzkę w miejsce rezystora R10, tak aby sygnał sterujący dotarł do rezystora R12 (rys.4). Rys.5 przedstawia okablowanie obu modułów.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

(węglowe warstwowe, 0,25W, 5%)

R1, R13: 2.2kΩ

R2, R4, R6: 10kΩ

R3, R5, R7, R8: 47kΩ

R9: 4.7kΩ

R10, R12: 1kΩ

R11: 470Ω

Kondensatory

C1: 100μF/6.3V, elektrolityczny, wyprowadzenia jednostronne

C2: 22nF/400V, poliestrowy, raster 10mm

C1: 220μF/16V, elektrolityczny, wyprowadzenia jednostronne

Półprzewodniki

D1: BZX79 (dioda Zenera 4.7V, 200mW)

D2: BY407A (1A)

D3: 1N746A (niskonapięciowa dioda Zenera)

D4: LED, 3mm, wysoka intensywność świecenia

D6, D7: 1N4001 1A/50V (patrz tekst)

TR1: BC121

TR2: ZTX451

TR3: BC183

IC1: PIC 12C508 MMX1, zaprogramowany (patrz tekst)

Różne

TX1: M3218ST, przetwornik ultradźwiękowy 32kHz

L1: cewka z rdzeniem ferrytowym o niskich stratach

Mikrokontroler PIC

Użyty w urządzeniu układ scalony stanowi nowość wśród mikrokontrolerów. Jest to jednorazowo programowalny kontroler, wyposażony w zegar wewnętrzny i kilka (do 6) linii we/wy, oferowany w obudowie o 8 wyprowadzeniach.

Czytelnicy pragnący zaprogramować kontrolery we własnym zakresie mogą uzyskać oprogramowanie na dyskietce (odpłatnie) w redakcji EPE lub ściągnąć je z serwera redakcji (bezpłatnie - adres www.epemag.wimborne.co.uk). Zbiór znajduje się w podkatalogu PICaPEsT.

Mark Stuart, EPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".