

Dzwonek bezprzewodowy

Do czego to służy?

Opisany układ został przewidziany głównie do pracy w roli dzwonka furtki. Uzyskany zasięg, stabilność i znikomy pobór energii zachęca wielu Czytelników do wykorzystania układu także do innych celów. Dla osób, które próbują samodzielnie konstruować układy wykorzystujące promieniowanie podczerwone, analiza układu i podanych wskazówek może się okazać bardzo przydatna, zwłaszcza że w artykule omówiono problem stabilności cieplnej, napięciowej i kwestię ochrony przed wpływami atmosferycznymi.

Dlaczego potrzebny bywa bezprzewodowy dzwonek od furtki?

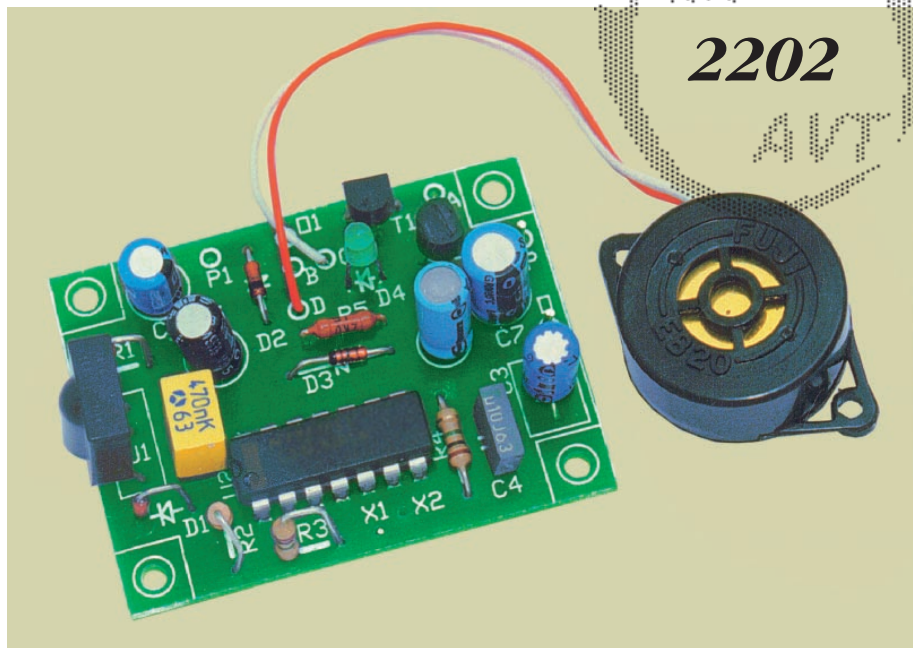
Posiadacze niektórych domków jednorodzinnych najpierw ułożyli chodniki i zagospodarowali teren, choćby urządzając trawnik lub kwietnik, a dopiero potem przypomniało im się, że do furtki trzeba doprowadzić przewód od dzwonka.

Przerzucenie przewodu górą, z dachu domu do słupka furtki nie zawsze jest dobrym wyjściem. W takiej sytuacji znakomitym rozwiązaniem jest wykorzystanie opisywanego układu.

Urządzenie składa się z nadajnika umieszczonego przy furtce, zasilanego z baterii 9-woltowej i odbiornika umieszczonego w mieszkaniu w pobliżu okna.

Po naciśnięciu przycisku dzwonka nadajnik wysyła krótką paczkę impulsów promieniowania podczerwonego. Promieniowanie to, odebrane przez odbiornik podczerwieni, uruchamia sygnał dźwiękowy (brzęczyk piezo).

Dzięki zastosowaniu nowoczesnych elementów uzyskano zasięg przekraczający 80 metrów i to bez użycia jakichkolwiek elementów optycznych (soczewek). Pobór prądu przy tak dużym zasięgu jest znikomy i mała baterijka zasilająca nadajnik starczy na wiele miesięcy pracy.



Jak to działa?

Schemat blokowy urządzenia można znaleźć na **rysunku 1**. Naciśnięcie przycisku S1 powoduje wytworzenie impulsu wyzwalającego o czasie trwania około 1 milisekundy. Ten impuls uruchamia generator o częstotliwości 36kHz. Generator ten pracuje przez czas jednej milisekundy, czyli zdąży wytworzyć mniej więcej 36 impulsów.

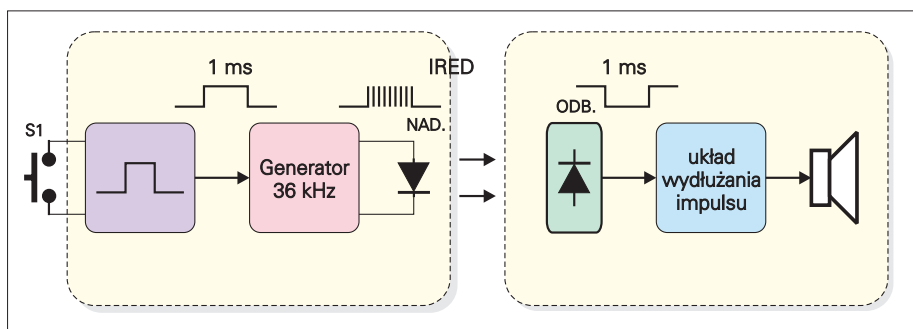
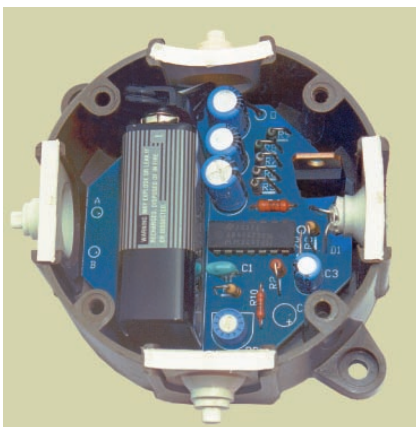
Te impulsy sterują pracą nadawczej diody podczerwieni.

Impulsy promieniowania podczerwonego zostają odebrane przez scalony odbiornik podczerwieni TFMS5360 lub SFH506-36. Po odebraniu porcji impulsów, na wyjściu tego układu pojawi się pojedynczy impuls ujemny o czasie trwania około 1 milisekundy. Impuls ten zostanie przedłużony i podany na brzęczyk piezo, który zasygnalizuje naciśnięcie przycisku w nadajniku.

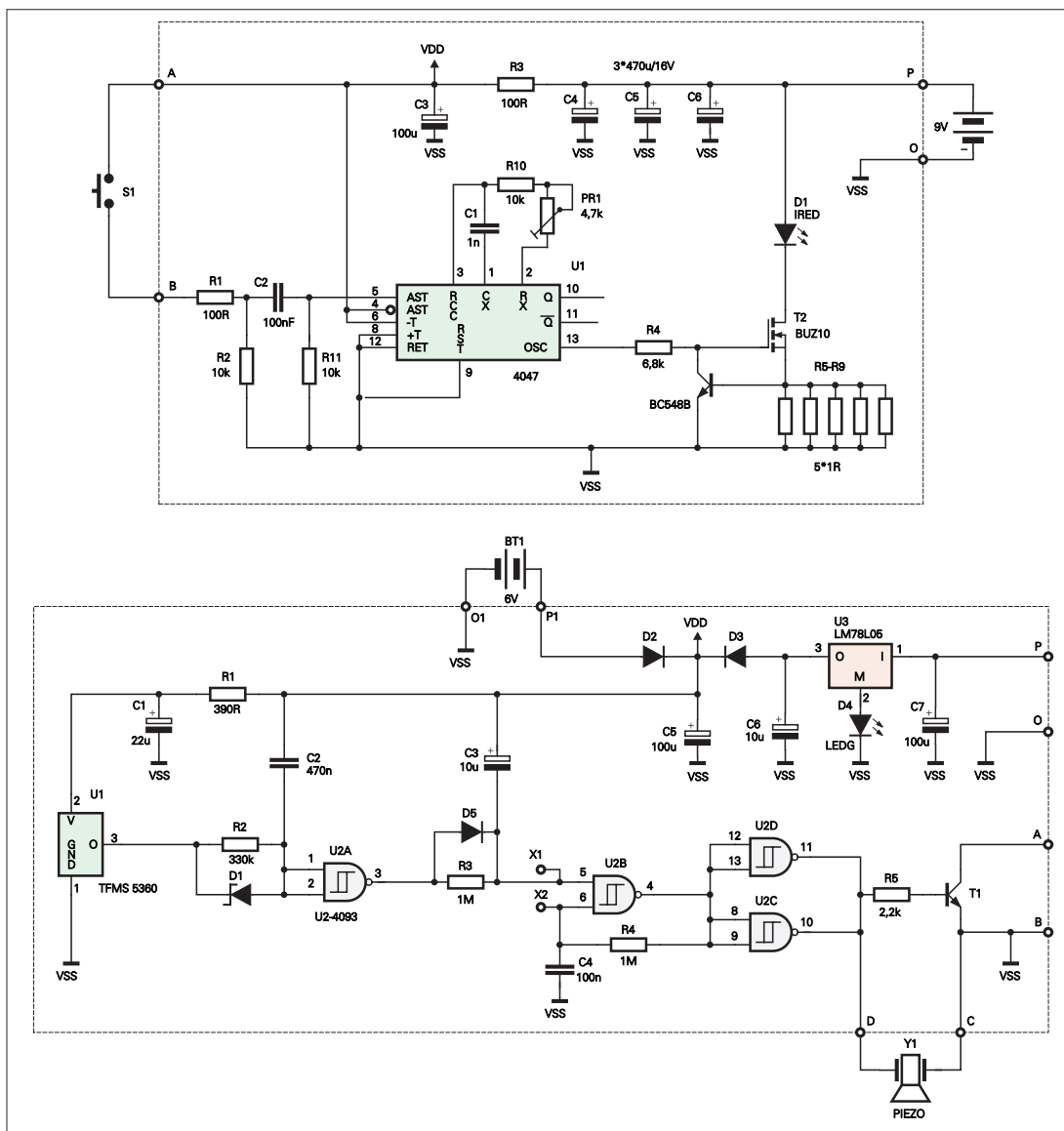
Szczegółowy schemat ideowy nadajnika i odbiornika pokazano na **rysunku 2**.

W układzie nadajnika głównym podzespołem jest kostka U1 (CMOS 4047), pracująca jako generator wyzwany stanem wysokim podawanym na wejście AST (nóżka 5). Częstotliwość generatora wyznaczona przez elementy R10, PR1 i C1 musi wynosić 36kHz i może być precyzyjnie ustawiona za pomocą potencjometru PR1.

W stanie spoczynku na wyjściu OSC występuje stan niski i tranzystor T2 nie przewodzi. Gdy na wyjściu OSC pojawią się dodatnie impulsy (o częstotliwości 36kHz i wypełnieniu 50%), tranzystor T2 będzie przez nie otwierany i przez nadawczą diodę podczerwieni D1 popłynie prąd. W układzie przewidziano obwód ograniczania tego prądu do wartości około 3A. Realizuje to tranzystor T1, który się otwiera po pojawieniu się na jego bazie napięcia około 0,6V i obniża napięcie na bramce tranzystora T3. Otwieranie tranzystora T1 następuje przy napięciu około 0,6V, czyli przy przepływie prądu około



Rys. 1. Schemat blokowy



Rys. 2. Schemat ideowy

3A przez wypadkową rezystancję rezystorów R5 – R9, wynoszącą 0,2Ω.

Prąd o dużej chwilowej wartości (3A) pobierany jest z kondensatorów C4 – C6, a nie bezpośrednio z małej baterii 9-woltowej, która sama z siebie nie byłaby w stanie dostarczyć prądu o wartości chwilowej większej niż 100mA.

Obwód R3 C3 filtruje napięcie zasilania układu scalonego.

Po naciśnięciu S1 przycisku kondensator C2 ładuje się i w obwodzie S1, R1, C2, R11 płynie prąd. Na rezystorze R11 i na wejściu zezwalającym AST na około 1 milisekundę pojawi się stan wysoki, który tylko na ten czas uruchomi generator U1.

Na uwagę zasługuje fakt, że dioda nadawcza jest sterowana impulsami o maksymalnej dopuszczalnej wartości wynoszącej 3A i współczynnika wypełnienia około 50%. Daje to średni prąd diody w czasie pracy równy 1,5A! W takich wa-

runkach dioda nadawcza D1 w żadnym wypadku nie może pracować w sposób ciągły. W EdW 1/98 na stronie 13 pokazano charakterystykę pewnej diody nadawczej i z rysunku b wyraźnie wynika, że czas trwania paczki impulsów powinien być krótszy niż 1 milisekunda. Podane ograniczenie związane jest z silnym nagrzewaniem się delikatnego złącza diody podczerwonej w czasie przepływu dużego prądu.

W prezentowanym dziś układzie czas trwania paczki impulsów nadajnika jest wyznaczony przez stałą czasową R11 C2, co przy podanych wartościach tych elementów daje czas około 1 milisekundy.

Ponieważ dzwonek używany będzie stosunkowo rzadko (można przyjąć, że chodzi o pojedynczy impuls), można sobie pozwolić na pracę na pograniczu danych katalogowych. Ale znaczne zwiększenie czasu trwania paczki impulsów przez zwiększenie wartości R11, C2 mo-

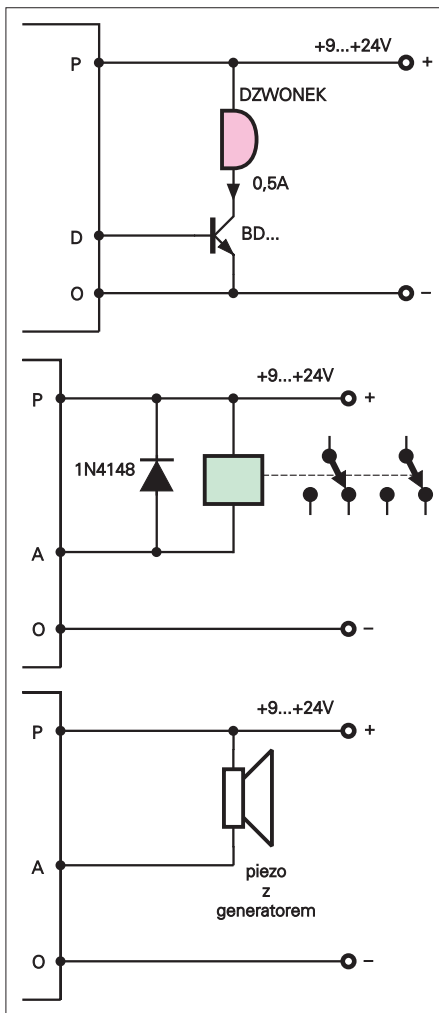
że radykalnie zmniejszyć żywotność diody nadawczej D1 w nadajniku.

Z tego niedwuznacznie wynika, że przy tak dużych prądach diody niemożliwa jest praca urządzenia w sposób ciągły. Jeśli ktoś chciałby przerobić układ do pracy przy częstym powtarzaniu paczek impulsów, powinien skrócić czas ich trwania do około 0,4...0,5ms i zmniejszyć prąd diody D1 do około 2A przez wylutowanie rezystorów R8 i R9. W każdym razie średni pobór prądu przez diodę D1 nie powinien przekroczyć 100mA.

Szczegółowe informacje o sterowaniu diod podczerwonych zawarte są w EdW 1/98 na stronach 11 – 14.

Impulsy promieniowania wysłane przez diodę D1 w nadajniku są odbierane przez specjalizowany układ TFMS5360 lub SFH506-36. Układ ten w module odbiornika ma oznaczenie U1. Na wyjściu tego układu (nóżka 3 układu U1) po odebraniu paczki impulsów z nadajnika, na

około 1 milisekundę pojawi się stan niski. Spowoduje on szybkie naładowanie kondensatora C2 przez diodę Schottky'ego D1. Stan niski na kondensatorze C2 i wejściach bramki U2A utrzyma się przez dłuższy czas po powrocie wyjścia U1 do stanu wysokiego. W rezultacie, po odebraniu paczki impulsów, na wyjściu bramki U2A pojawi się stan wysoki na czas wyznaczony stałą R2 C2. Spowoduje to szybkie rozładowanie (normalnie naładowanego) kondensatora C3 przez diodę D5 a potem powolne ładowanie przez rezystor R3. Stan wysoki na wejściu bramki U2B uruchomi generator zbudowany na tej bramce na czas wyznaczony przez elementy R3 C3. Czas działania odbiornika po jednokrotnym naciśnięciu przycisku S1 można dowolnie zmieniać, dobierając wartość pojemności C3 (1μF...220μF). Generator U2B pracuje z małą częstotliwością rzędu 10Hz, i służy do modulowania dołączonego do punktów C, D brzę-



Rys. 5. Możliwości sterowania urządzeniami zewnętrznymi

czyka piezo z generatorem. Wartość pojemności C4 można zwiększyć, by uzyskać mniejszą częstotliwość modulacji.

Dla zwiększenia wydajności prądowej, do sterowania brzęczyka wykorzystano dwie kolejne bramki z kostki U2. Dodatkowy tranzystor T1 przewidziany jest na wypadek, gdyby układ miał sterować pra-

cą innego urządzenia, na przykład przełącznika lub układu dzwonka o większym poborze prądu.

Ponieważ układ dzwonka powinien mieć rezerwowe zasilanie, przewidziano obwód z diodą D2 i punkty P1, O1 do podłączenia baterii o napięciu 6V. Nie należy używać baterii 9-woltowej, choćby dlatego, że układ U1 powinien być zasilany napięciem 4,5...6V. Aby w czasie normalnej pracy układ był zasilany z sieci, podwyższono napięcie stabilizatora U3 (7805) o około 1,6V, włączając w obwód jego masy czerwoną diodę LED D4. Aby przy zasilaniu baterijnym stabilizator nie pobierał prądu z baterii włączono diodę D3, która jednocześnie obniża napięcie z około 6,6V na wyjściu U3 do około 6V na kondensatorze C5.

Montaż i uruchomienie

Nadajnik i odbiornik można zmontować na płytkach pokazanych na rysunkach 3 i 4. Montaż nie sprawi trudności. W pierwszej kolejności należy wlotować zwory, na końcu układy scalone.

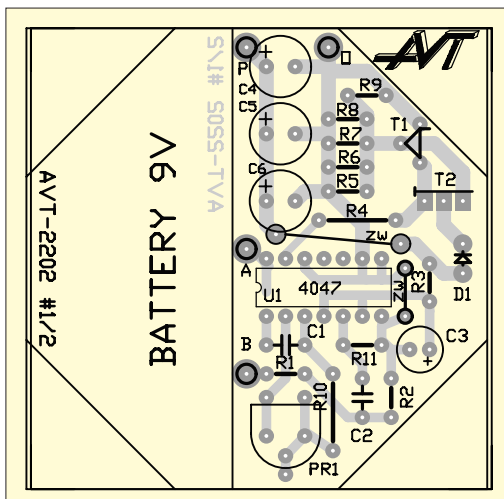
Uwaga! W tej fazie nie montować diody nadawczej D1 w nadajniku!

Jedyną niezbędną regulacją urządzenia jest dobranie właściwej częstotliwości generatora U1 w nadajniku za pomocą potencjometru PR1. Częstotliwość powinna wynosić 36kHz \pm 1kHz.

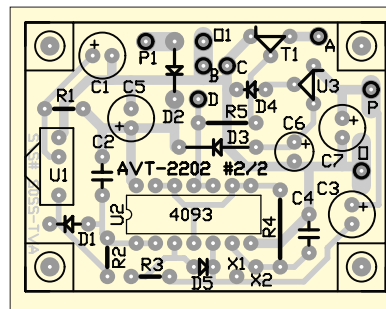
Podczas tej regulacji nadajnik należy zasilać z zasilacza o napięciu 9V \pm 0,3V.

Przy naciskaniu przycisku S1, generator nadajnika jest włączany tylko na około 1 milisekundę. Tego czasu nie trzeba mierzyć, jest on z wystarczającą tolerancją wyznaczony przez elementy R11, C2.

Przy tak krótkim czasie pracy generatora, nie da się jednak zmierzyć jego częstotliwości. Na czas pomiaru częstotliwości trzeba więc zewrzeć nóżki 14 i 5 układu U1, czyli włączyć generator na stałe. Teraz można zmierzyć i wyregulować częstotliwość korzystając choćby z cyfrowego multimetru mającego taką opcję, a potem włączyć generator.



Rys. 3. Schemat montażowy nadajnika



Rys. 4. Schemat montażowy odbiornika

Kto nie posiada żadnego częstotlicznika może w stosunkowo prosty sposób wyregulować częstotliwość generatora, strojąc go po prostu na maksimum czułości odbiornika.

W tym celu diodę nadawczą D1 należy wstępnie dołączyć do układu, ale włączoną przez szeregowy rezystor o wartości kilku kiloomów. Szeregowy rezystor jest niezbędny do ograniczenia prądu diody do niewielkiej wartości. Zasięg znacznie się zmniejszy, ale właśnie o to chodzi. Przy pełnej mocy świecenia odbiornik reaguje na światło odbite od ścian i sufitu pomieszczenia, co uniemożliwiłoby regulację. Przy małej mocy świecenia diody nadawczej nadajnik i odbiornik należy umocować w ustalonych pozycjach naprzeciw siebie i naciskając przycisk S1, regulować potencjometr PR1 na maksimum czułości. Po naciśnięciu przycisku

Wykaz elementów nadajnika

Rezystory

- R1, R3: 100 Ω
- R2, R11: 10k Ω
- R4: 6,8k Ω
- R5-R9: 1 Ω
- R10: 10k Ω
- PR1: PR 4,7k Ω miniaturowy cermetowy

Kondensatory

- C1: 1nF foliowy
- C2: 100nF foliowy
- C3: 100 μ F/10V
- C4-C6: 470 μ F/10V

Półprzewodniki

- D1: dioda IRED np. LD274
- T1: BC548B
- T2: BUZ10
- U1: 4047

Pozostałe

- S1: włącznik dzwonka (nie wchodzi w skład kitu)

odbornika

Rezystory

- R1: 390 Ω
- R2: 330k Ω
- R3, R4: 1M Ω
- R5: 2,2k Ω

Kondensatory

- C1: 22 μ F/10V
- C2: 470nF
- C3, C6: 10 μ F/10V
- C4: 100nF
- C5: 100 μ F/10V
- C7: 100 μ F/25V

Półprzewodniki

- D1: dioda Schottky'ego 0,2A np. BAT84
- D2, D3, D5: dioda 1N4148
- D4: LED zielona
- T1: BC548B
- U1: TFMS5360 lub SFH506-36
- U2: 4093
- U3: LM78L05

Pozostałe

- Y1: piezo z generatorem

Uwaga – w skład zestawu AVT-2202 wchodzi elementy zarówno nadajnika, jak i odbiornika.

w nadajniku powinien się odezwać brzęczyk w odbiorniku.

Tak metoda eksperymentalna jest nawet lepsza od ustawiania częstotliwości za pomocą częstotliciemierza, bowiem odbiorniki podczerwieni mogą mieć pewien rozrzut od nominalnej częstotliwości 36kHz.

Po wyregulowaniu częstotliwości, diodę nadawczą D1 należy ostatecznie wmontować w układ.

W roli diody nadawczej warto zastosować diodę o wąskim kącie promieniowania, na przykład LD274, TSIP520X czy SFH400. Pozwoli to uzyskać zasięg ponad 80 metrów. Tyle uzyskano w modelu z diodą LD274. Ale nawet ze zwykłą diodą podczerwoną o szerokim kącie świecenia (od pilota zdalnego sterowania), zasięg przekraczał 30m.

Płytkę nadajnika można umieścić w hermetycznej puszcze używanej przez elektryków. Należy wtedy obciąć zaznaczone narożniki płytki. Jeśli puszka okazałaby się za niska i byłyby kłopoty z umieszczeniem baterii, należy dodatkowo obciąć nie wykorzystaną część płytki drukowanej. Z puszek wychodzić będzie tylko przewód do przycisku dzwonka S1 oraz dioda nadawcza IRED lub przewód do niej.

W stanie spoczynku nadajnik nie pobiera prądu, a po naciśnięciu przycisku włącza się jedynie na milisekundę. Jedna bateria wystarczy więc na wiele miesięcy pracy. Zużyje się ona wskutek samorozładowania, a nie przez pobierany prąd. Trzeba jednak pamiętać, że nawet trochę wilgoci i zmniejszenie rezystancji między stykami przycisku dzwonka może powoli rozładować baterię, bo prąd będzie przepływał przez niedoskonałą rezystancję styków przełącznika S1, rezystor R1 i R2. W skrajnym przypadku silnego zawilgocecia przycisku S1 (rezystancja izolacji mniejsza niż 10k Ω) praca nadajnika będzie niemożliwa, bo na rezystorze R2 będzie występować napięcie większe niż połowa napięcia zasilającego (i będzie płynął prąd około 0,4...0,8mA). Takie katastrofalne zmniejszenie oporności izolacji między stykami przycisku S1 jest wprawdzie bardzo mało prawdopodobne, ale wykluczyć się nie da, dlatego w roli S1 trzeba zastosować taki przycisk, który ma duży odstęp styków i konstrukcję uniemożliwiającą dostanie się wody czy wilgoci. Dobrym rozwiązaniem byłby przycisk z magnesem i kontaktronem, który można dobrze zabezpieczyć przed wilgocią.

Zastosowanie puszek hermetycznej zabezpieczy układ przed wpływami atmosferycznymi. Ale nie chodzi tu tylko o zabezpieczenie przed deszczem. Dla prawidłowej pracy układu groźna może być nawet wilgoć osadzająca się w postaci rosy. Dlatego jeśli urządzenie ma być nie-

zawodne, płytkę należy starannie polakierować lakierem izolacyjnym (np. w aerozolu). Miejsce wyjścia przewodów należy hermetyzować za pomocą jakiejś zalewy silikonowej.

Egzemplarz modelowy nie był wprawdzie zastosowany zgodnie z przeznaczeniem, ale sprawdzono stabilność częstotliwości generatora nadajnika.

Jeśli układ ma nadawać się do celów praktycznych, musi pracować tak zimą przy temperaturach do -20°C, jak i latem przy temperaturach powyżej +30°C. Wiadomo, że w niskich temperaturach baterie tracą pojemność i mają większy opór wewnętrzny. Dlatego do zasilania nadajnika nie należy stosować najtańszych baterijek węglowo-cynkowych, tylko droższe baterie alkaliczne.

Krytycznym parametrem urządzenia jest nie kwestia zasilania, tylko częstotliwość generatora 36kHz. Przy zmianach temperatury i napięcia w założonych granicach, częstotliwość nie powinna zmieniać się więcej niż o $\pm 5\%$ (por. charakterystykę czułości odbiornika w EdW 1/98 na str. 12).

Przeprowadzono stosowne testy modelu i wyniki okazały się znakomite. Okazało się, iż przy zmianie napięcia zasilania z 9V na 6V częstotliwość zmniejszyła się tylko o 4%. Przy zwiększeniu napięcia z 9V do 12V częstotliwość wzrosła tylko o 1,8%. Przy wzroście temperatury do +50°C częstotliwość spadła o 2,1%, a przy spadku do -18°C wzrosła o 5,4%. Właśnie do osiągnięcia takiej stabilności zastosowano stabilny układ scalony 4047, a nie prosty generator z bramką Schmitta, jak w eksperymentalnym układzie opisanym w EdW 1 i 2/98. Dla uzyskania takiej stabilności w roli kondensatora C1 w nadajniku nie wolno stosować kondensatora ceramicznego ferroelektrycznego, tylko foliowy.

Z odbiornikiem nie będzie takich problemów, bo będzie on umieszczony w temperaturze pokojowej. Odbiornik może być zasilany z jakiegokolwiek zasilacza o napięciu 9...12V i prądzie 100mA lub nawet mniejszym.

W układzie modelowym elementem wykonawczym jest brzęczyk piezo. Wielu Czytelników zechce zastosować inny sygnał dźwię-

kowy (np. układ z melodyjką), i wtedy odbiornik będzie tylko sterował pracą dodatkowego urządzenia. W przypadku sterowania urządzeniami zewnętrznymi niepotrzebna, a nawet niepożądana będzie praca generatora modulującego U2B. Aby go wyłączyć i uzyskać na wyjściach sygnał ciągły, wystarczy zewrzeć punkty X1, X2 i nie montować elementów R4, C4. Rysunek 5 pokazuje kilka sposobów sterowania urządzeniami zewnętrznymi.

Piotr Górecki

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2202