



# Czterokanałowe zdalne sterowanie



- układ przydatny w każdym mieszkaniu
- doskonały temat pracy dyplomowej
- niski koszt
- cztery niezależne kanały do dyspozycji
- jeden pilot obsługuje dowolną liczbę odbiorników
- możliwość dalszej rozbudowy
- łatwe uruchomienie, bez przyrządów pomiarowych

Wszelkie systemy zdalnego sterowania cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem Czytelników. Na łamach EdW przedstawiliśmy już kilka takich układów, a prośby wyrażane w ramach miniankiety i w listach wskazują, że nie powinniśmy na tym poprzestać.

Prezentujemy więc kolejny system, który wielu Czytelników zechce wykorzystać we własnych domach, ewentualnie uczynić podstawą pracy dyplomowej. Nadajnik wytwarza cztery różne sygnały. Dany odbiornik reaguje tylko na jeden z nich. W systemie mogą pracować więcej niż cztery odbiorniki - jeden sygnał może powodować reakcję dowolnej liczby odbiorników.

Ze względu na niski koszt opłaca się budować nawet system minimalny, gdzie nadajnik steruje pracą tylko jednego odbiornika, na przykład nocej lampki w sypialni.

Układ modelowy, pokazany na fotografiach, był testowany nie tylko w pracowni Konstrukcyjnej AVT, lecz także w mieszkaniu autora, gdzie zyskał opinię bardzo przydatne-

go dodatku, umożliwiającego łatwe sterowanie lampek w sypialni i pokoju gościnnym.

Co prawda projekt oznaczono dwiema gwiazdkami, jednak samo wykonanie i uruchomienie układów nie powinno sprawić trudności nawet niezbyt doświadczonym. Dwie gwiazdki określające stopień trudności pojawiły się tylko ze względu na obecność w odbiorniku groźnego dla życia i zdrowia napięcia sieci 220V. Z tego względu osoby niepełnoletnie i niedoświadczone mogą wykonać i uruchomić układ jedynie pod opieką wykwalifikowanych opiekunów.

Niezbędne regulacje nie sprawiają żadnych trudności, ponieważ dla wygody dodano diody LED, pełniące rolę wskaźników. Dzięki tym diodom podczas strojenia nie są potrzebne żadne przyrządy pomiarowe, co jest dodatkową, bardzo istotną zaletą.

Opisywany system wykorzystuje promieniowanie podczerwone, jednak nie ma nic wspólnego z kodem RC-5. Został zaprojektowany z uwzględnieniem kilku istotnych założeń.

Przede wszystkim miał to być system 3- lub 4-kanałowy, w którym za pomocą jednego pilota można sterować wieloma oddzielnymi urządzeniami. W każdym kanale mogłoby pracować wiele odbiorników. Po drugiej stronie odbiorniki miały być umieszczone w obudowach wtyczkowych z gniazdkiem - chodziło o to, by włączyć/wyłączyć kilka urządzeń domowych, głównie lamp, dołączonych do gniazdek znajdujących się w różnych punktach pomieszczenia. Zasięg systemu nie miał być duży - do 5m, ponieważ wszystkie urządzenia będą w jednym pomieszczeniu. System miał też być tani, a urządzenia - proste.

Po analizie okazało się, że postawione zadanie nie jest wcale łatwe. System jedno-, czy nawet dwukanałowy można zrealizować

stosunkowo prosto, ale cztery kanały wymagają bardziej złożonych rozwiązań. Zastosowanie fabrycznego pilota zdalnego sterowania okazało się nieracjonalne, ponieważ w każdym odbiorniku trzeba byłoby zastosować albo scalony dekodery SAA3049 albo mikroprocesor, np. AT89C2051, co spowodowałoby radykalny wzrost kosztów. Należało wykorzystać inny sposób, przy czym odbiorniki musiały być niewrażliwe na sygnały typowych pilotów od sprzętu domowego.

Prostym i tanim rozwiązaniem wydawało się wykorzystanie znanej od lat, taniej kostki NE567 (LM567). Jak wiadomo, jest to dekodery tonu. Potrafi stwierdzić, czy na wejściu pojawiły się sygnały o określonej częstotliwości.

Przewidziano dwie wersje systemu. **Rysunek 1** pokazuje schemat blokowy systemu w dwóch wersjach. W pierwszej każdy z czterech przycisków pilota powodowałby reakcję jednego, "swojego" odbiornika w cyklu załącz/wyłącz. Odebranie każdego kolejnego "swojego" rozkazu powoduje zmianę stanu przekaźnika wykonawczego K1 na przeciwny. W drugiej wersji każdy z trzech przycisków pilota powodowałby włączenie "swojego" urządzenia, natomiast czwarty przycisk służyłby do wyłączania wszystkich urządzeń jednocześnie.

Oczywiście możliwe są jeszcze inne wersje, zależnie od potrzeb.

Model pokazany na fotografiach realizuje wersję pierwszą, gdzie każde kolejne naciśnięcie przycisku w pilocie powoduje zmianę stanu przekaźnika i sterowanego urządzenia. Co ciekawe, droga do ostatecznego sukcesu była w przypadku tego projektu wyjątkowo trudna. Zaprojektowanie schematu ideowego, realizującego idee z rysunku 1 nie było niczym szczególnym. Choć karta katalogowa układu NE567 nie jest napisana w sposób

przejrzysty, schemat ideowy i płytki próbne powstały w krótkim czasie. Niespodzianki pojawiły się dopiero podczas testów. Dały bowiem o sobie znać specyficzne cechy kostki 567, których nie sposób w pełni poznać na podstawie katalogu. Podczas testów wprowadzono istotne zmiany, płytki próbne odbiornika były wykonywane dwa razy, a i tak model odbiornika pokazany na fotografii nieco różni się od ostatecznej płytki drukowanej.

Głównym napotkanym problemem były "śmieci" na wyjściu dekodera tonu - przebieg wyjściowy nie był czystym przebiegiem prostokątnym. W rezultacie przerzutnik T reagował w nieprzewidywany sposób.

Chodziło też o to, że dekodek tonu jest sterowany przebiegiem impulsowym o małym wypełnieniu i pracuje w specyficznych warunkach. Układ ma węższy zakres częstotliwości roboczych, niż wynika ze wzorów podanych w katalogu. Wbrew katalogowym informacjom reaguje na częstotliwość równą połowie częstotliwości nominalnej. Właściwości zależą od kształtu i amplitudy przebiegu wejściowego, czyli w sumie od zawartości różnych harmonicznych.

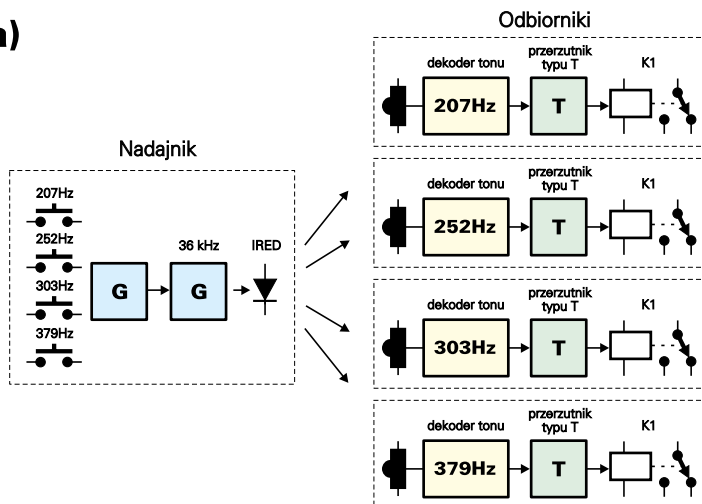
Okazało się, że po włączeniu zasilania układ 567 przez około pół sekundy pracuje nieprawidłowo i zmienia stan przerzutnika U4B. Trzeba było dobrać R13 i C1, a planowana wcześniej kostkę 74LS74 zastąpić wersją CMOS-ową.

Wszystkie wspomniane problemy zostały zbadane i usunięte, niemniej wymagało to dużo pracy.

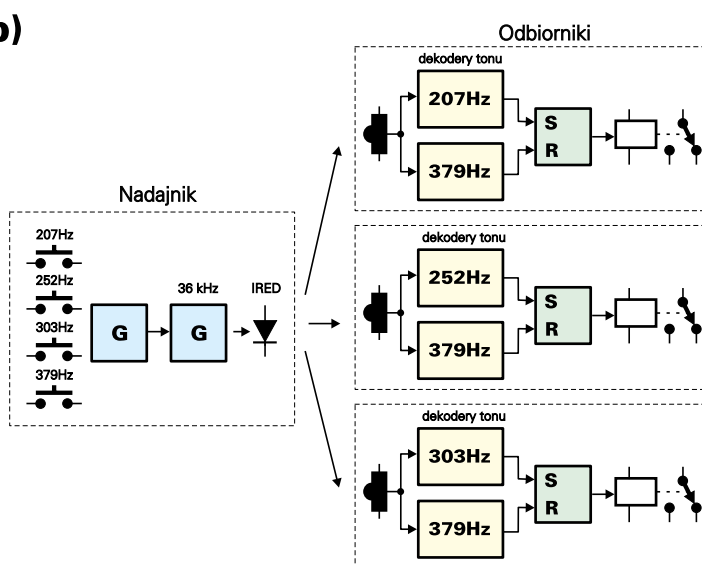
## Opis układu

Schemat ideowy nadajnika pokazany jest na rysunku 2. Pracują tu dwie kostki 4047. Wybór padł na te układy ze względu na dobrą stabilność częstotliwości w funkcji temperatury i napięcia zasilającego. Generator U1

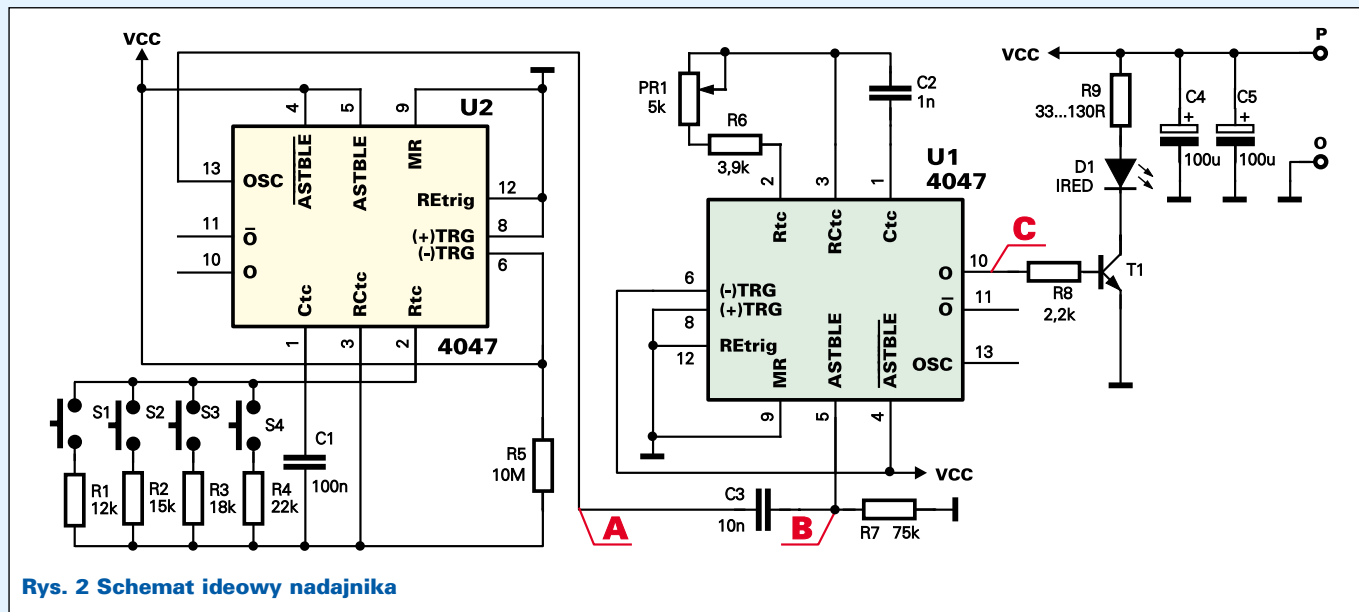
a)



b)



Rys. 1 Schemat blokowy systemu



Rys. 2 Schemat ideowy nadajnika

wytwarza przebieg nośny o częstotliwości równej dokładnie 36kHz, którą należy ustawić za pomocą potencjometru PR1. Kostka U2 pracuje jako generator sterujący pracą układu U1. Zastosowano tu nietypowy sposób pracy. Oba układy cały czas są pod napięciem. W spoczynku żaden z przycisków S1...S4 nie jest naciśnięty i układy U2, U1 nie pracują. Naciśnięcie jednego z przycisków rozpoczyna pracę, a częstotliwość przebiegu wynosi 207Hz, 252Hz, 303Hz, albo 379Hz, zależnie od tego, który przycisk zostanie wciśnięty. Dzięki obecności obwodu różniczkującego R7C3 generator U1 jest uruchamiany nie na czas trwania połowy okresu generatora U2, tylko na czas znacznie krótszy. W efekcie podczerwona dioda LED D1 wysyła wąskie paczki impulsów 36kHz w takt przebiegu generatora U2. Zakres częstotliwości generatora U2 jest tak dobrany, by sygnały pilotów od sprzętu AV nie zakłócały pracy systemu.

Od rezystancji R9 zależy pobór prądu oraz jasność świecenia diody nadawczej, czyli zasięg. W modelu wypróbowano działanie z rezystorem R9 o wartości 130Ω i wyniki były dobre - zasięg wyniósł około 5m, a po umieszczeniu odbiornika w gniazdku za zasłonką - około 2m. W zestawie AVT-2482N Przewidziano rezystor o mniejszej wartości, co zwiększy zasięg. W razie potrzeby wartość R9 można jeszcze bardziej zmniejszyć. Przy większych prądach pracy diody nadawczej warto zwiększyć pojemność kondensatorów magazynujących C4, C5, co zapobiegnie krótkookresowym wahaniom napięcia i częstotliwości generowanych przebiegów.

Schemat ideowy odbiornika można zobaczyć na rysunku 3. Układ umieszczony

w dużej obudowie wtyczkowej z gniazdkiem (patrz fotografie) zasilany jest z sieci z pomocą wbudowanego zasilacza 5-woltowego z transformatorem TR1 i stabilizatorem U5.

Paczki impulsów są odbierane przez układ scalony TFMS5360 lub SFH506-36 i na nóżce 3 tego układu występuje przebieg zbliżony do przebiegu na wejściu sterującym (na nóżce 5) kostki U1 w nadajniku. Przebiegi w układzie wyglądają mniej więcej tak, jak na **rysunku 4**. Litery A...F odnoszą się do schematów ideowych nadajnika i odbiornika.

W odbiorniku przebieg z wyjścia kostki U1 powoduje zaświecenie diody LED D6, która jest kontrolką wskazującą na obecność impulsów (36kHz), a także ogranicza amplitudę przebiegu do około 2Vpp. Przebieg ten podany jest na znane od wielu lat dekodery tonu U2 i U3 typu LM(NE)567. W wersji podstawowej układ U3 i elementy z nim współpracujące, w tym rezystor R8, nie będą montowane. Kluczową rolę będzie odgrywać będzie kostka U2.

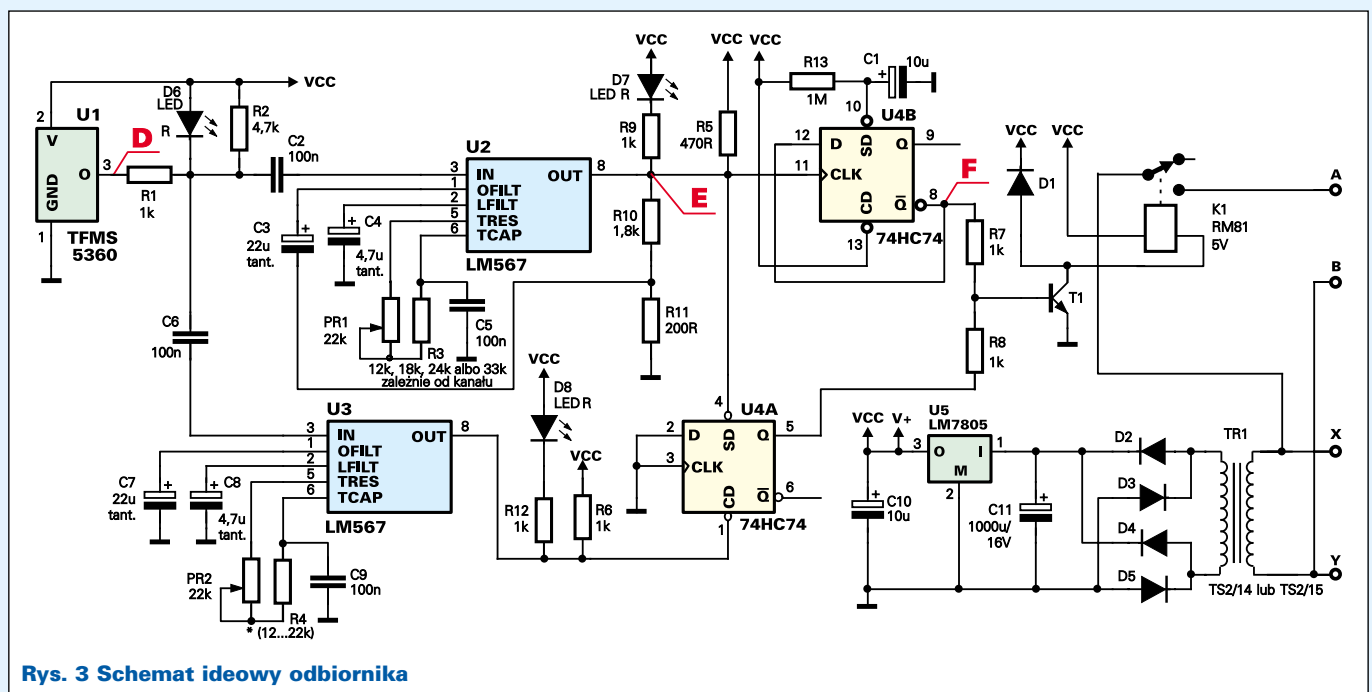
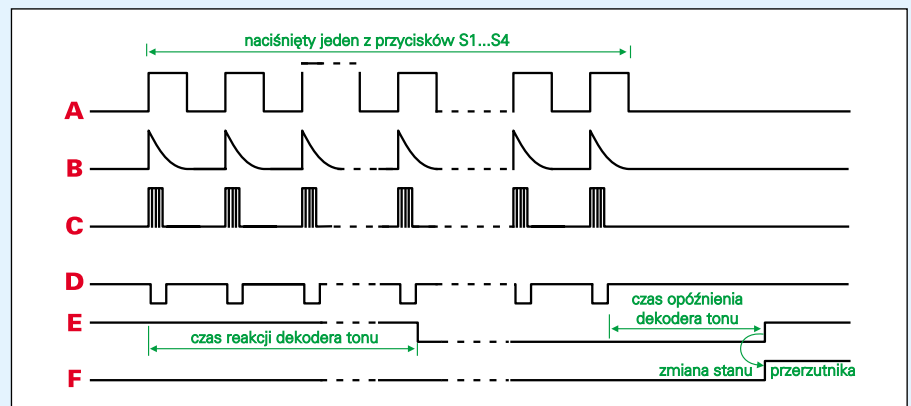
Dekoder tonu typu 567 działa w sposób następujący. Po pojawieniu się na wejściu

(nóżka 3) przebiegu o właściwej częstotliwości, wyjście układu (nóżka 8, wyjście typu otwarty kolektor) przechodzi do stanu niskiego. "Właściwą" częstotliwość ustala się za pomocą elementów R3, PR1, C5. Kondensatory C4, C3 wyznaczają tolerancję, czyli zakres (pasmo) częstotliwości, na które układ reaguje oraz szybkość odpowiedzi.

Dobierając R3 i regulując PR1 ustala się, na jaką częstotliwość, inaczej mówiąc, na który klawisz w nadajniku będzie reagował odbiornik. Na schemacie i w wykazie elementów podano wartości R3 dla częstotliwości poszczególnych kanałów (207, 252, 303 albo 389Hz).

Dekoder tonu jest w sumie dość rozbudowanym, precyzyjnym układem, zawierającym pętlę synchronizacji fazowej. Reaguje jedynie na częstotliwości różniące się od częstotliwości nominalnej kanału co najwyżej o kilka procent (około ±4%). Tymczasem różnice częstotliwości nominalne poszczególnych kanałów różnią się o co najmniej 20%.

Rys. 4 Przebiegi czasowe w systemie



Rys. 3 Schemat ideowy odbiornika

Oznacza to, że odbiornik na pewno nie będzie reagował na sygnały sąsiednich kanałów.

Podane różnice częstotliwości (20%) oraz szerokości pasma odbieranego ( $\pm 4\%$ ) wskazują, że warunkiem poprawnej pracy systemu jest dobra stabilność częstotliwości generatora U2 w nadajniku i dekodera U2 (ew. U3) w odbiorniku. Warunek ten jest spełniony bez trudu dzięki zastosowaniu stabilnych układów CMOS 4047 oraz LM(NE)567.

Potencjometr PR1 w nadajniku umożliwia dokładne ustawienie częstotliwości nośnej 36kHz, co jest konieczne ze względu na dużą selektywność układu TFMS5360 (SFH506). Natomiast rzeczywiste częstotliwości robocze poszczególnych kanałów wcale nie muszą precyzyjnie odpowiadać podanym nominalnym wartościom (207, 252, 303, 379Hz), wnikającym z obliczeń. Generowane częstotliwości na pewno będą się nieco różnić od obliczonych ze wzorów ze względu na tolerancje rezystorów R1...R4 i kondensatora C1 w nadajniku oraz rozrzuty parametrów układów scalonych. Te niewielkie, kilkuprocentowe odchyłki nie mają jednak znaczenia, ponieważ w odbiornikach potencjometry PR1 (ewentualnie PR2) umożliwią dostrojenie się do rzeczywistych częstotliwości pracy.

Po takim dostrojeniu każde pojawienie się paczek impulsów o odpowiedniej częstotliwości powtarzania spowoduje pojawienie się stanu niskiego na wyjściu dekodera tonu (nóżka 8). Dioda LED D7 pełni bardzo ważną rolę podczas strojenia, ponieważ informuje o naciśnięciu w pilocie "swojego" przycisku.

Przerzutnik U4B z kostki 74HC(T)74 pracuje tu jako przerzutnik T (dwójka licząca). Po włączeniu zasilania przerzutnik jest zerowany, a ściślej ustawiany za pomocą obwodu R13C1 (podczas projektowania płytki drukowanej okazało się, że łatwiej zrealizować ustawianie, a nie zerowanie przerzutnika). Dzięki połączeniu wyjścia Q\ z wejściem D, każde aktywne zbocze na wejściu CLK spowoduje zmianę stanu wyjść na przeciwny.

Dla przerzutnika 7474 (a także CMOS 4013) aktywnym zboczem jest zbocze rosnące. Ponieważ na wyjściu dekodera tonu po odebraniu "swojego" sygnału pojawia się stan niski, przerzutnik U4B będzie zmieniał stan nie przy naciśnięciu, tylko przy zwalnianiu przycisku w pilocie - patrz rysunek 4. Jest to drobna niedoskonałość, jednak jak pokazało prawie dwumiesięczne testowanie układu w domu autora, nie jest to żadnym utrudnieniem. Aby wyeliminować tę niedogodność, by odbiornik reagował przy naciśnięciu klawisza pilota, należałoby zastosować negator albo inny układ przerzutnika T.

Układ 7474 zastosowano głównie ze względu na prostą realizację wersji drugiej, według rysunku 1b. Podobna kostka CMOS 4013 nie nadawałaby się do tej drugiej wersji ze względu na inne stany aktywne wejść zwróconego i ustawiającego.

Przebieg z wyjścia Q\ przez rezystor R7 i tranzystor T1 steruje pracą przełącznika K1, który z kolei podaje napięcie sieci na gniazdko i dołączone doń urządzenie. Jak potwierdza podany opis, każde naciśnięcie właściwego przycisku w pilocie zmienia stan przełącznika w odbiorniku na przeciwny.

## Montaż i uruchomienie

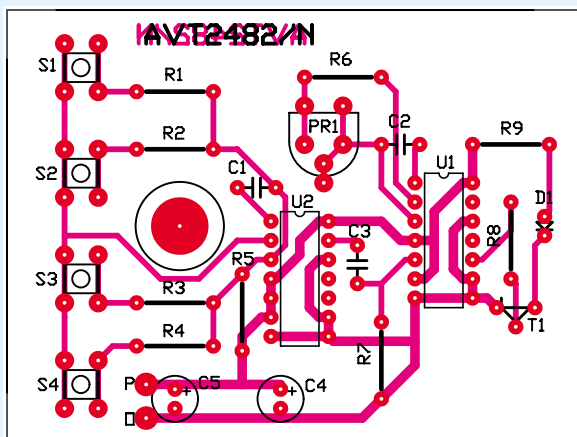
**Ze względu na obecność w odbiorniku groźnego dla życia i zdrowia napięcia sieci energetycznej, osoby niepełnoletnie i niedoświadczone mogą wykonać układ wyłącznie pod opieką wykwalifikowanego opiekuna.**

Nadajnik i odbiornik (odbiorniki) można zmontować na płytkach pokazanych na rysunkach 5 i 6. Wymiary płytek są dostosowane do typowych obudów z tworzywa sztucznego: KM-26 (nadajnik) oraz Z27 (odbiornik). Montaż nie powinien sprawić trudności, jednak w przypadku odbiornika należy zachować wyjątkową staranność, ponieważ ze względu na duże upakowanie późniejsze wylutowanie błędnie zamontowanych elementów będzie utrudnione.

W wersji podstawowej, realizującej koncepcję z rysunku 1a, elementy U3, C6, C7, C8, R4, PR2, R12, D8, R6 oraz R8 nie będą montowane, a przerzutnik U4A nie będzie wykorzystany. Ponieważ jest to układ typu CMOS, nie powinno się pozostawić żadnego z jego wejść "wiszącego w powietrzu". Dlatego w wersji podstawowej w miejsce R6 trzeba wlutować zworę.

Ze względu na fakt, że z nadajnikiem może współpracować dowolna liczba odbiorników,

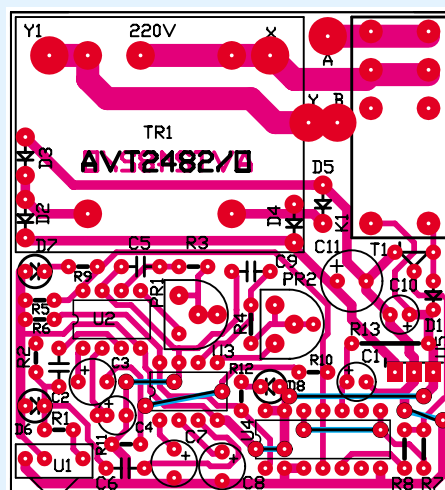
Rys. 5 Schemat montażowy nadajnika



ków, komplety elementów nadajnika i odbiornika dostępne są jako niezależne zestawy AVT-2482N oraz AVT-2482O. Zestaw AVT-2482O zawiera wszystkie elementy niezbędne do budowy odbiornika w wersji pierwszej, według rysunku 1a pracującego w dowolnym kanale - zobacz wykaz elementów. Kto chciałby zbudować odbiornik w wersji z rysunku 1b, powinien dodatkowe elementy zamówić oddzielnie.

Wtyk i gniazdo obudowy odbiornika należy dołączyć do płytki krótkimi przewodami o przekroju co najmniej 1mm<sup>2</sup>. Pomocą będzie rysunek 7. Układ scalony U1 w odbiorniku można umieścić na zewnątrz obudowy, jak w modelu, ale bardziej elegancko byłoby

Rys. 6 Schemat montażowy odbiornika



### Wykaz elementów nadajnika kit AVT-2482N

Rezystory	
R1	12k $\Omega$
R2	15k $\Omega$
R3	18k $\Omega$
R4	22k $\Omega$
R5	10M $\Omega$
R6	3,9k $\Omega$
R7	75k $\Omega$
R8	2,2k $\Omega$
R9	68 $\Omega$ (22...130 $\Omega$ )
PR1	PR 5k $\Omega$ miniaturowy

Kondensatory	
C1	100nF followy MKT
C2	1nF followy MKT
C3	10nF followy MKT
C4,C5	100 $\mu$ F/16V

Półprzewodniki	
D1	.IRED dioda nadawcza podczerwieni (np. LD271)
T1	.BC548
U1,U2	.4047

**Inne**

S1-S4	.microswitch z długą ośką
-------	---------------------------

Obudowa KM-26

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2482/N**



wyciąć prostokątny otwór i wkleić go w płaszczynie ścianki obudowy.

Przy montażu nadajnika należy w obudowie KM-26 wywiercić otwory na diodę nadawczą IRED i przyciski, a płytkę po ostatecznym uruchomieniu i zestrojeniu unieruchomić klejem, albo lepiej dać nieprzewodzącą podkładki (w modelu płytkę unieruchomiono kawałkami styropianu).

Zmontowane i dokładnie skontrolowane płytki należy zestroić. Dzięki zastosowaniu w odbiorniku kontrolki LED, strojenie jest bardzo proste, nie wymaga użycia przyrządów pomiarowych i nie powinno nikomu sprawić trudności. W pierwszej kolejności należy wyregulować częstotliwość impulsów nośnych (36kHz). Po naciśnięciu dowolnego przycisku pilota powinny się zaświecić diody D6 we wszystkich współpracujących odbiornikach. Regulację tę należy przeprowadzić starannie. Warto sprawdzić zakres pracy i ostatecznie potencjometr PR1 w nadajniku ustawić w środku zakresu świecenia diod D6 w odbiornikach.

Przy naciśnięciu w nadajniku przycisku S1, częstotliwości generowanych paczek impulsów jest najwyższa (nominalnie 379Hz) i powinny reagować wszystkie odbiorniki przewidziane do pracy w tym kanale. Rezystor R3 w tych odbiornikach powinien mieć wartość 12...15kΩ. Potencjometry PR1 w tych odbiornikach należy wyregulować, by naciśnięcie S1 w nadajniku powodowało niezawodne zaświecanie diod D7. Regulację należy przeprowadzić powoli i starannie i ostatecznie ustawić PR1 w środku zakresu świecenia diody D7 danego odbiornika.

Po naciśnięciu przycisku S2 w nadajniku należy wyregulować potencjometry PR1 w odbiornikach pracujących na drugim kanale (nominalnie 303Hz), z rezystorami R3 o wartości 18...20kΩ, a następnie w pozostałych kanałach.

Po takiej regulacji warto upewnić się, że żaden z odbiorników nie reaguje na sygnały sąsiedniego kanału. Nie powinno to mieć miejsca przy zastosowaniu w nadajniku rezystorów R1...R4 o tolerancji 5%, ponieważ częstotliwo-

ści poszczególnych kanałów różnią się o ponad 20%, a zakres reakcji odbiornika wynosi tylko około ±4% częstotliwości środkowej.

Prawdopodobieństwo jest znikome, jednak gdyby skutek fatalnego zbiegu okoliczności (wyjątkowo dużego rozrzutu wartości rezystorów R1...R4) coś takiego się zdarzyło, należy "rozsunąć" nadmiernie zbliżone częstotliwości, dobierając inne egzemplarze rezystorów R1...R4. Warto je zmierzyć omomierzem i sprawdzić, jaka jest ich rzeczywista oporność. Kto ma dostęp do precyzyjnych rezystorów 1-procentowych, może takowe zastosować (równomierny rozkład częstotliwości uzyskuje się przy wartościach rezystorów kolejno 12,1kΩ, 14,3kΩ, 16,9kΩ i 20,5kΩ).

Niewielkie jest również prawdopodobieństwo, że zakres regulacji PR1 w odbiorniku nie pozwoliłby dostroić się do częstotliwości środkowej danego kanału. Gdyby jednak zaszła taka sytuacja, należy zmienić wartość R3 w odbiorniku o 10kΩ (zwiększyć, potem zmniejszyć) i ponowić próbę dostrojenia. W tym wypadku ewentualne trudności mogą być spowodowane nadmiernym rozrzutem wartości kondensatorów C1 w nadajniku oraz C5 w odbiornikach. Właśnie ze względu na tolerancję i stabilność cieplną kondensatory te konieczne muszą być foliowe, typu MKT, a w żadnym wypadku nie mogą to być ceramiczne "lizaczki".

W odbiorniku jako C3, C4 (ewentualnie także C7, C8) mogą pracować zwykłe, aluminiowe elektrolity, jednak zalecane są kondensatory tantalowe. Rzecz w tym, że od pojemności tych kondensatorów (zwłaszcza C4) zależy szerokość pasma odbieranych częstotliwości, tymczasem aluminiowe elektrolity mogą się przeformować i znacznie zwiększyć swą pojemność. Spowodowałyby to zawężenie zakresu częstotliwości, na które będzie reagował odbiornik, czyli przy wyjątkowo dużych różnicach temperatury nadajnika i odbiornika oraz przy znaczącym obniżeniu napięcia zasilającego nadajnik mógłby przestać reagować na sygnały pilota.

Nie jest to poważne niebezpieczeństwo, ponieważ nadajnik i odbiornik, pracujące w tym samym pomieszczeniu będą mieć zbliżoną temperaturę, i ewentualne zmiany pojemności i rezystancji wyznaczających częstotliwość pracy nadajnika i odbiornika będą się w dużym stopniu kompensować. Niemniej w miarę możliwości warto zastosować "tantal".

## Możliwości zmian (tylko dla dociekliwych)

Układ w wersji podstawowej na pewno będzie poprawnie pracował z jednym odbiornikiem w każdym kanale. Ale przecież w każdym kanale może pracować kilka odbiorników, które będą sterowane jednocześnie.

ciąg dalszy na stronie 19

### Wykaz elementów odbiornika kit AVT-24820

#### Rezystory

R1,R7,R9	.....	1kΩ
R2	.....	4,7kΩ
R3 (207Hz)	.....	33kΩ
R3 (252Hz)	.....	24kΩ (lub 27kΩ)
R3 (303Hz)	.....	18kΩ (lub 20kΩ)
R3 (379Hz)	.....	12kΩ (lub 15kΩ)
R5	.....	470Ω
R10	.....	1,8kΩ
R11	.....	200Ω
R13	.....	220kΩ...1MΩ
PR1	.....	PR 22kΩ miniaturowy

#### Kondensatory

C1,C10	.....	10μF/10V (10...100μF)
C2,C5	.....	100μF foliowy MKT
C3	.....	22μF/10V tantalowy
C4	.....	4,7μF/10V tantalowy
C11	.....	1000μF/16V

#### Półprzewodniki

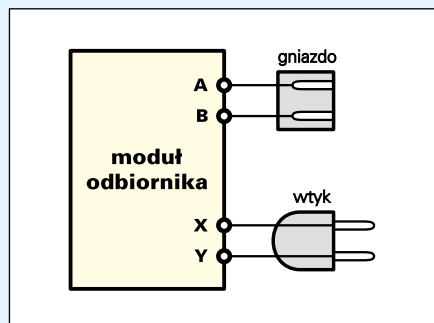
D1	.....	1N4148
D2-D5	.....	1N4001
D6 D7	.....	dioda LED czerwona
T1	.....	BC548
U1	.....	TFMS 5360
U2	.....	LM567
U4	.....	.74HC74 lub 74HCT74
U5	.....	LM7805

#### Pozostałe

K1	.....	RM81 5V
TR1	.....	transformator TS2/14 lub TS2/15
Obudowa Z27	.....	
C6-C9,PR2,R4,R6,R8,R12,U3	nie montować	(nie wchodzą w skład kitu)

Uwaga: W kicie AVT zawarte są cztery wartości R3, co umożliwia pracę odbiornika w dowolnym kanale.

Rys. 7 Połączenia przewodowe



**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2482/0**

Wprawdzie w odbiornikach obecne są obwo-  
dy zerowania, zapewniające jednakowe wa-  
runki początkowe w chwili włączenia, jed-  
nak może się zdarzyć, że po włączeniu do  
gniazdka sieciowego, stany poszczególnych  
odbiorników, pracujących w tym samym ka-  
nale, będą różne albo też naciśnięcie przyci-  
sku nie spowoduje reakcji odbiornika znajdu-  
jącego się w przeciwnym kącie pomieszcze-  
nia. Wtedy naciśnięcie przycisku włączy jed-  
ne odbiorniki, a wyłączy drugie, i tak dalej.  
Aby zapobiec takiej sytuacji należy wykorzy-  
stać koncepcję według rysunku 1b, gdzie wy-  
korzystany zostanie przerzutnik R-S zamiast  
przerzutnika T. Sygnały o jednej częstotliwo-  
ści spowodują włączenie odbiorników, sygna-  
ły o innej częstotliwości - wyłączenie. W ta-  
kiej wersji należy zmontować w odbiornikach

wszystkie elementy związane z układem U3,  
nie montować R7, tylko R8.

Można też nie montować R10, a R11 za-  
stąpić zworą, ponieważ przy wykorzystaniu  
przerzutnika typu R-S (U4A) zamiast prze-  
rzutnika typu T (U4B) obecność ewentual-  
nych "śmieci" nie ma znaczenia.

W prosty sposób można zwiększyć liczbę  
kanałów powyżej czterech, dodając w pilocie  
kolejne przyciski i rezystory. Oczywiście bę-  
dzie to wymagać dostosowania rezystancji  
R3, PR1 w odbiorniku. Zasada jest prosta:  
wartość R3 i połowa wartości PR1 (potencjo-  
metr w środkowym położeniu) powinna być  
dwa razy większa niż wartość rezystora usta-  
lającego częstotliwość w nadajniku (przy  
czym pojemności mają być równe).

Przy planowaniu częstotliwości nowych  
kanałów należy brać pod uwagę, że reakcję  
odbiornika mogą spowodować sygnały  
i częstotliwości dwukrotnie oraz trzykrot-  
nie mniejszej od częstotliwości pracy  
odbiornika. Odbiornik może też reagować  
na sygnały o częstotliwościach będących  
wielokrotnością częstotliwości odbiornika:  
 $(4N+1)F_0$ , gdzie N - liczba naturalna,  $F_0$  -  
podstawowa częstotliwość pracy odbiorni-  
ka. Chodzi także o to, by odbiorniki nie re-  
agowały na sygnały typowych pilotów od  
sprzętu AV. Należy to sprawdzić podczas  
eksperymentów.

**Piotr Górecki**