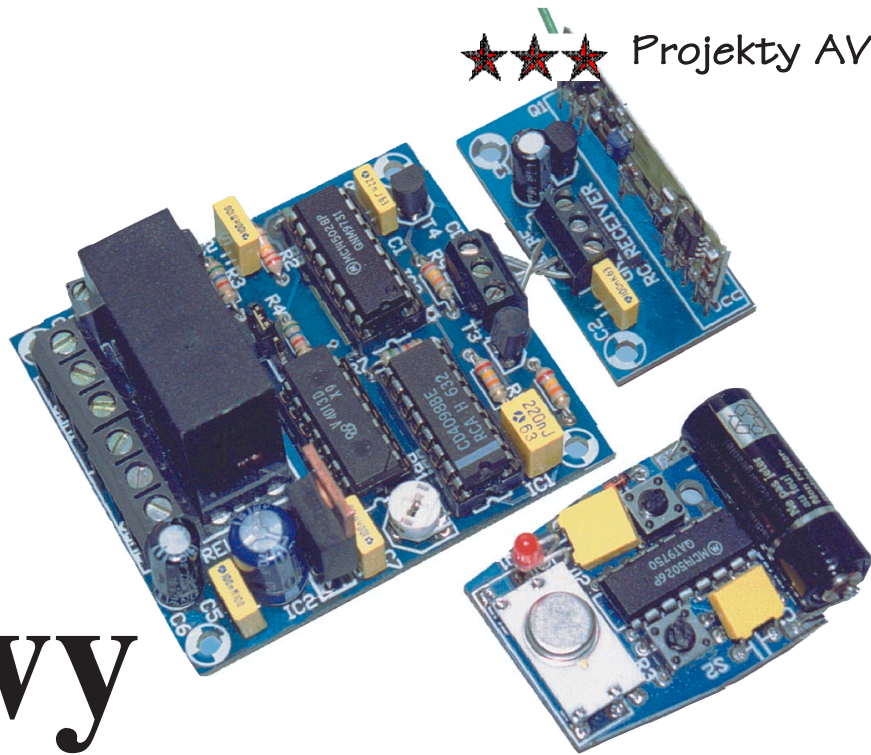




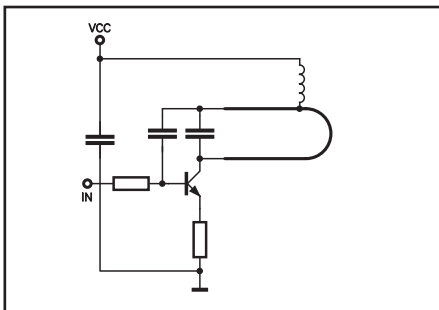
# Pilot radiowy



## Do czego to służy?

Wstyd się przyznać, ale przez te kilka lat istnienia EdW nie opublikowaliśmy jeszcze ani jednego opisu pilota zdalnego sterowania wykorzystującego do transmisji danych fale radiowe. Było to spowodowane ogólnie znaną niechęcią, jaką żywią elektrony, a w szczególności niżej podpisany, do wszelkiego rodzaju cewek i strojonych indukcyjności. Muszę się Wam przyznać, że nigdy jeszcze „nie wyszedł” mi jakkolwiek odbiornik czy nadajnik radiowy, pomimo że układów elektronicznych zaprojektowałem i wykonałem raczej sporo. Ponadto, zaprojektowanie i wykonanie nadajnika i odbiornika radiowego to nie wszystko. Układ musi być na tyle prosty i łatwy w uruchamianiu, aby poradził z nim sobie nawet początkujący Czytelnicy EdW, którzy niejednokrotnie muszą się jeszcze obywać bez skomplikowanych i kosztownych przyrządów pomiarowych. Wszystko to spowodowało, że jak dotąd nie ukazał się w EdW opis aparatury RC, pomimo że prototyp takiego urządzenia został już wykonany. Niestety, regulacja tego układu przekracza możliwości przeciętnego hobbysty i wymaga kosztownej aparatury pomiarowej. Czy zatem nie ma za-

Rys. 1. Uproszczony schemat blokowy modułu nadajnika



dnego wyjścia z sytuacji? Jest, jeżeli zastosujemy starą i sprawdzoną zasadę, że jeżeli jakiegoś szczytu nie można zdobyć, to należy go obejść bokiem.

Zaprojektowałem dla Was prosty układ radiowego pilota o zasięgu kilkunastu - kiludziesięciu metrów, który nie będzie wymagał jakiegokolwiek strojenia i regulacji. Nie będziemy także zmuszeni do nawijania cewek i mozolnego kręcenia trymerami w celu zestrojenia nadajnika z odbiornikiem. Te wszystkie problemy zostały „przeskoczony” przez zastosowanie gotowych i zestrojonych modułów nadajnika i odbiornika, które można nabyć za stosunkowo niewielką cenę. Producentem tych rewelacyjnych układów jest mało w Polsce znana włoska firma TELECONTROLLI. Zastosowanie tych modułów radykalnie uprościło konstrukcję nadajnika i odbiornika pilota i spowodowało że jest on możliwy do wykonania nawet dla elektroników zupełnie nie obeznanym z radiotechniką.

Proponowany układ składa się z dwóch części: dwukanałowego nadajnika umieszczonego w typowej obudowie pilota od alarmów samochodowych i części odbiorczej z przekaźnikiem dużej mocy na wyjściu. Odbiornik może reagować na sygnał odebrany z pilota na trzy sposoby:

1. Zwierać styki przekaźnika po naciśnięciu przycisku w pilocie na określony czas.
2. Rozwierać styki przekaźnika po naciśnięciu przycisku w pilocie na określony czas.
3. Naprzemiennie zwierać lub rozwierać styki przy odebraniu kolejnych transmisji.

Sygnał nadawany przez pilota jest kodowany co pozwala zastosować wykonany układ do sterowania pracą prostych systemów alarmowych o niezbyt wielkim poziomie zabezpieczenia przed ingerencją niepowołanych osób. Dlaczego tak krytycznie o-

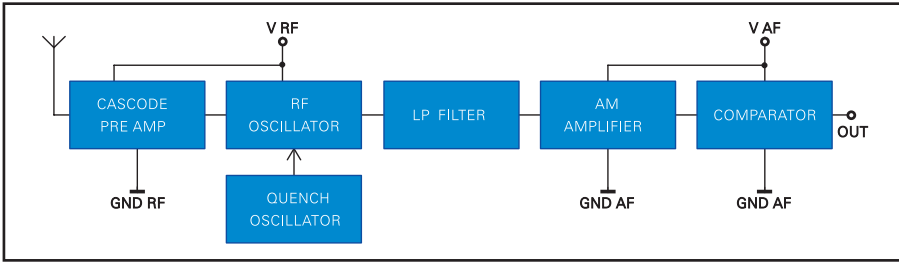
ceniam wykonany przez siebie układ? Powód jest prosty: kod emitowany przez pilota jest stały (można go zmienić jedynie „ręcznie”, za pomocą odpowiedniego ustawienia zworek w pilocie i odbiorniku). Tak więc „złamanie” takiego kodu jest sprawą dość prostą. To smutne, ale z całą pewnością można stwierdzić, że nie wszyscy elektrony służą dobrej sprawie i niestety, niektórzy z nich przeszli na „ciemną stronę mocy”, skutecznie zwalczając systemy alarmowe i zabezpieczające. Szczególnie przestrzegam przed zastosowaniem opracowanego przeze mnie pilota do sterowania samochodowymi centralkami alarmowymi połączonymi z układem elektrycznego otwierania drzwi. Samochód z takim alarmem byłoby znacznie łatwiej ukraść, niż gdyby nie miał jakiegokolwiek zabezpieczenia elektronicznego.

Proponowany układ pilota nadaje się natomiast doskonale do sterowania urządzeniami, które raczej nie zostaną „zaatakowane” przez złodziei wyposażonych w elektroniczne układy służące deszyfrowaniu kodu. Może być użyty do otwierania drzwi od klatek schodowych, a także jako sterownik elektrycznie napędzanej bramy wjazdowej. Nasz pilot nadaje się też znakomicie do włączania i wyłączania wszelkiego rodzaju domowych „bajerków”, takich jak sterownika przesuwania zasłon.

## Jak to działa?

Kluczową częścią urządzenia są dwa gotowe moduły:

Moduły te, a także wiele innych produkowanych przez wspomnianą firmę zostały już bardzo wyczerpująco opisane w sierpniowym numerze Elektroniki Praktycznej i dlatego podam teraz tylko ich najważniejsze parametry techniczne.



Rys. 2. Schemat blokowy modułu odbiorczego

### Nadajnik R(adio)T(ransmitter)1.

Częstotliwość fali nośnej nadajnika dostarczanego na polski rynek:

433,92MHz +/- 0,5MHz

Napięcie zasilania: 9 ... 14VDC

Pobierany prąd: 3mA

Maksymalna częstotliwość transmisji danych: 4kHz

Wymiary: 7,6 x 19 mm

Nadajnik nie wymaga stosowania jakiegokolwiek anteny.

### Odbiornik R(adio) R(eceiver) 4

Odbiornik superreakcyjny o stałej częstotliwości odbioru

Częstotliwość robocza odbiornika dostarczanego na polski rynek:

433,92MHz +/- 0,2MHz

Napięcie zasilania:

5VDC (standard TTL)

Pobierany prąd: 2,5mA

Napięcie wyjściowe: TTL

Czułość: -105dBm (2,2µV Vrms)

Maksymalna częstotliwość transmisji danych: 2kHz

Antena: odcinek przewodu długości kilkunastu centymetrów

Schemat blokowy modułu nadawczego został pokazany na rysunku 1, a modułu odbiorczego na rysunku 2.

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na trzech rysunkach: na rysunku 3 widzimy schemat nadajnika, a na rysunku 4 i 5 odbiornika i układu wykonawczego. Zanim jednak przejdziemy do analizy tych schematów zajmiemy się chwilę zastosowanym modułem toru transmisji radiowej. Obydwa moduły wykonane zostały w cienkowarstwowej technologii hybrydowej. Egzemplarze sprzedawane w Polsce (dostępne także w ofercie handlowej AVT) dostrojone są do obowiązującej dla tego rodzaju urządzeń częstotliwości 433,92MHz. Umożliwiają one szeregową transmisję danych cyfrowych z maksymalną częstotliwością 2kHz. Nie jest to wiele, ale zupełnie wystarczająco do większości zastosowań hobbyistycznych. Z pewnością wielu Czytelników przede wszystkim interesuje zasięg działania proponowanego układu. Podczas testów okazało się, że umożliwia on łączność nawet do 100 i więcej metrów, ale pod warunkiem że pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem nie znajdują się żadne przeszkody, mogące w znaczącym stopniu tłumić fale radiowe.

Nadajnik pilota, pokazany na rysunku 3, skonstruowany został z wykorzystaniem „dżurnej” kostki kodaera - MC145026. Z tym układem, a także z jego bratem syjamskim - MC145028 spotkaliśmy się już podczas konstruowania prostej samochodowej centralki alarmowej AVT-2078. Układ posiada 9 wejść kodujących, co umożliwia ustawienie 19863 kombinacji kodu. W układzie MC145026, podobnie jak w jego odpowiedniku - dekoderyze MC145028 zastosowano ciekawą metodę programowania w systemie trójkowym (znaną nam już z opisu układów z serii UM3758 i wspomnianej centralki alarmowej). Każde z wejść programujących może zostać ustawione w trzech stanach: połączone z masą, połączone z plusem zasilania i w stanie trzecim - „wiszące w powietrzu”. Niezwykle interesujący jest sposób, w jaki układ sprawdza stan wejść programujących. Bardzo małym prądem stara się wymusić na tych wejściach kolejno stan wysoki i stan niski. Jeżeli obie próby powiodą się, oznacza to że na badanym wejściu panuje stan „trzeci”.

W naszym układzie dla użytkownika dostępne jest jedynie osiem wejść kodujących. Dziewięć wejść - A9 wykorzystane

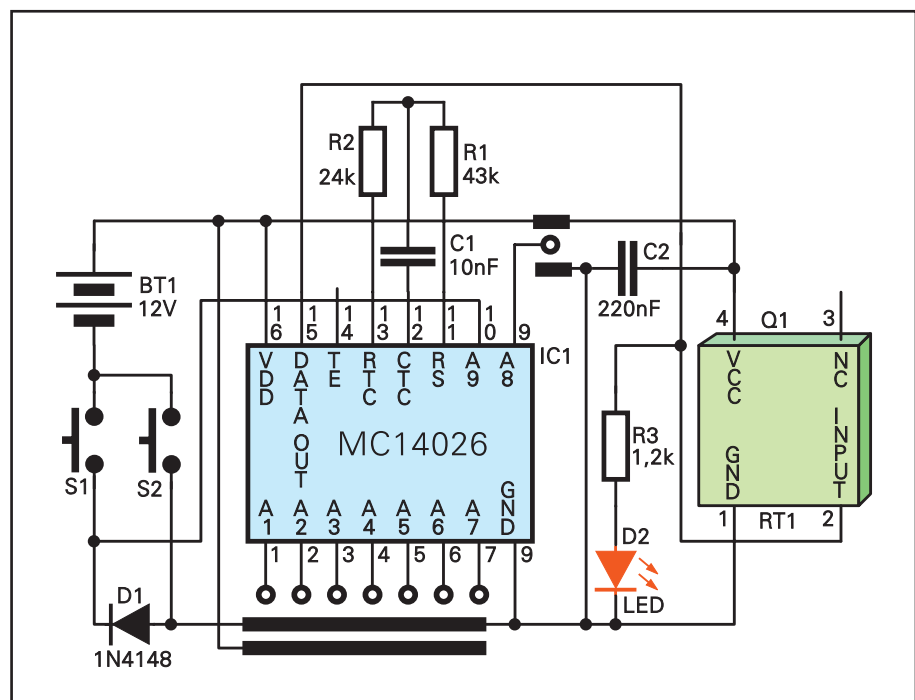
nie jest do zmiany kanału na którym ma pracować nadajnik. Układ nadajnika dołączony jest na stałe do plusa zasilania i posiada dwa włączniki S1 i S2 doprowadzające napięcie od minusa baterii. Jeżeli naciśniemy na przycisk S2 to układ IC1 będzie generował kod zgodny z połączeniem wejść adresowych A1...A8, natomiast wejście A9 nie będzie połączone z niczym. Po naciśnięciu przycisku S1 wejście adresowe A9 zostanie przez diodę D1 zwarte z minusem zasilania i układ wygeneruje drugi z ustawionych kodów.

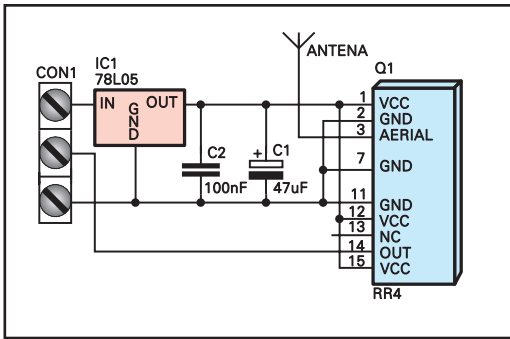
Układ nadajnika może być zasilany napięciem stałym z przedziału 5 ... 15VDC, najczęściej będzie to bateria 12V przeznaczona do pracy w pilotach do alarmów samochodowych.

Układ odbiorczy podzielony został na dwie części: jedna, pokazana na rysunku 4, zawiera wyłącznie moduł odbiorczy wraz z stabilizatorem napięcia +5VDC, a druga pozostałą część odbiornika. Ten podział spowodowany został dwoma przyczynami. Po pierwsze, takie rozwiązanie umożliwia odłączenie modułu odbiornika i zastosowanie tego stosunkowo drogiego układu w innym urządzeniu. Po drugie, pozwala na umieszczenie modułu odbiorczego w pewnej odległości od reszty układu i zapewnienie mu optymalnych warunków odbioru transmisji radiowej.

Blok odbiornika jest układem niezwykle prostym, którego jedynym zadaniem jest zasilanie modułu odbiorczego. Zastosowany stabilizator IC1 zapewnia dostarczenie właściwego napięcia do modułu odbiornika, niezależnie od napięcia dostarczanego z układu współpracującego.

Rys. 3. Schemat ideowy nadajnika





Rys. 4. Schemat ideowy odbiornika

Na rysunku 5 został pokazany schemat najbardziej rozbudowanej części układu - centrali pilota. Do wejścia CON4 dołączony jest opisany wyżej układ odbiornika. Zdańnięm tranzystora T4 jest dopasowanie poziomów napięć panujących w obydwóch częściach układu, a tranzystor T3 pełni rolę inwertera przywracającego właściwą polaryzację sygnału zanegowanego przez T4. Układ IC3 - MC14028 dekoduje odebrany sygnał i porównuje go z ustawionym kodem. Jeżeli dwa kolejne porównania wypadną pozytywnie, to na wyjściu VT (Valid Transmission) pojawia się stan wysoki. Stan ten, po zanegowaniu przez tranzystor T1 zostaje doprowadzony do wejścia wyzwalającego przerzutnika monostabilnego IC1A powodując wygenerowanie przez ten układ impulsu o czasie trwania określonym pojemnością C3 i rezystancją R5 + PR1.

Wytworzony przez IC1A impuls doprowadzany jest do wejścia zegarowego przerzutnika typu D - IC4A. Przerzutnik ten pracuje w układzie tzw. „dwójki liczącej”, co oznacza że każdy kolejny impuls doprowadzony do jego wejścia zegarowego powoduje zmianę stanu przerzutnika na przeciwny. Tak więc jedno naciśnięcie przycisku w pilocie i odebranie przez układ odbiorczy prawidłowej transmisji spowoduje włączenie

układu wykonawczego, a kolejne jego wyłączenie.

Tranzystor T2 steruje układem wykonawczym, którym w naszym urządzeniu jest przekaźnik REL1. Zastosowanie przekaźnika zamiast tranzystora mocy czy triaka zostało spowodowane chęcią zbudowania układu maksymalnie uniwersalnego. Triak mógłby pracować jedynie w obwodzie prądu przemiennego, tranzystor w układach zasilanych napięciem stałym, natomiast dla przekaźnika rodzaj przełączanego prądu jest

w zasadzie obojętny. Ponadto przekaźnik może przewodzić relatywnie duże prądy bez stosowania jakiegokolwiek chłodzenia.

Za pomocą jumpera JP1 możemy wybrać jeden z dwóch trybów pracy układu. W położeniu JP1 takim, jak na schemacie układ będzie działał w trybie naprzemiennym, po każdym odebraniu prawidłowego kodu na przemian włączając i wyłączając przekaźnik. Jeżeli jumper JP 1 przestawimy w przeciwnie położenie, to układ będzie pracował w trybie chwilowym: styki przekaźnika będą zwarte przez czas określony pojemnością C3 i rezystancją R5 + PR1

Układ może być zasilany napięciem stałym z zakresu 15...24VDC, niekoniecznie stabilizowanym.

## Montaż i uruchomienie.

Na rysunku 6 została pokazana płytka drukowana układu pilota, od którego rozpoczniemy budowę urządzenia. Płytką została wykonana na laminacie dwustronnym z metalizacją i zwymiarowana pod obudowę pilota samochodowego. Montaż pilota wykonujemy w typowy sposób, z jednym wyjątkiem: zastosowanie podstawki pod układ scalony IC1 - MC14026 jest absolutnie zabronione ponieważ spowodowałoby niemożność zamknięcia obudowy. Jedynym problemem na jaki napotka-

my podczas montażu płytki pilota będzie wykonanie styków do baterii. Można je wyciąć z kawałków sprężystej blaszki, np. z styków uszkodzonego przełącznika. Metodą alternatywną może być proste przyłutowanie baterijki do płytki z pomocą odcińków srebrzanki, tak jak to zrobiono w przypadku układu modelowego. Takie rozwiązanie zapewnia doskonałą pewność dołączenia zasilania do układu, a konieczność sięgnięcia po lutownicę przeciętnie raz na dwa lata (na tyle mniej więcej

## Wykaz elementów.

### Nadajnik

#### Kondensatory

C1	10nF
C2	220nF

#### Rezystory

R1	43kΩ
R2	24kΩ
R3	1,2kΩ

#### Półprzewodniki

D1	1N4148 lub odpowiednik
D2	dioda LED, czerwona 3mm
MC	14026

#### Pozostałe

Q1 moduł nadawczy 430 MHz RT1 (nie wchodzi w skład kitu, dostępny w ofercie handlowej AVT)

S1, S2 przyciski typu RESET lutowane w płytkę

### Układ wykonawczy

#### Kondensatory

C1	22nF
C2, C5, C7	100nF
C3	220nF
C4	470uF/25
C6	220uF/16

#### Rezystory

PR1	potencjometr montażowy miniatury 200k
R1	51kΩ
R2	220k Ω
R3, R5, R8	24kΩ
R4, R6, R7	5,6kΩ

#### Półprzewodniki

D1	1N4148 lub odpowiednik
IC1	4098
IC2	7812
IC3	MC14028
IC4	4013
T1, T2, T3, T4	BC548 lub odpowiednik

#### Pozostałe

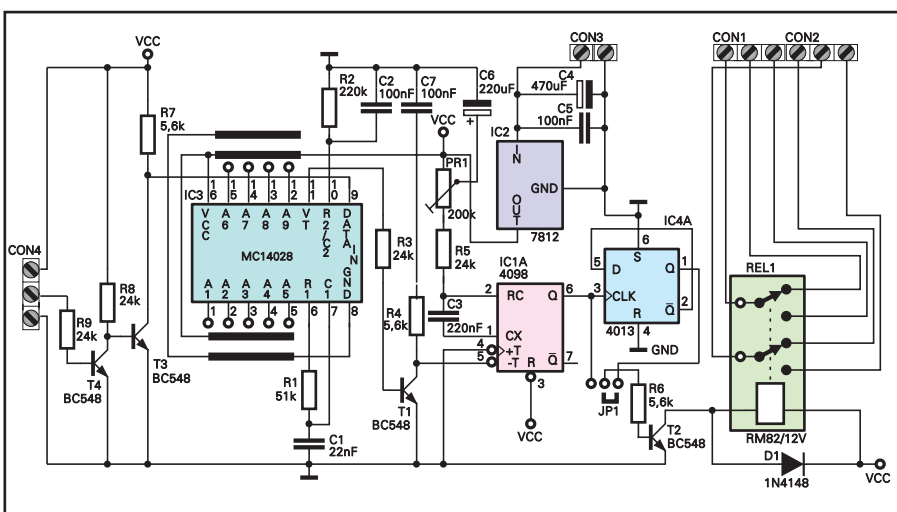
CON1, CON2	ARK3
CON4	ARK3 3,5mm
CON3	ARK2 3,5 mm
JP1	3x goldpin + jumper
REL1	przełącznik RM-82/12V

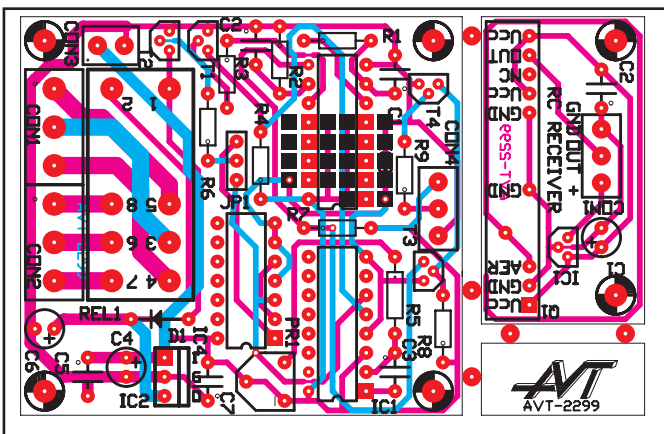
### Odbiornik

IC1	78L05
C1	47uF/10
C2	100nF

**UWAGA!** Moduły nadawczy i odbiorczy nie wchodzi w skład kitów AVT 2298 i AVT 2299 i należy je zamówić oddzielnie

Rys. 5. Schemat ideowy układu wykonawczego





Rys. 6. Schemat montażowy nadajnika

czasu starcza bateria przy przeciętnie intensywnej eksploatacji nie wdając się być zbyt uciążliwa.

Zmontowaną płytkę pilota wraz z podłączoną baterijką zamykamy w obudowie i bierzemy się za montaż części odbiorczej układu. Na rysunku 7 pokazana została płytką drukowaną układu odbiornika.

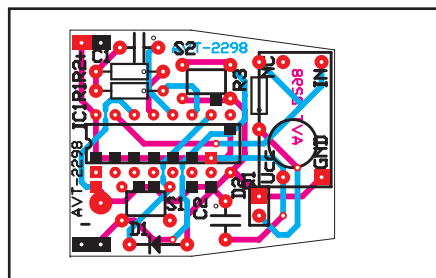
Jak zwykle rozpoczynamy montaż układu od elementów o najmniejszych wymiarach i podstawek pod układy scalone. Montaż wykonujemy wyjątkowo starannie, licząc się z tym, że być może nasze urządzenie będzie pracować w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. układ do otwierania bramy wjazdowej). Po zmontowaniu całości i optycznym sprawdzeniu poprawności połączeń wkładamy układy scalone w podstawki i łączymy ze sobą za pomocą odcinków srebrzanki moduł odbiornika z płytką bazową. Do złącza CON3 dołączamy napięcie zasilające, które może wynosić 16 ... 24VDC i rozpoczynamy sprawdzanie poprawności działania układu.

Jeżeli posiadamy oscyloskop, to dołączamy jego sondę do wejścia DATA IN IC3 i naciskamy przycisk w pilocie. Jeżeli wszystko jest OK, to na ekranie oscyloskopu powinien ukazać się ciąg impulsów prostokątnych o zmiennym wypełnieniu, a po dołączeniu sondy oscyloskopu do wyjścia VT IC3 powinniśmy stwierdzić występowanie na nim stanu wysokiego. W przypadku braku oscyloskopu dołączamy woltomierz lub próbnik stanów logicznych od razu do wyjścia VT. Następnie ustawiamy jumper JP1 w pozycji takiej, jak na schemacie i sprawdzamy, czy po każdym naciśnięciu przycisku przełącznik REL1 zmienia swój stan na przeciwny. Ostatnią czynnością będzie wyregulowanie za pomocą potencjometru montażowego PR1 czasu trwania impulsu generowanego przez IC1A, a tym samym czas zwierania styków przełącznika przy impulsowym trybie pracy. W przypadku, gdyby pomimo regulacji czas ten okazał się za krótki, możemy wymienić C3 na inny, o większej pojemności. Możemy także zwiększyć wartość potencjometru montażowego PR1 i lub rezystora R5.

Pozostały nam jeszcze dwie sprawy do omówienia: ustawianie kodu i problem anteny odbiorczej. Kod, oczywiście identyczny w nadajniku i odbiorniku, ustawiamy zwierając kropelkami cyny wejścia adresowe kodera i dekodera do masy, do plusa zasilania lub też pozostawiając je nie podłączone do niczego. Jest jednak jeden wyjątek: wejście adresowe A9 w układzie odbiornika. Możemy je dołączyć do masy, jeżeli korzystać będziemy z kanału 1 pilota lub pozostawić nie podłączone w przypadku korzystania z kanału 2.

No i jeszcze ta nieszczęsna antena: producent modułu odbiornika zaleca zastosować w jej roli krótki odcinek przewodu i takie też rozwiązanie zostało zastosowane w układzie prototypowym i jest zalecane Użytkownikom układu. Pomyślałem jednak, że po co „ozdabiać” nasz odbiornik dodatkowymi przewodami. Na płytce produkcyjnej układu odbiornika została umieszczona do-

datkowa ścieżka, dołączona do punktu oznaczonego jako AER, będącego wejściem antenowym odbiornika i otaczająca całą płytkę. Nie miałem możliwości tego sprawdzić doświadczalnie, ale można



Rys. 7. Schemat montażowy odbiornika

przypuszczać nie bez podstaw, że może ona z powodzeniem pełnić rolę anteny. Jeżeli okaże się, że skuteczność jej jest nie wystarczająca, to pozostaje zgodnie z instrukcją producenta modułu zastosować przewód o długości kilkunastu centymetrów.

Jak już wiemy, wykonany przez nas pilot może współpracować z dowolną ilością odbiorników, w tym przy wykorzystywaniu dwóch kanałów, z dwoma znajdującymi się jednocześnie w jego zasięgu. Także odbiornik może być sterowany dowolną ilością pilotów o identycznie zaprogramowanym kodzie. Z tych względów produkowane będą dwa kity: AVT-2299 zawierający płytki i elementy potrzebne do budowy pilota i AVT-2298, który zastosujemy do budowy części odbiorczej.

Zbigniew Raabe