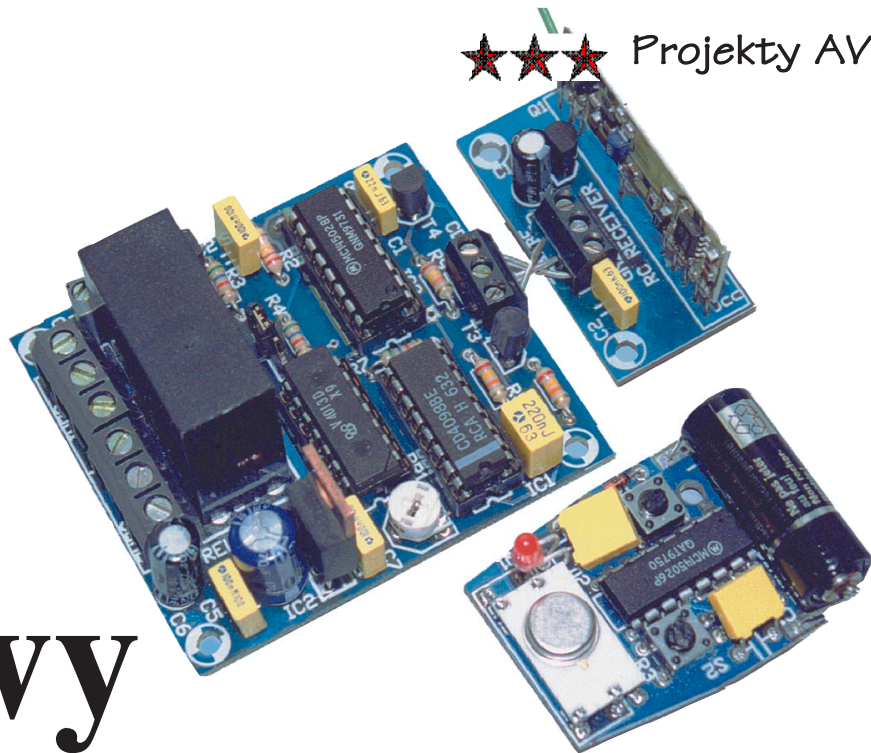




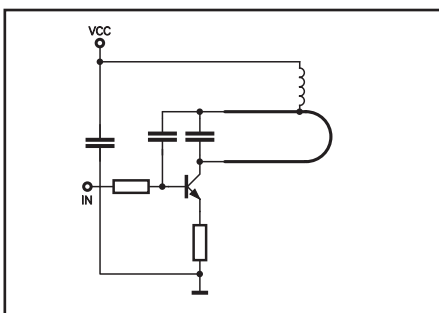
Pilot radiowy



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 niepożądanych osób. Dlaczego tak krytycznie o-

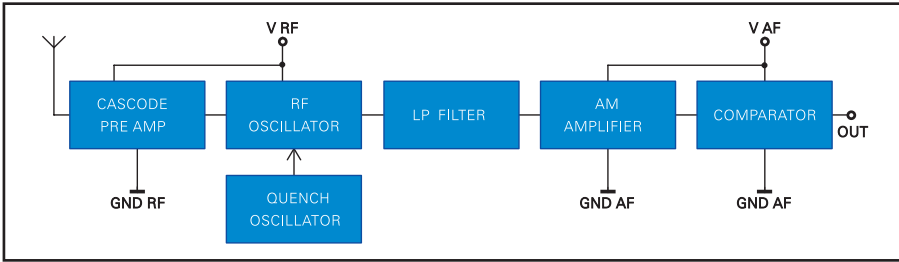
ceniam wykonany przez siebie układ? Powód jest prosty: kod emitowany przez pilota jest stały (można go zmienić jedynie „ręcznie”, za pomocą odpowiedniego ustawienia zworek w pilocie i odbiorniku). Tak więc „złamanie” takiego kodu jest sprawą dość prostą. To smutne, ale z całą pewnością można stwierdzić, 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

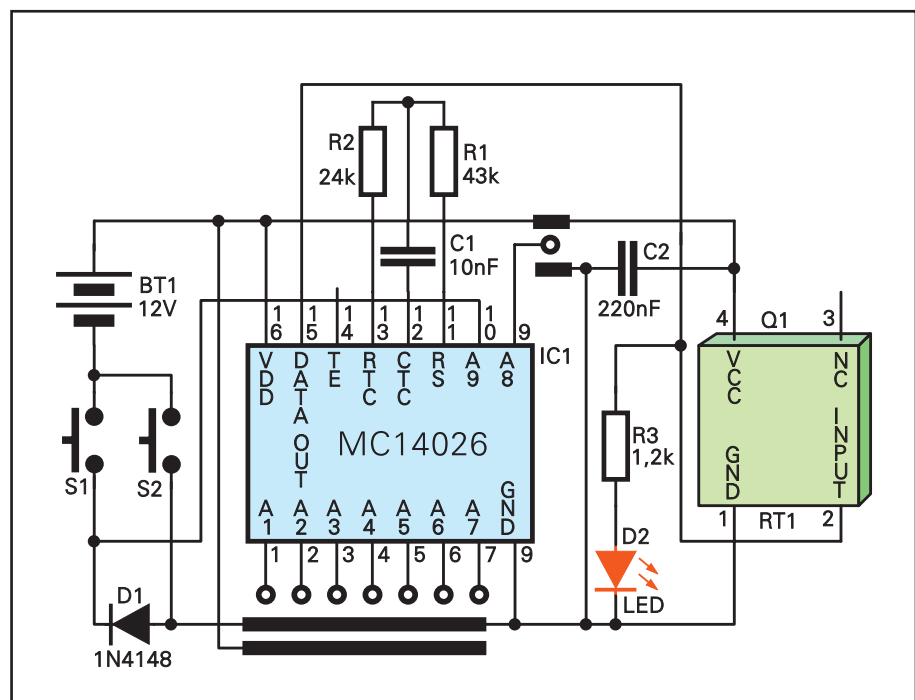
nie jest do zmiany kanału na którym ma pracować nadajnik. Układ nadajnika dołączony jest na stałe do plusa zasilania i posiada dwa włączniki S1 i S2 doprowadzające napięcie od minusa baterii. Jeżeli naciśniemy na przycisk S2 to układ IC1 będzie generował kod zgodny z połączeniem wejść adresowych A1...A8, 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.

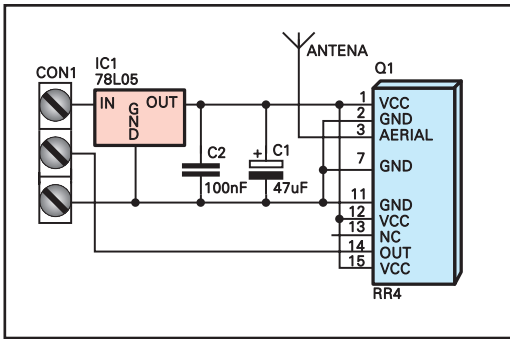
Układ nadajnika może być zasilany napięciem stałym z przedziału 5 ... 15VDC, najczęściej będzie to bateria 12V przeznaczona do pracy w pilotach do alarmów samochodowych.

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. Zdaniami 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 - MC145028 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 przełącznik REL1. Zastosowanie przełącznika 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 przełącznika rodzaj przełączanego prądu jest

w zasadzie obojętny. Ponadto przełącznik 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 przełącznik. Jeżeli jumper JP 1 przestawimy w przeciwne położenie, to układ będzie pracował w trybie chwilowym: styki przełącznika 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 płyta drukowana układu pilota, od którego rozpocznijmy budowę urządzenia. Płyta 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

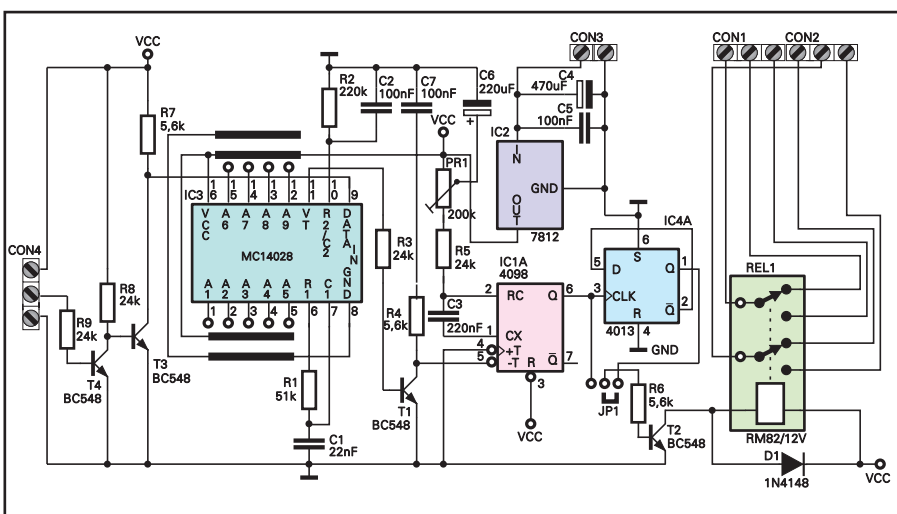
CON1, CON2	ARK3
CON4	ARK3 3,5mm
CON3	ARK2 3,5 mm
JP1	3x goldpin + jumper
REL1	przełącznik RM-82/12V

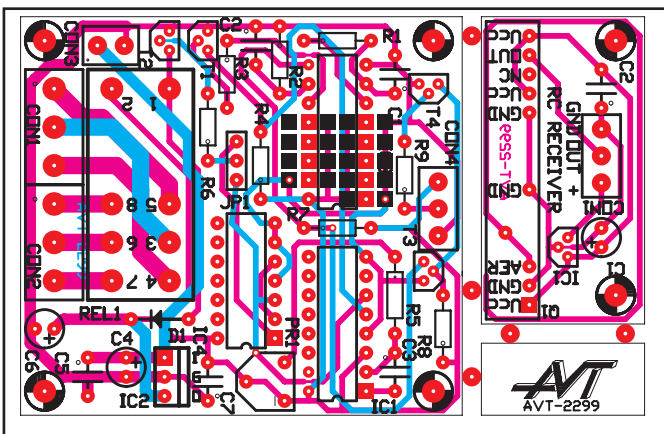
Odbiornik

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.

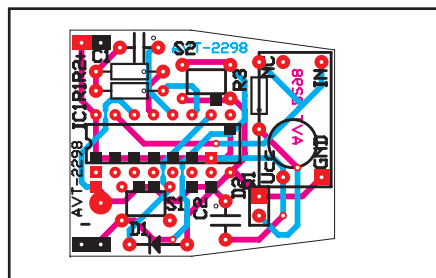
Jak zwykle rozpoczynamy montaż układu od elementów o najmniejszych wymiarach i podstawek pod układy scalone. Montaż wykonujemy wyjątkowo starannie, licząc się z tym, że być może nasze urządzenie będzie pracować w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. układ do otwierania bramy wjazdowej). Po zmontowaniu 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 kropkami 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.

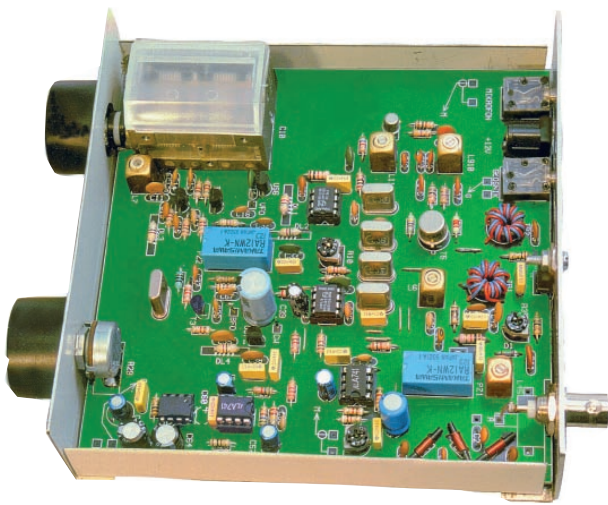
Jak już wiemy, wykonany przez nas pilot może współpracować z dowolną ilością odbiorników, w tym przy wykorzystywaniu dwóch kanałów, z dwoma znajdującymi się jednocześnie w jego zasięgu. Także odbiornik może być sterowany dowolną ilością pilotów o identycznie zaprogramowanym kodzie. Z tych względów produkowane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

Zbigniew Raabe



Transceivery SSB

część 3



Montaż i uruchomienie

Bardzo ważnym elementem konstrukcji jest obudowa, która pełni kilka funkcji, a m.in., oprócz ekranu od pól w.cz. (eliminuje możliwość zakłóceń odbioru oraz nadawania), usztywnia całą konstrukcję zmniejszając niestabilność VFO oraz umożliwia przykręcenie do tylnej ścianki - za pośrednictwem podkładki mikowej - tranzystora T6.

W pierwszym urządzeniu modelowym została wykorzystana fabryczna obudowa metalowa o oznaczeniu T31 (dostępna m.in. w sieci handlowej AVT), charakteryzująca się wymiarami zewnętrznymi 140x140x40mm. Wymagała ona nieco przeróbek polegających m.in. na obcięciu wewnętrznych zagięć montażowych, wywierceniu w przedniej płytce otworu na oś kondensatora zmiennego o średnicy około 15mm oraz drugiego otworu o średnicy 6mm na oś potencjometru siły głosu. Na istniejącej oś kondensatora zmiennego o średnicy 4mm wklejono tulejkę zwiększającą średnicę osi do typowych wymiarów 6mm (oczywiście nie jest to konieczne przy zastosowaniu odpowiedniego pokrętła).

Tylna płytka obudowy została wymieniona na aluminiową (przez wygięcie kawałka blachy o grubości 2mm), która łatwiej odprowadza ciepło z tranzystora końcowego niż pierwotna blacha z niepotrzebnym otworem i w dodatku malowana farbą. Sposób wykonania niezbędnych otworów do zamocowania tranzystora T6 oraz pod gniazda: antenowe, mikrofonowe, zasilania i głośnikowe przedstawiono na rysunku 3.

Dla tych, którym nie obce są konstrukcje mechaniczne z blachy, autor poleca własnoręczne wykonanie obudowy, która będzie bardziej funkcjonalna od fabrycznej T31 (pokazano także na rysunku 3). Będzie ona przede wszystkim zapewniała bezpośredni dostęp do punktów lutowniczych płytki drukowanej oraz przez to, że jest nieco głębsza od T31, umożliwi łatwe zamontowanie skali cyfrowej, którą przewidujemy opisać niebawem. Proponowana obudowa będzie składała się z dwóch pokryw (górnej i identycznej dolnej) wygiętych z dwóch kawałków blachy aluminiowej o grubości co najmniej 1mm w kształt „U” oraz ramki

mocującej opasującej płytkę drukowaną wygiętej z paska blachy ocynkowanej (ze względu na możliwość łatwego lutowania) również o grubość 1mm. Płytkę przednią może być wykonana niekoniecznie z blachy, równie dobrze może być z paska laminatu oklejonego np. folią czy przykrytego płytką pleksiglasu.

Jak już wspomniano, większość elementów indukcyjnych można wykorzystać gotowych. Cewki L1...L3 to typowe dławiki o indukcyjności 2,2μH (można nawinąć własnoręcznie po 14 zwojów DNE 0,3 na rdzeniu ferrytowym o średnicy 2mm). Oczywiście po nawinięciu należy skontrolować i ewentualnie skorygować indukcyjność, bo zależy ona zarówno od liczby zwojów jak i przenikalności magnetycznej zastosowanego rdzenia ferrytowego (liczby AL). Zamiast dławików D11...D14 (gotowe przypominające wyglądem rezystory) można nawinąć po około 30 zwojów DNE 0,1 na rdzeniach ferrytowych o średnicach 2mm lub, w ostateczności, zastosować rezystory o wartości około 10 Ohm.

Bifilarne transformatory w.cz. TR1 i TR2 w rozwiązaniu modelowym zawierały po 10 zwojów drutu DNE 0,3 nawiniętych równocześnie dwoma przewodami w izolacji igelitowej tak zwaną „krosówką” na rdzeniach toroidalnych o średnicach zewnętrznych 10mm z materiału U32. Uzwojenia w każdym transformatorze są połączone w szereg przy zachowaniu jednakowego kierunku nawinięcia (początek pierwszego uzwojenia łączymy z końcem drugiego uzwojenia).

Zamiast cewek filtrów 7x7 o numerach 127 można dobrać inne typy filtrów o indukcyjności w granicach 10μH i skorygować

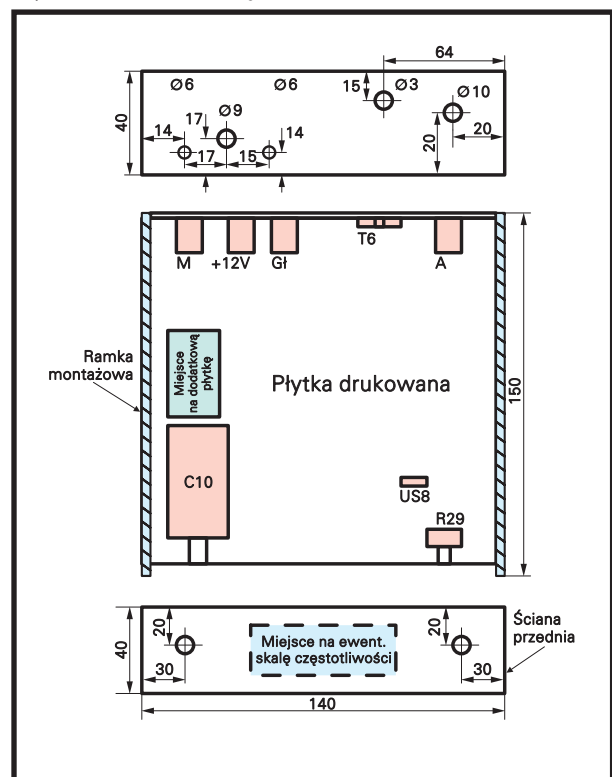
pojemności kondensatorów, bądź przewinąć inne filtry 7x7 nawijając uzwojenia cewek L5, L6, L11, L10 po 34 zwoje DNE 0,1, zaś L4 i L9 po 4 zwoje takiego samego przewodu. Podobnie można postąpić z cewką L7 o symbolu 204 (indukcyjność około 1,4μH) lub nawinąć na innym korpusie filtru 7x7 około 10 zwojów DNE 0,2.

Indukcyjność cewki L8 powinna być taka, aby powodowała obniżenie częstotliwości rezonatora kwarcowego BFO o około 200Hz. W rozwiązaniu modelowym był zastosowany typowy dławik o indukcyjności 10μH.

Cały układ minitransceivera zamontowano na płytce drukowanej o wymiarach 135x135mm, przedstawionej we wkładce. Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na rysunku 4.

Montując układ nie należy przeoczyć wielu zworek oraz poprowadzenia dodatkowym przewodem ekranowanym sygnałów

Rys. 3. Obudowa urządzenia



Projekty AVT

do gniazdek: głośnikowego oraz mikrofonowego, których zastosowanie wynikało z chęci wyeliminowania płytki dwustronnej.

Samo uruchomienie układu nie odbiega od sposobu uruchomienia innych opisywanych transceiverów SSB. Choć urządzenie zostało tak zaprojektowane, aby po wstawieniu wszystkich elementów w zasadzie nie trzeba było dokonywać skomplikowanych czynności strojeniuowych, to jednak przedstawione w dalszej części opisu czynności są niezbędne do prawidłowej pracy układu.

Spośród czynności wstępnych przed właściwym uruchomieniem urządzenia należy wspomnieć o zaopatrzeniu się w zasilacz stabilizowany 12V max 13,8V (najlepiej z ogranicznikiem prądowym rzędu 1A) zakończony odpowiednim wtykiem (nie pomylić biegunów zasilania), głośnik np. GD6/0,5W lub dowolne słuchawki zakończone wtykiem, a także mikrofon dynamiczny z przyciskiem PTT, zakończonym także właściwym wtykiem.

Warto w tym miejscu dodać, że do współpracy z opisanym urządzeniem autor wykorzystał również własnoręcznie wykonany mikrofon. Choć można tutaj spróbować zastosować dostępny fabryczny mikrofon dynamiczny z przyciskiem (wyłącznikiem) lub elektretowy (po dołączeniu napięcia zasilającego poprzez rezystor rzędu 10kΩ to sądzić należy, że będą czytelniczy, którzy nie mają dostępu do mikrofonu i będą chcieli sami go wykonać.

Schemat połączeń mikrofonu przedstawiono na rysunku 5. Z dobrym rezultatem można tutaj wykorzystać dostępne wkładki telefoniczne z serii W... W rozwiązaniu modelowym autor zastosował nową dynamiczną wkładkę telefoniczną typu WSN 88 produkcji TONSIL z Wrześni oraz przypadkowy przycisk przykręcany nakrętką. Jako obudowę mikrofonu wykorzystano pudełko plastikowe oznaczone symbolem producenta ZXXIV o wymiarach zewnętrznych 67x47x24mm.

Wracając jednak do konkretnych czynności uruchomieniowych, w pierwszej kolejności należy sprawdzić wartości napięć zasilających, poziomy sygnałów i wartości częstotliwości generatorów. Do tego celu m.in. zastosowano kondensatory C18 oraz C67 z opisanymi punktami VFO i BFO.

Do punktów tych można podłączyć oscyloskop (do obserwacji, czy kształt wyjściowy sygnału jest jak najbardziej zbliżony do sinusoidy) oraz cyfrowy miernik częstotliwości.

Poziomy sygnałów doprowadzonych do nóżek 6 układów scalonych US2 i US3 powinny być zbliżone do zalecanych wartości aplikacyjnych 300mV (ew. regulacja poprzez korekcję dzielników rezystorowych R17/R18 i R19/R20). Układ BFO powinien pracować od razu poprawnie zapewniając

częstotliwość BFO o wartości zbliżonej do 5,9998MHz. Trochę czasu wymaga ustawienie częstotliwości VFO. Przy wykręconym rotorze kondensatora zmiennego C10 ustawiamy rdzeń w cewce L7 w taki sposób, aby miernik częstotliwości wskazał częstotliwość zbliżoną do 3,8MHz. Następnie, przy wkręconym rotorze, częstotliwość powinna obniżyć się i osiągnąć w skrajnym położeniu 3,5MHz. Korekcję tę przeprowadza się poprzez dobranie wartości C13 oraz przez rozginanie bądź doginanie płytek rotora kondensatora zmiennego. Warto pamiętać, szczególnie przy uruchamianiu układu na inny podzakres KF, że istnieje możliwość zwiększenia zakresu przestrajania VFO także poprzez równoległe dołączenie wolnej sekcji kondensatora 14pF (za pośrednictwem dolutowania od strony miedzi kawałka srebrzanki). Poprzez kilkukrotną korekcję L7 oraz kondensatorów z pewnością nastąpi taki moment, kiedy w dwóch skrajnych położeniach gałki strojenia osiągniemy krańcowe wartości częstotliwości 9,5 oraz 9,8MHz, co kończy wstępną pracę z VFO (wstępną bo pozostanie jeszcze ewentualne dobieranie kondensatorów pod względem współczynników temperaturowych w przypadku zauważenia zbyt dużego płynięcia częstotliwości).

Po dołączeniu do wejścia antenowego generatora na zakres 3,5MHz (lub już konkretnej anteny) pozostanie dostrojenie obwodów wejściowych (ustawienie rdzeni w cewkach L5 i L6) na najsilniejszy sygnał w głośniku.

Przed załączeniem nadajnika wskazane byłoby podanie napięcia 12V tylko na stopnie nadajnika celem skorygowania punktów pracy tranzystorów.

Prądy spoczynkowe można zmierzyć za pomocą woltomierza dołączanego do rezystorów i zastosować prawo Ohma. W rozwiązaniu modelowym osiągnięto następujące napięcia: R41 - 0,9V, R36 - 1,4V, R31 - 0,15V. Oczywiście nie są to wartości, które za wszelką cenę należy starać się uzyskać, bo przy innych tranzystorach i w innym układzie może być inaczej. Należy kierować się raczej zdrowym rozsądkiem i własnym doświadczeniem.

Po uruchomieniu nadajnika przyciskiem PTT i skontrolowaniu przełączania sygnałów VFO i BFO oraz ewentualnym skorygowaniu punktów pracy, należy zestroić filtr dwuobwodowy. W tym celu ustawia-

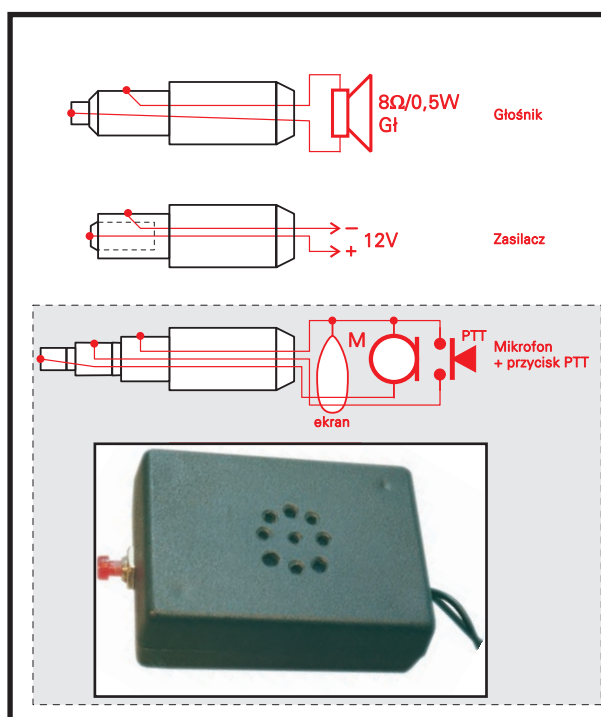
my suwak potencjometru R10 w skrajne położenie i tak ustawiamy rdzenie w cewkach L10 i L11, aby uzyskać na sztucznym obciążeniu 50 Ohm maksymalny sygnał wejściowy. Jeżeli będziemy wykorzystywali do tego oscyloskop, to od razu skontrolujemy, czy sygnał jest jak najbardziej zbliżony do sinusoidy. Dołączony miernik częstotliwości powinien wskazać wartość z przedziału 3,5 do 3,8MHz. Strojenie najlepiej jest przeprowadzić w okolicy środka zakresu, np. na 3,7MHz. Można przy okazji skorygować zestawienie VFO (rdzeniem L7) i nanieść obok pokrętła strojenia co najmniej dwa znaczniki częstotliwości. Jako sztuczne obciążenie można wykorzystać rezystor 51 Ohm/2W (lub kilka równoległe połączonych, np. 2 sztuki po 100 Ohm/1W).

Następnie równoważymy modulator poprzez sprowadzenie suwaka potencjometru w takie położenie (okolice środka zakresu), aby na wyjściu uzyskać jak najmniejszy poziom sygnału (ideałem byłoby zero). W przypadku zwarcia punktu CW do masy znów powinna pojawić się fala nośna.

Urządzenie modelowe nie było przystosowane do pracy telegraficznej, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby wyprowadzić punkt CW poprzez dodatkowe gniazdko, które będzie służyło do bezpośredniego podłączenia klucza telegraficznego lub - lepiej - poprzez specjalny układ BK, który będzie jednocześnie zwracał punkt PTT i wejście mikrofonowe do masy.

Jeżeli opisane powyżej czynności wypadły pomyślnie, pozostaje jeszcze dobrać poziom sygnału z mikrofonu za pośrednictwem potencjometru R1 tak, aby uzyskać maksymalny poziom SSB bez zniekształ-

Rys. 5. Schemat połączeń mikrofonu



ceń wynikających z przesterowania modulatora. Jakość sygnału można łatwo skontrolować poprzez odbiornik z krótką anteną (np. kilkadziesiąt cm przewodu) ustawiony w pobliżu wyjścia antenowego minitransceivera.

Po upewnieniu się, że na wyjściu otrzymaliśmy prawidłowy sygnał SSB, czyli czytelny z maksymalnie wytłumioną nośną i górną wstęgą boczną, dopiero teraz możemy dołączyć antenę i jeszcze raz skontrolować, czy jakość sygnału nie uległa pogorszeniu i czy przypadkiem nie nastąpiło wzbudzenie wzmacniacza nadajnika.

Wypada sprawdzić temperaturę tranzystorów i jeżeli będzie zbyt wysoka, prowadząca nieuchronnie do zniszczenia podczas dłuższej pracy, to jest to kolejnym sygnałem, że należy sprawdzić ustawienie prądu spoczynkowego, a następnie zapewnić lepsze chłodzenie poprzez dodatkowy radiator, np. z blachy. W układzie modelowym poziom sygnału wyjściowego nadajnika dochodził do wartości 15V przy temperaturze obudów tranzystorów T4...T6 umożliwiających jeszcze dotknięcie palcem.

Wynik testów

Opisany minitransceiver Antek był poddany próbom w łączności przez kilku licencjonowanych krótkofalowców. Testowane urządzenie współpracowało z anteną dipol 2x19,5m oraz antenami wielopasmowymi W3DZZ i G5RV, a także z odcinkiem drutu o długości 10m rozwieszzonego w mieszkaniu (tylko podczas odbioru). Do zasilania używano zarówno akumulatora samochodowego 12V jak i zasilacza stabilizowanego 13,8V. Zaliczono na nim kilkadziesiąt łączności ze wszystkimi okręgami SP z raportami od 54 do 59.

Odbiornik spisywał się całkiem dobrze, biorąc pod uwagę jeszcze niezbyt dobre warunki propagacyjne, zaś jakość nadawanego sygnału była nienaganna, oczywiście uwzględniając moc QRP. Do wyjścia urządzenia podczas prób w zawodach był podłączany dodatkowy wzmacniacz liniowy, celem uzyskania większej mocy wyjściowej zgodnie z posiadaną licencją.

Zasadniczą wadą urządzenia zmontowanego z podzespołów AVT była niewystarczająca stabilność częstotliwości VFO, która dała się zauważyć szczególnie podczas dłuższych pogawędek na pasmie 80m (podczas krótkich rozmów oraz zawodów nie było to przeszkodą). Oczywiście kilkogodzinna „zabawa” z VFO polegająca na wymianie kondensatorów na inne, o różnych współczynnikach temperaturowych (wzajemnie się kompensujących), jakie znalazły się w szufladzie autora, doprowadziła do stabilności rzędu 200Hz.

Oto podstawowe parametry modelowego minitransceivera ANTEK:

- częstotliwość pracy: 3,5 - 3,8MHz

- emisja: SSB-LSB (CW)
- czułość odbiornika: 0,5uV (przy 10dB S+N/N)
- moc wyjściowa nadajnika: 2W
- tłumienie niepożądanego wstęgi bocznej: >40dB
- tłumienie fali nośnej: >40dB
- napięcie zasilania: 12V (13,8V)
- wymiary obudowy: 140x140x40mm

Możliwości rozbudowy i eksperymentów

Po pierwsze nie należy kurczowo trzymać się zastosowanych wartości rezonatorów 6,0MHz. Sądzić należy, że przy zastosowaniu dostępnych rezonatorów w granicach 4,43... 8,86MHz także można z powodzeniem uruchomić minitransceiver (oczywiście po zmienienu odpowiednio wartości generatora VFO). Jednym z warunków użycia innej wartości p.cz. powinna być analiza niepożądanych składowych wyjściowych sygnału a także brak lokalnej stacji broadcastingowej pracującej na częstotliwości p.cz. lub w jej pobliżu, mogącej „wchodzić” na odbiornik. Wcześniej autor uruchamiał z zadawalającym rezultatem podobne układy na pasmo 80 i 20m z rezonatorami 5MHz.

Ze względu na wykorzystane układy scalone NE612 urządzenie można przystosować praktycznie do wszystkich podzakresów KF, łącznie z pasmem 10m czy CB. W tych ostatnich przypadkach najlepiej byłoby użyć rezonatorów kwarcowych o wartości rzędu 20MHz.

Jeżeli ktoś myśli o uruchomieniu minitransceivera na pasmo 6m, to warto spróbować zastosować rezonatory o wartości około 40MHz, oczywiście po zmniejszeniu wartości współpracujących kondensatorów w filtrze do 15pF i zmodyfikowaniu układu BFO. Proponowana duża wartość p.cz. będzie korzystna nie tylko ze względu na minimalizację niepożądanych produktów odbiornika i nadajnika, ale także ze względu na stabilność VFO. W tych ostatnich przypadkach można nie zmieniać układu VFO, ponieważ potrzebną wartość VFO łatwo osiągnąć poprzez korekcję położenia rdzenia w cewce L7. Oczywiście pozostałe obwody LC oraz tranzystory wzmacniacza powinny być dobrane do pasma.

Sądzić należy, że podczas odwzorowywania opisanego układu z zastosowaniem przypadkowych kondensatorów i tranzystorów, będzie występował efekt płynięcia generatora. Z tego względu autor zachęca do eksperymentów z zastosowaniem różnych typów kondensatorów (szczególnie C13 i C14), które powinny doprowadzić do zadowalającej stabilności. Można przewidzieć także, że wymiana tranzystorów T1 i T2 na polowe, np. typu BF245, (po usunięciu R12 i R16) też powinna wpłynąć pozytywnie na stabilność. Oczywiście wszystkie te zabiegi

Wykaz elementów:

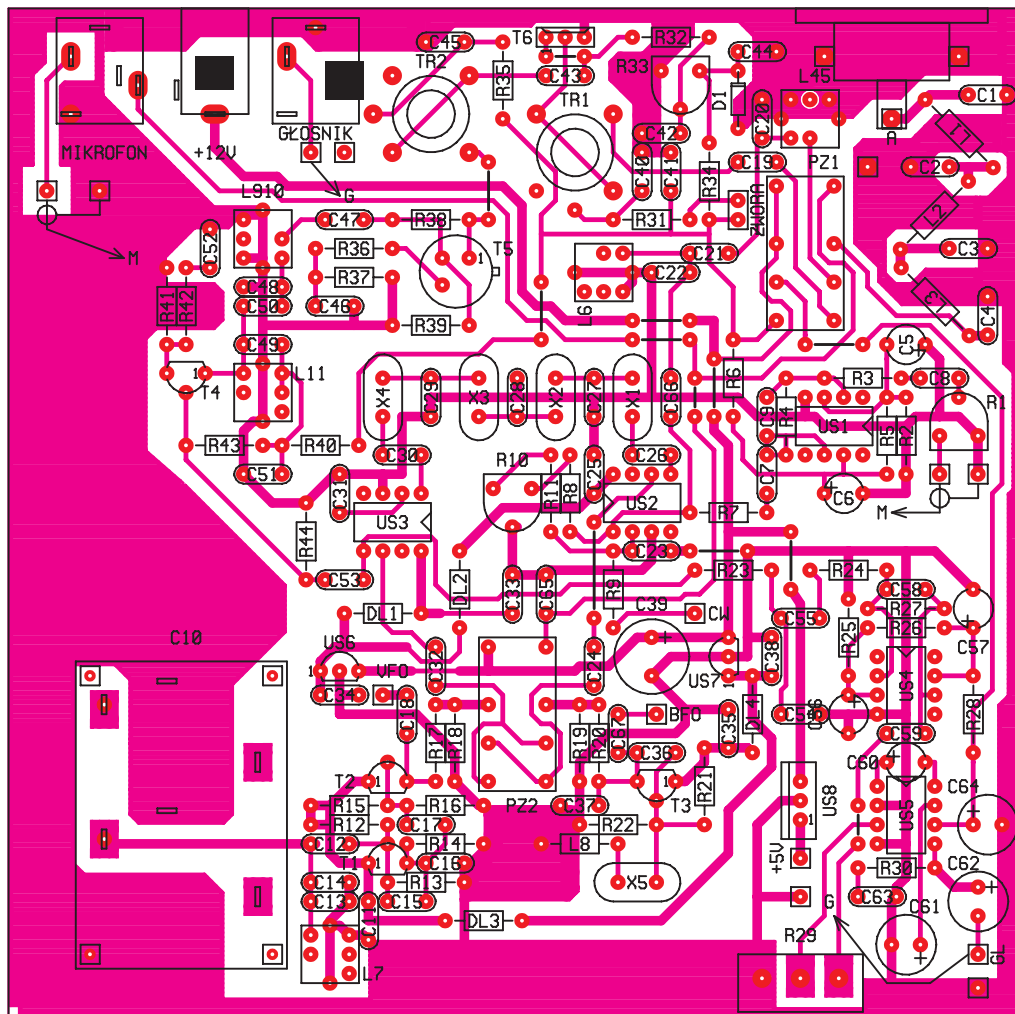
Kondensatory:
 C1, C4: 750pF
 C2, C3: 1,5nF
 C5, C6, C56, C57, C61, C64: 10µF
 C7, C8, C11, C19, C23, C25, C31, C33, C34, C35, C38, C40, C41, C42, C43, C44, C45, C46, C48, C51, C52, C55, C59, C63, C65, C66: 100nF
 C9: 330pF
 C10: 14,7pF (jedna sekcja kondensatora zmiennego ELTRA z przekładnią 3:1; 2x253pF, 2x14,7pF)
 C12, C14: 150pF
 C13, C17: 47pF
 C15, C16, C24, C32, C36, C37: 220pF
 C18, C53, C67: 1nF
 C20, C22, C48, C49: 100pF
 C21, C50: 22pF
 C26, C27, C28, C29, C30: 33pF
 C39: 470µF...1000µF
 C54: 68nF
 C58: 560pF
 C60*: 10nF...10µF
 C62: 100µF

Rezystory:
 R1, R10, R33: 4,7kΩ PR
 R2, R5, R25, R26: 10k
 R3: 4,7kΩ
 R4: 390kΩ
 R6, R28, R32, R40, R41: 100Ω
 R7, R23: 1kΩ
 R8, R11: 51kΩ
 R9, R12, R13, R15, R16, R21, R22: 22kΩ
 R14, R20, R24, R44: 1kΩ
 R17, R18: 470Ω
 R19: 220Ω
 R27: 240kΩ
 R29: 47kΩ/B potencjometr obrotowy
 R30, R35, R42: 10Ω
 R34: 620Ω
 R36: 4,7Ω
 R37: 51Ω
 R38: 2,4kΩ
 R39: 430Ω
 R43: 6,2kΩ

Półprzewodniki:
 US1, US4: 741
 US2, US3: NE612
 US5: LM386
 US6: 78L05
 US7: 78L09
 US8*: 7805

Inne:
 A: BNC lub UC1 (gniazdo antenowe)
 D1: 5V1 (dioda Zenera)
 D11, D12, D13, D14: 47...470µH (dławiki)
 G1: gniazdo głośnikowe
 L1, L2, L3: 2,2µH (dławiki na prętach ferrytowych)
 L4/L5, L6, L9/L10, L11: 127 (cewki 7x7)
 L7: 204 (cewka 7x7)
 L8: 10µH (dławik)
 M: gniazdo mikrofonu
 PZ1, PZ2: RA12WN-K (przekładniki na 12V)
 X1, X2, X3, X4, X5: 6,000MHz (rezonatory kwarcowe)
 Z: gniazdo zasilające
 Podstawki: pin 8 - 5 szt.
 Pokrętła: 2 szt. na oś o średnicy 6mm
 Obudowa* T31

* nie wchodzi w skład kitu



Rys. 4. Schemat montażowy

będą miały sens, kiedy zastosowany kondensator zmienny C10 nie będzie miał zbyt dużych luzów na zębatkach. Być może znajdą się tacy, którzy zastosują zamiast C10 diodę pojemnościową i potencjometr wieloobrotowy do strojenia.

Następnym krokiem w podniesieniu stabilności urządzenia będzie prawdopodobnie zastosowanie dodatkowego układu, np. FLL na małej płytce zamontowanej w wolne miejsce obok C10 (o ile autor znajdzie wystarczająco dużo czasu na kolejne tego typu eksperymenty), ale wcześniej na pewno będzie opisana skala częstotliwości z wyświetlaczem LCD, która już przeszła pozytywne testy z kolejnym modelem tego minitransceivera.

To tylko niektóre z przykładowych możliwości zmian i eksperymentów. Zapewne krótkofalowcy mający więcej wolnego czasu na hobby niż autor zrealizują jeszcze inne pomysły, podobnie jak było przed laty z minitransceiverem Bartek.

Andrzej Janeczek SP5AHT

Rys. 6 i 7 Strojenie nadajnika i odbiornika

