



Minitransceiver QRPP

- TRX 2006



Do czego to służy?

Opisy amatorskiego wykonania prostych transceiverów SSB na popularne pasmo amatorskie 80m nie tylko w Polsce wciąż cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem. Przez najbliższe kilka lat, w związku ze zbliżającym się spadkiem aktywności propagacji na wyższych pasmach, zainteresowanie pasmami 80m i 40m z pewnością nie będzie maleć. Wśród początkujących krótkofalowców są zazwyczaj poszukiwane najprostsze układy, na dostępnych podzespołach, o minimalnej ilości komponentów. Układy takie są również chętnie odwzorowywane przez zaawansowanych krótkofalowców, już posiadających sprzęt fabryczny.

Sprzęt QRP, czyli o małej mocy, jest między innymi wykorzystywany podczas letnich wyjazdów (łatwo go zabrać z innym bagażem w teren), a także podczas zawodów małej mocy. Często do takiego urządzenia jest dołączany wzmacniacz większej mocy i wykorzystywany w warunkach stacjonarnych, jak każdy inny transceiver większej mocy.

Sercem opisywanego minitransceivera QRPP jest układ scalony MC3362, wykorzystany wcześniej między innymi w uniwersalnym odbiorniku „RX 2005”, który był opisany jako kit AVT-2756 w EdW 6/05 (w ofercie AVT jest tylko sama płytką, bez komponentów).

W dostępnej literaturze znanych jest kilka transceiverów na wspomnianym układzie scalonym, który z zasady jest wykorzystywany tylko w części odbiorczej. Jeszcze nikt do tej pory (a przynajmniej taki fakt nie jest znany autorowi) nie wykorzystywał MC3362 w torze formowania sygnału DSB. W prezentowanym rozwiązaniu jeden układ scalony MC3362 pracuje zarówno w torze odbiornika, jak i torze nadajnika SSB.

Zakres pracy urządzenia wynosi od 3,6 do 3,8MHz, zaś orientacyjna moc wyjściowa

układu wynosi około 10mW, stąd nazwa w tytule: „QRPP”. Mimo to urządzenie z układem dopasowania do anteny może wystarczyć do pracy na niewielkie odległości. Większość krótkofalowców, w zależności od potrzeb i możliwości, może dostosować układ do większej mocy poprzez dobudowanie wzmacniacza. Na końcu artykułu zostanie pokazany jeden ze sprawdzonych układów, częściowo już opisywanych na łamach EdW.

Jak to działa?

Na **rysunku 1** znajduje się schemat blokowy opisywanego układu minitransceivera TRX 2006. Jest to układ z klasyczną pojedynczą przemianą częstotliwości i nie wymaga wyjaśniania. Jak widać na rysunku, sercem układu jest układ scalony MC3362 wykorzystywany podwójnie z użyciem przełącznika mechanicznego 4x3 (A-D).

Aby dobrze zrozumieć działanie TRX 2006, należy najpierw przypomnieć strukturę kostki MC3362. Jest to układ podwójnej przemiany, w którym, w naszym przypadku, zostały w pełni wykorzystane tylko dwa oscylatory i mieszacze (niewykorzystane są: dyskryminator kwadraturowy, układysterowania miernika/poziomu nośnej oraz komparator dla detekcji FSK). Autor ma także pewne osiągnięcia z dodatkowym wykorzystaniem struktury układu w torze ARW, ale w celu maksymalnego uproszczenia nie zostało to zastosowane w tym urządzeniu.

Napięcie zasilania układu nie powinno być większe niż 6,0V (maksymalny pobór prądu 7mA). Z danych katalogowych wynika, że rezystancja wejściowa pierwszego mieszacza wynosi około 700Ω (pojemność wejściowa około 7,2pF), zaś rezystancja

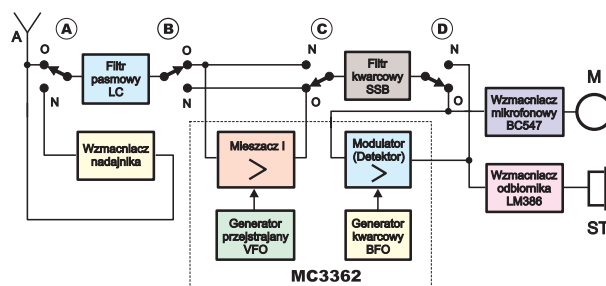
wyjściowa detektora wynosi około 1,4kΩ. Wzmocnienie przemiany pierwszego mieszacza jest zbliżone do 18dB, zaś wzmocnienie przemiany drugiego mieszacza do około 21dB.

Pierwszy oscylator lokalny (wyprowadzenia 21 i 22) jest wykorzystany jako VFO, zgodnie z aplikacją z rezonansowym obwodem LC, jako oscylator sterowany napięciem z potencjometru.

Buforowany sygnał wyjściowy tego układu jest dostępny na wyprowadzeniu 20. Drugi oscylator lokalny jest generatorem Colpittsa w układzie wspólnej bazy ze stabilizacją kwarcem. Buforowany sygnał wyjściowy jest dostępny na wyprowadzeniu 2 (wyprowadzenia 2 i 3 są wzajemnie zamienne). W prezentowanym rozwiązaniu układ MC3362 jest wykorzystany w sposób niekonwencjonalny: pracuje w klasycznym układzie superheterodyny z pojedynczą przemianą częstotliwości, z f p.cz. równą 5MHz. Przyjęcie akurat takiej częstotliwości pośredniej jest kompromisem z uwagi na konieczność zachowania rozsądnych parametrów na paśmie 80m, a także rozszerzenie do pracy w paśmie 20m poprzez łatwe zmodyfikowanie filtra pasmowego.

Schemat ideowy urządzenia jest pokazany na **rysunku 2**. Na wejściu odbiornika (wyjściu części nadawczej) są włączane dwuobwodowe

Rys. 1 Schemat blokowy



filtry pasmowe F1-F2, w których uzwojenia cewek L2 i L3 z kondensatorami C7 i C8 tworzą równoległe obwody rezonansowe, ustawione na środku części fonicznej pasma 80m. Wartością kondensatora sprzęgającego C9 można ustalić wypadkowe sprzężenie pomiędzy tymi filtrami, zachowując rozsądny kompromis pomiędzy szerokością pasma a wartością przenoszonego sygnału. Podczas odbioru na cewkę sprzęgającą filtra F1 jest podany sygnał z anteny, zaś z drugiej cewki filtra F2 jest podany odfiltrowany sygnał na wejście wzmacniacza w.cz. (nóżka 24), a następnie na mieszacz. Na drugie wejście mieszacza jest skierowany sygnał z generatora VFO. Ponieważ pasmo przenoszenia filtra jest usytuowane powyżej częstotliwości BFO na zakresach poniżej 10MHz, konieczne jest ustawienie częstotliwości VFO powyżej częstotliwości sygnału wejściowego (wartość częstotliwości VFO jest sumą częstotliwości BFO i wartości sygnału we/wy transceivera).

W skład generatora przemiany częstotliwości wchodzi elementy zewnętrzne układu, dołączone do nóżek 21-22 oraz pojemności wewnętrzne układu scalonego. Częstotliwość pracy generatora wyznacza indukcyjność L5 wraz z kondensatorem C17 i pojemnością wewnętrznej diody pojemnościowej. Zakres przestrajania generatora jest ograniczony za pośrednictwem rezystora R1 włączonego w szereg z potencjometrem P1. Ponieważ komfort strojenia odbiornika jest uzależniony właśnie od tego potencjometru, warto zadbać o dodatkową przekładnię mechaniczną lub użycie potencjometru wielobrotowego (np. 10-zwojowego).

Sygnał wyjściowy z mieszacza 5MHz (jako częstotliwość pośrednia, będąca różnicą częstotliwości doprowadzonej do wejścia układu i częstotliwości generatora) jest skierowany do filtra kwarcowego. Filtr drabinkowy, zestawiony z czterech rezonatorów kwar-

cowych X1...X4 o jednakowych wartościach 5MHz oraz pięciu kondensatorów C18...C32 po 33pF każdy, ma pasmo przenoszenia około 2,4kHz, co odpowiada szerokości odbieranego sygnału SSB. Odfiltrowany sygnał pośredniej częstotliwości, poprzez styki przełącznika, jest skierowany na wejście detektora. Zewnętrzne elementy, dołączone do końcówek 3 i 4 układu, wchodzi w skład generatora BFO. Częstotliwość układu wyznacza rezonator kwarcowy X5 (również 5MHz) z szeregową cewką L6 (dławik 10uH) w celu przesunięcia nośnej na dolne zbocze filtra kwarcowego. Inaczej mówiąc, włączenie dławika zapewnia potrzebne obniżenie częstotliwości BFO o około 1,5kHz w stosunku do p.cz., niezbędne do odtworzenia właściwej wstęgi bocznej sygnału wejściowego. W wyniku zmieszania sygnału p.cz. z sygnałem wewnętrznego oscylatora układu uzyskuje się czytelny sygnał małej częstotliwości. Ponieważ częstotliwość filtra kwarcowego jest niższa od częstotliwości pracy VFO, w układzie następuje odwrócenie wstęgi sygnału.

Warto zauważyć, że w przypadku użycia rezonatorów 5,25MHz zarówno sygnały pasma 80m z dolną wstęgą boczną jak i sygnały pasma 20m z górną wstęgą boczną są odtworzone prawidłowo przy tym samym zakresie pracy VFO 8,75...9,15MHz. Uzyskamy wtedy tak zwane automatyczne odwrócenie wstęgi bocznej. Tak naprawdę dokładna wartość częstotliwości p.cz. nie ma aż tak dużego znaczenia. Ważne jest natomiast, by użyć w filtrze drabinkowym jednakowych rezonatorów.

Wyjściowy sygnał m.cz. z nóżki 5 w zakresie 0,3kHz do około 3kHz jest wzmocniony za pośrednictwem popularnego wzmacniacza LM386 (US2) i skierowany do gniazdka zasilającego głośnik lub słuchawki. Potencjometr P2 służy do regulacji siły głosu. Cały minitransceiver może być zasilany napięciem 9...12V. Układ 78L05 stabilizuje napięcie

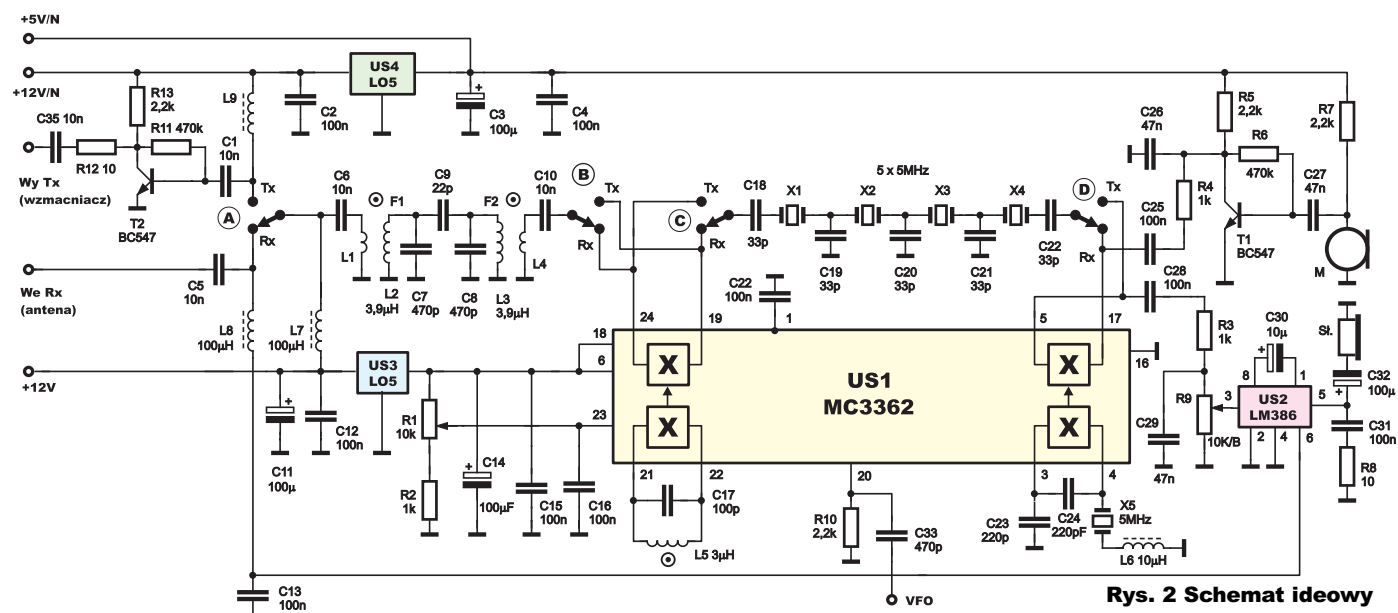
zasilania MC3362. Napięcie 5V jest wykorzystywane także do zasilania potencjometru R1, służącego do zmiany częstotliwości pracy urządzenia. Wszystkie podzespoły, oprócz wzmacniacza LM386, pracują podwójnie.

Jak już wspomniano, przełączanie z nadawania na odbiór (N/O) następuje za pośrednictwem najprostszego, ale skutecznego sposobu – w tym przypadku przełącznika MTS204 (cztery sekcje: A, B, C, D). Pierwsza sekcja A służy do przełączania napięcia zasilania oraz we/wy filtra pasmowego LC. Aby można było wykorzystać styki zarówno do sygnału DC, jak i RF, zostały użyte trzy dławiki o indukcyjności po 100uH (wartość nie krytyczna). W pozycji „O” sygnał w.cz. z anteny jest skierowany na wejście wspomnianego filtra, zaś napięcie +12V podane na wzmacniacz m.cz. LM386. Za przełączanie drugiej strony filtra odpowiedzialna jest sekcja B przełącznika. Dalszy przebieg sygnału w torze odbiornika wygląda jak powyżej, z tym że styki C i D tego przełącznika są wykorzystane do komutacji sygnału filtra kwarcowego.

Podczas nadawania napięcie zasilania ze styków przełącznika A jest podane tym razem poprzez zasilacz stabilizowany 5V na wzmacniacz mikrofonowy. Wprawdzie można pominąć dodatkowy stabilizator, jednak okazało się, że wtedy poziom sygnału m.cz. już jest za wysoki, a i tak napięcie +5V/N przyda się później do stabilizacji punktów pracy dodatkowego wzmacniacza liniowego SSB.

Sygnał akustyczny z mikrofonu elektretowego, wchodzącego w skład nagłownego zestawu multimedialnego, jest wzmocniany w pojedynczym układzie OE z tranzystorem BC547.

Wzmocniony sygnał m.cz. nadajnika poprzez dwójnik R-C (100nF-1kΩ) jest podany na wejście modulatora zrównoważonego układu MC3362 (ta część układu pełniła funkcję



Rys. 2 Schemat ideowy

detektora przy odbiorze). Zmodulowany sygnał wyjściowy z modulatora DSB o wartości 5MHz (nóżka 5) jest poprzez styki przełącznika D podany na opisany wcześniej czterokwarcowy filtr drabinkowy i dalej, już jako sygnał jednowstęgowy SSB, poprzez styki przełącznika C na wejście mieszacza (nóżka 24). Z wyjścia mieszacza (nóżka 19) poprzez styki przełącznika B sygnał jest skierowany na filtr dwuobwodowy LC. Uformowany sygnał SSB w paśmie 80m zostaje poprzez styki A przełącznika podany na wejście prostego wzmacniacza nadajnika OE na tranzystorze T2. Dalszego wzmocnienia sygnału nadajnika każdy może dokonać według własnego uznania czy możliwości.

Montaż i uruchomienie

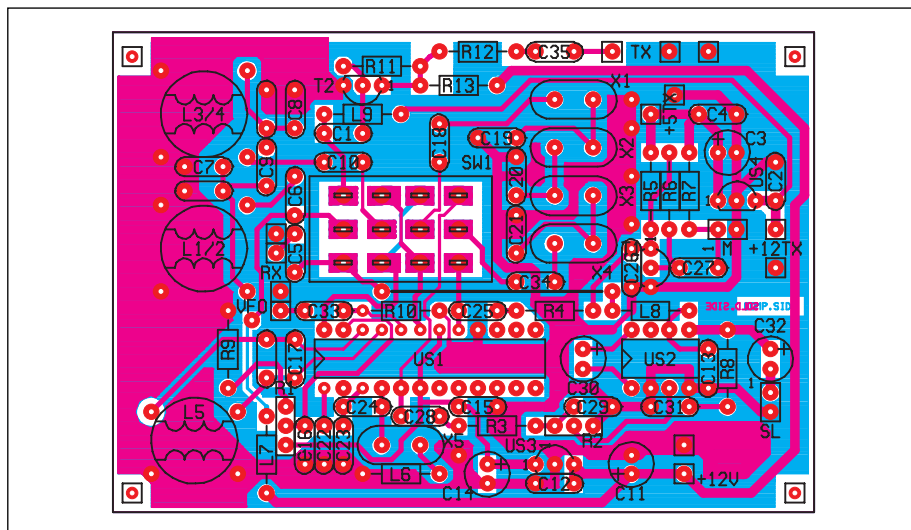
Cały układ opisanego minitransceiwera można zmontować z wykorzystaniem jednej płytki drukowanej, pokazanej na rysunku 3.

Cewki filtru pasmowego i generatora można nawinąć na rdzenie toroidalne typu Amidon, np. typu DT37-6 (kolor żółty; 9,53x5,21x3,25mm, AL=3). Cewki L2 i L3 powinny zawierać po 36 zwojów drutu DNE0,4, zaś cewki sprzęgające po 4 zwoje tego samego drutu lub krosówki telefonicznej. Cewka obwodu VFO, czyli L5, powinna zwiierać 32 zwoje drutu DNE0,4. W przypadku posiadania rdzeni DT37-2 (kolor czerwony; 9,53x5,21x3,25mm, AL=4) liczba zwojów ulegnie zmniejszeniu i będzie wynosić: L2 i L3 po 31 zwojów, zaś L5 – 27 zwojów. Dla innych rdzeni liczba zwojów może być jeszcze inna, dlatego ważna jest znajomość liczby AL posiadanego rdzenia. Orientacyjną liczbę zwojów można wyznaczyć ze wzoru:

$$N = \sqrt{L/AL}$$

lub z dostępnego programu internetowego. Za wartość L należy w naszym przypadku wstawić liczbę 3900 (dla L1, L2=3,9uH) i 3000 (dla L5=3uH).

Dużym ułatwieniem w optymalnym zestrojeniu obwodu rezonansowego jest podwójne miejsce na płytce dla kondensato-



Rys. 3 Schemat montażowy

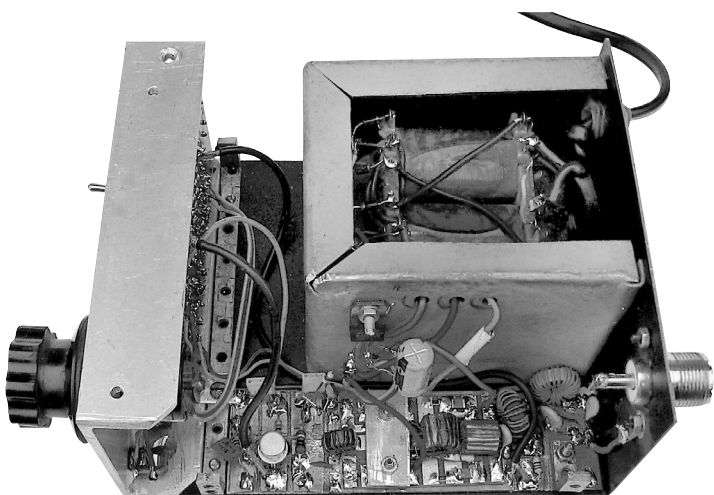
rów C7, C8 i C17. W te dodatkowe otwory można wstawić dodatkowe kondensatory lub miniaturowe trymery, np. ok. 10pF, umożliwiające łatwe skorygowanie pojemności przy danej indukcyjności cewki.

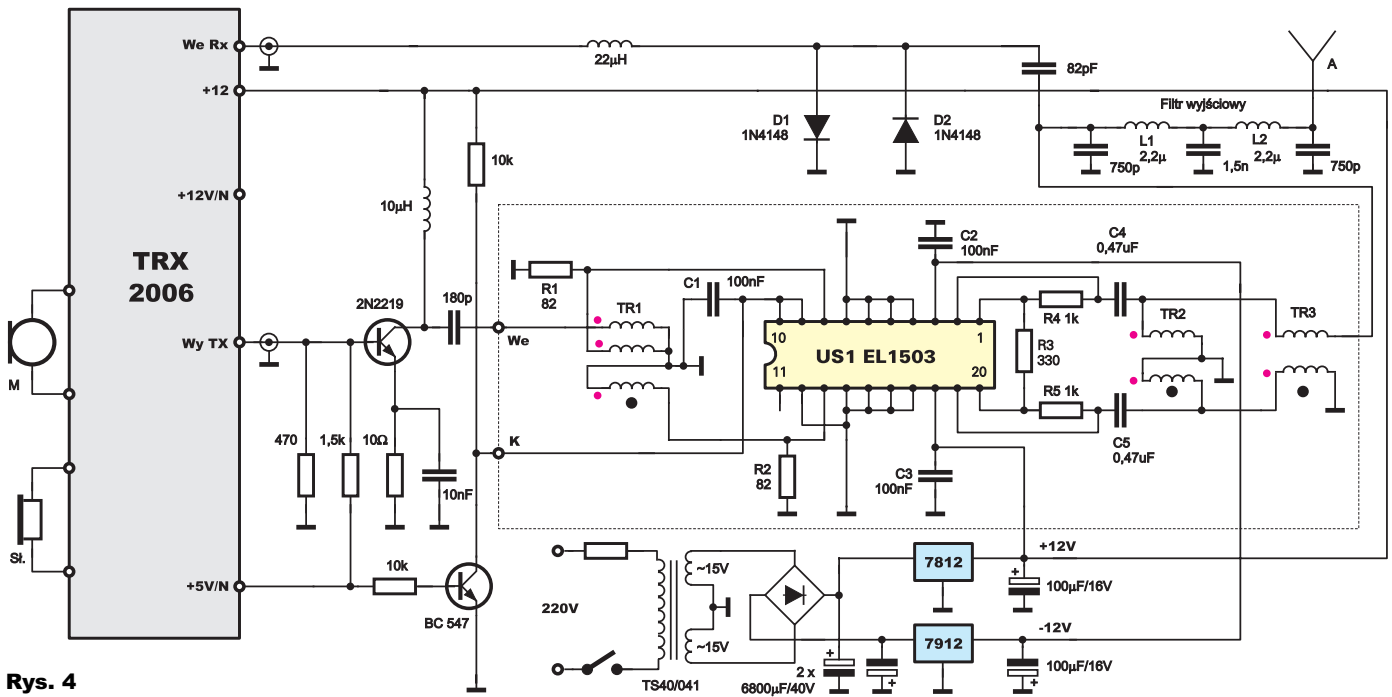
Po wstawieniu wszystkich sprawnych elementów na płytce i bezbłędnym wykonaniu wszystkich dodatkowych połączeń zewnętrznych uzyskuje się układ, który wprawdzie nie wymaga regulacji, ale praktycznie nie może funkcjonować bez dodatkowego wzmacniacza nadajnika. Jeśli chodzi o odbiornik, to w zasadzie nic nie zmieniło się w stosunku do RX 2005 i podłączenie anteny do zacisku RX powinno spowodować odbiór stacji amatorskich w paśmie 80m.

Warto wiedzieć, że rezystor R10 i kondensator separujący C33 nie są niezbędne do pracy układu i można je pominąć po skontrolowaniu i wyregulowaniu częstotliwości sygnału VFO. Rezystor ten i kondensator przyda się z pewnością w przypadku planowanego przystosowania urządzenia do podłączenia cyfrowej skali częstotliwości. Znajomość wartości częstotliwości tych sygnałów jest jednak niezbędna w początkowej fazie sprawdzania czy strojenia. W każdym przypadku zaleca się, aby uruchomienie układu rozpocząć od korekcji cewki lub kondensatora w układzie generatora VFO. Niezbędny będzie tutaj miernik częstotliwości podłączony do wyprowadzenia VFO. W pierwszej kolejności należy ustawić

za pomocą korekcji C17 górną wartość zakresu VFO (dla pasma 80m - 8,8MHz) przy skróceniu potencjometru na największą wartość napięcia zasilania diody pojemnościowej (5V na nóżce 23). Jeżeli częstotliwość VFO będzie za wysoka, należy stopniowo zwiększać wartość C17 (można wstępnie użyć trimera). Po uzyskaniu wymaganej górnej wartości VFO skracamy potencjometr R1 do masy (na najniższą wartość rezystancji) i dobieramy wartość rezystora R1 w taki sposób, aby uzyskać dolną wartość VFO (w układzie modelowym uzyskano około 8,6MHz, co zapewniło całkowity zakres pracy urządzenia 3,6-3,8MHz). W przypadku trudności z uzyskaniem odpowiedniego zakresu VFO można spróbować zmienić wartość cewki L5. Po uzyskaniu wymaganej wartości VFO pozostaje już tylko skorygowanie zestrojenia filtra wej/wyj. Można to uczynić nawet „na słuch” po dołączeniu anteny. Sprawdzanie (strojenie) odbiornika z anteną powinno odbywać się w porze najlepszej aktywności pasma (zależy od pory dnia i roku). Optymalne wartości indukcyjności L1 (dla częstotliwości BFO) należy ustalić indywidualnie, kierując się najbardziej czytelnym sygnałem. Mając do dyspozycji generator sygnałowy, można sprawdzić czułość odbiornika i ewentualnie spróbować korygować wartości kondensatorów w filtrach w celu uzyskania największego sygnału wyjściowego w całym zakresie pasma. Jeżeli stwierdzimy zbyt duże wzmocnienie stopnia końcowego m.cz., warto wiedzieć, że istnieje jeszcze możliwość jego zmniejszenia poprzez usunięcie z wyprowadzeń 1 i 8 układu LM386 kondensatora elektrolitycznego (dobrać eksperymentalnie).

Dalsze wzmocnienie sygnału nadajnika musi następować w oddzielnym układzie, który - w zależności od inwencji konstruktora - może być zrealizowany na wiele opisywanych sposobów (tutaj autor wypróbował m.in. nowy wzmacniacz na układzie scalonym





Rys. 4

EL1503). Niezależnie od rodzaju zastosowanego układu wzmacniacza jego strojenie musi odbywać się ze sztucznym obciążeniem 50Ω . W kompletnym urządzeniu do przełączania anteny z toru odbiornika na tor nadajnika można wykorzystać oddzielny przekaźnik zasilany napięciem $+12V/N$. Można także zrezygnować z przekaźnika i zadowolić się prostym przełącznikiem diodowym. W każdym razie warto wyjściowy filtr dolnoprzepustowy nadajnika wykorzystać także w torze wejściowym odbiornika.

Do współpracy z minitransceiverem zostały z dobrym skutkiem wypróbowane słuchawki zespolone z mikrofonem. Jeżeli na przewodzie tego zestawu mikrofono-słuchawkowego znajduje się regulator głośności, to układ można jeszcze uprościć i zrezygnować z potencjometru siły głosu na wejściu układu LM386. Korzystnie jest wtedy wykorzystać na wejściu odbiornika dodatkowy tłumik w.cz., np. w postaci potencjometru $1k\Omega$, którym będzie można zmniejszyć poziom silnego sygnału lokalnej stacji od sąsiada-krótkofalowca.

Po zestrojeniu cały układ należy zamknąć w obudowie (koniecznie metalowej i raczej większej, ze względu na możliwość rozbudowy o skalę cyfrową czy część nadawczą). Ze względu na umocowanie przełącznika odbiór/nadawanie płytkę drukowaną powinna być umocowana tuż za płytą czołową minitransceiwera. Wtedy minimalna wysokość urządzenia jest narzucona przez wysokość płytki drukowanej. Z boku płytki można

zamocować potencjometr strojenia, a pod nim potencjometr siły głosu, ew. gniazda słuchawek i mikrofonu. Można także skorzystać z wielostykowego gniazda, np. takiego, jakie występuje w radiotelefonach CB, i podłączyć do niego niezbędne przewody. Na tylnej płycie można zamontować gniazdo antenowe oraz zasilania. Na **fotografii 2** jest pokazane wnętrze transceiwera, w którym zamontowano zasilacz $\pm 12V$ oraz wzmacniacz mocy na układzie scalonym EL1503. Schemat połączeń tego uzupełniającego układu pokazuje **rysunek 4**. Sygnał nadajnika jest wstępnie wzmacniany w układzie z tranzystorem 2N2219. Załączenie tego stopnia następuje poprzez podanie napięcia $+5V$ na rezystor polaryzacji bazy, zaś załączenia wzmacniacza za pomocą dodatkowego klucza tranzystorowego. Sygnał z anteny jest podany na wejście odbiornika z filtra dolnoprzepustowego nadajnika za pomocą szeregowego obwodu rezonansowego, zestawionego z cewki $22\mu H$ i kondensatora $82pF$. Podczas nadawania działa układ diodowy D1 D2, zwierając kondensator $82pF$ do masy i zmniejszając do minimum poziom, sygnału skierowanego na przełącznik antenowy. Dzięki takiemu rozwiązaniu w układzie nie było potrzeby użycia dodatkowego przekaźnika antenowego. Opis wykonania (działania) wzmacniacza był opisany w EdW 1/06.

Andrzej Janeczek
SP5AHT

Wykaz elementów

Rezystory

- R1 $10k\Omega/A$ - helitrim dziesięcioobrotowy
- R2,R3,R4 $1k\Omega$
- R5,R7,R10,R13 $2,2k\Omega$
- R6,R11 $.470k\Omega$
- R8,R12 10Ω
- R9 $10k\Omega/B$ - potencjometr obrotowy

Kondensatory

- C1,C5,C6,C10,C35 $10nF$
- C2,C4,C12,C13,C15,C16,C22, C25,C28,C31 $100nF$
- C26,C27,C29 $.47nF$
- C7,C8,C33 $.470pF$
- C9 $.22pF$
- C17 $100pF$
- C3,C11,C14,C32 $100\mu F/16V$
- C30 $10\mu F/16V$
- C18,C19,C20,C21,C22 $.33pF$
- C23,C24 $.220pF$

Półprzewodniki

- US1 MC3362
- US2 LM386
- US3,US4 78L05
- T1,T2 BC547

Rezonatory kwarcowe

- X1,X2,X3,X4,X5 $.5,0MHz$

Cewki

- L1,L4 według opisu
- L2,L3 $3,9\mu H$ - według opisu
- L5 $.3\mu H$ - według opisu
- L6 $10\mu H$ dławik
- L7,L8,L9 $100\mu H$ - dławiki
- A-D MTS204 - przełącznik
- Podstawki PIN 24, PIN 8
- Gniazda Gł., Sł jack stereo

Płytkę drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2778