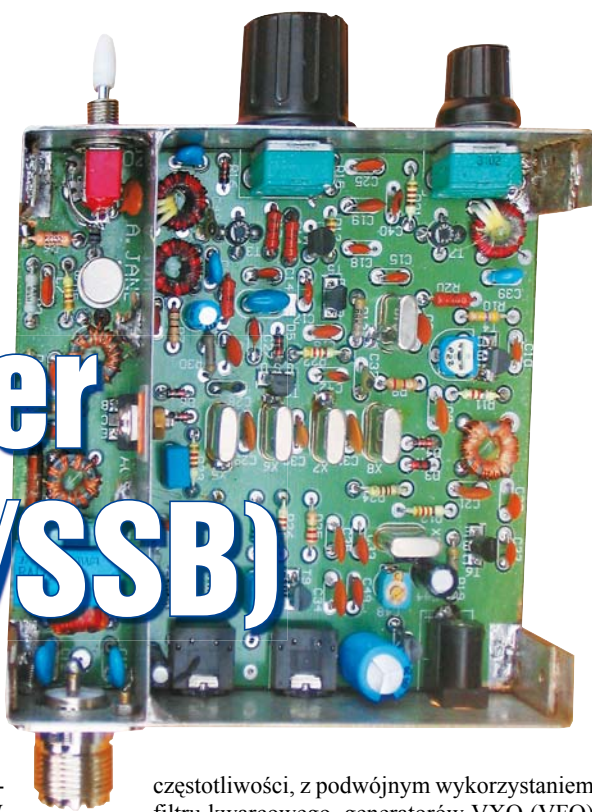




# Minitransceiver SP5AHT (80m/SSB)



Minitransceivery małej mocy (QRP) na pasmo 80m są nadal chętnie konstruowane oraz zabierane na wakacje czy urlopy. Praca z niewielką mocą, na własnoręcznie wykonanym, prostym i małogabarytowym urządzeniu zasilanym z akumulatora, daje dużo przyjemności nie tylko początkującym krótkofalowcom.

We wrześniu konstruktorzy takich urządzeń już po raz czwarty spotkali się na specjalnie zorganizowanych warsztatach QRP w Burzeninie (woj. łódzkie), aby pokazać swoją twórczość oraz wymienić się doświadczeniami.

W ofertach handlowych, głównie w sieciach internetowych, można znaleźć wiele kitów układów nadawczo-odbiorczych, wykonanych z zastosowaniem dostępnych układów scalonych. Wiele opisów, na podstawie których powstają i są oferowane kity AVT, można znaleźć także na łamach pism AVT. Prezentowany poniżej układ (demonstrowany na wspomnianych warsztatach) różni się zasadniczo od wszystkich aktualnie dostępnych rozwiązań, ponieważ **został wykonany z użyciem jedynie tranzystorów** (nie licząc stabilizatora). Podobne układy na dyskretnych elementach były budowane już dawno, kiedy jeszcze nie było układów scalonych, ale to rozwiązanie prezentuje nowe podejście do konstrukcji w oparciu o aktualnie dostępne podzespoły oraz wieloletnie doświadczenia autora w konstruowaniu bardziej skomplikowanych układów (Bartek, Antek, Junior, Zuch, Jędrak...).

Choć liczba zastosowanych elementów została ograniczona do niezbędnego minimum, to jednak uzyskane parametry umożliwiają dwukierunkową pracę w wycinku pasma

80m, jak na urządzeniu bardziej skomplikowanym i jednocześnie droższym.

Moc wyjściowa nadajnika przy zasilaniu z zasilacza 12V wynosiła około 2W, zaś wymiary urządzenia (około) 100x100x35mm.

Przydatność urządzenia została potwierdzona podczas łączności lokalnych z anteną typu dipol 2x19,5m oraz LW z układem dopasowania.

Konstrukcję tę polecamy zwłaszcza początkującym konstruktorom, nie tylko ze względu na niską cenę użytych podzespołów, ale przede wszystkim ze względu na walory edukacyjne. W takim szkolnym urządzeniu bardzo łatwo jest prześledzić tor sygnałów oraz poznać pracę poszczególnych bloków i bez problemu zrozumieć zasadę działania transceivera. Konstrukcja ta może być pierwszą wprawką, po zdobyciu licencji, do budowy układów nadawczo-odbiorczych i poznawania tajników krótkofalarstwa na popularnym paśmie HF.

## Opis układu

Uproszczony schemat blokowy minitransceivera pokazano na **rysunku 1**. Urządzenie pracuje w układzie z pojedynczą przemianą

częstotliwości, z podwójnym wykorzystaniem filtra kwarcowego, generatorów VXO (VFO) i BFO oraz diodowego modulatora-mieszacza. Dwukierunkowe wykorzystanie filtra oraz modulatora-mieszacza podczas nadawania i odbioru, znacznie uprościło konstrukcję urządzenia (wyeliminowało konieczność komutacji sygnału).

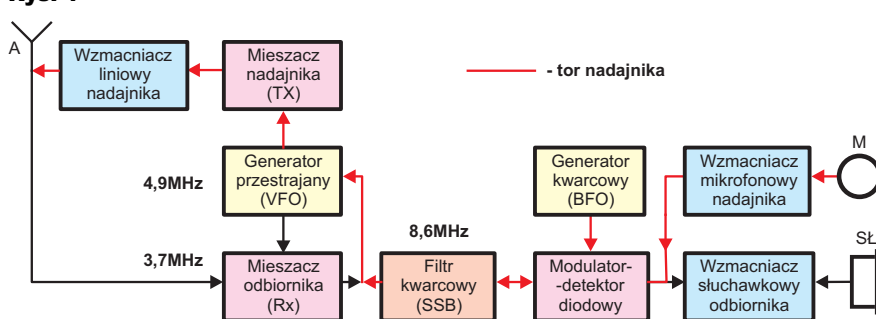
Wybór częstotliwości pośredniej około 8,6MHz wynika głównie z użycia w układzie VXO rezonatora ceramicznego 4,9MHz (zamiast tradycyjnego VFO z przestrajającym obwodem LC). Wykorzystanie w układzie generatora rezonatora ceramicznego, zaś w mieszaczach odbiornika i nadajnika dwubramkowych tranzystorów MOSFET, w sposób zdecydowany rozwiązało problemy stabilności VFO przy pominięciu separatora generatora.

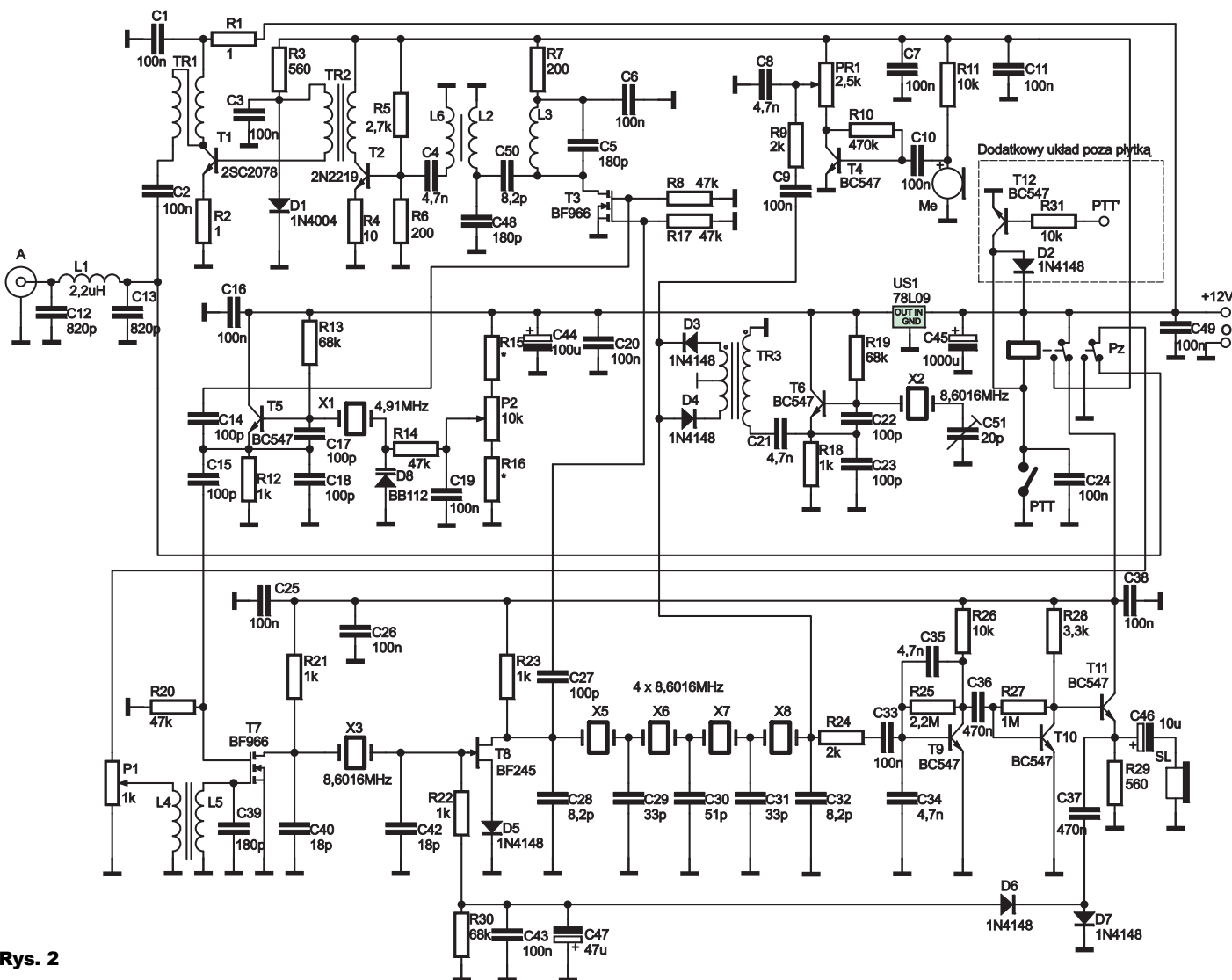
Completny schemat ideowy urządzenia jest przedstawiony na **rysunku 2**. Najpierw zostanie omówiona zasada działania podczas odbioru (RX), a potem podczas nadawania (TX).

## Odbiornik - RX

Signal antenowy po przejściu poprzez filtr dolnoprzepustowy L1C12C13, ograniczający poziom sygnałów powyżej 5MHz, jest podany przez styki przekaźnika na tłumik wejściowy w postaci potencjometru P1. W ten prosty sposób, poza regulacją siły głosu, został rozwiązany problem z obniżaniem sygnału wejściowego

**Rys. 1**





Rys. 2

(przesterowanie układu silnymi sygnałami pochodzącymi np. od pobliskiej stacji sąsiada-krótkofalowca). Pojedynczy obwód rezonansowy L5C39, zestrojony na środek części fonicznej pasma 80m, zapewnia dostateczną filtrację sygnału wejściowego, a dzięki uzwojeniu sprzęgającemu L4, daje transformację niskiej impedancji obwodu antenowego do dużej impedancji wejściowej pierwszej bramki mieszacza z tranzystorem MOSFET T7 BF966. Na drugą bramkę tego tranzystora jest skierowany sygnał z generatora VXO przestrajanego w zakresie 4,835 do 4,9MHz (z niewielkim zapasem), co zapewnia pracę TRX-a w najbardziej wykorzystywanym do pracy lokalnej zakresie 3,7-3,765MHz. Jako pierwszy filtr pośredniej częstotliwości (bezpśrednio po mieszaczu) został użyty pojedynczy rezonator kwarcowy X3 8,6016MHz wraz ze współpracującymi kondensatorami C40 i C42. Proponowane wartości tych kondensatorów (2x18pF) oraz rezystorów wejściowych i wyjściowych R21 i R22 (2x1kΩ) to wynik założenia pasma przenoszenia toru około 2,4kHz.

W torze wzmacniacza pośredniej częstotliwości pracuje tranzystor połowy T8

BF245B z obciążeniem rezystorowym R23 (zamiast tradycyjnego obwodu wyjściowego LC). Konieczność włączenia w obwód źródła diody D5, wynika głównie z chęci całkowitego odcięcia obwodu wyjściowego stopnia przy nadawaniu (wylimitowanie tłumienia sygnału DSB). W obwodzie bramki, do rezystora R22, zapewniającego obciążenie filtru od strony masy, dołączony jest bardzo prosty układ automatycznej regulacji wzmacnienia. Sygnał ARW jest pobierany z końcowego toru małej częstotliwości. Sygnał z wyjścia słuchawkowego podlega detekcji w układzie diodowego podwajacza napięcia D6D7. Elementy R30C47 zapewniają niezbędną stałą czasową dobraną na optymalną pracę ARW, czyli bez zauważalnych zniekształceń sygnału wyjściowego.

Przy przeciętnym poziomie sygnału antenowego, napięcie wyjściowe ARW jest zbliżone do zera, co daje maksymalne wzmacnienie stopnia p.cz. Wzrost sygnału wyjściowego m.cz., spowodowany np. silną odbieraną stacją czy pojawiającymi się zakłóceniami, powoduje powstanie ujemnego napięcia o wartości przewyższającej -0,3V (przy pobliskiej stacji, wartość tego sygnału może dochodzić nawet

do -3V), które podane na bramkę tranzystora, powoduje spadek sygnału wyjściowego p.cz. Efektem zmniejszenia wzmacnienia stopnia p.cz. jest zwiększenie napięcia na drenie (od ustalonej wartości około 6V) w kierunku napięć zbliżonych do 12V.

Zasadniczy filtr kwarcowy SSB został zestawiony w układzie drabinkowym z czterech rezonatorów o częstotliwości 8,6016MHz. Przy zastosowaniu czterech jednakowych rezonatorów kwarcowych i odpowiednio dobranych kondensatorów, filtr zapewnia pasmo przenoszenia około 2,4kHz. Wartości kondensatorów filtru drabinkowego C28-C32 zostały przeliczone dla wyżej podanej szerokości filtru oraz impedancji we/wy 1kΩ (zaokrąglone do najbliższych wartości handlowych). Warto zwrócić uwagę, że na założoną charakterystykę filtru (stromość zbczozy) duży wpływ mają rezystory separujące - zamykające filtr R23R24 (wypadkowa wartość około 1kΩ). Bezpośrednio po filtrze jest włączony zrównoważony modulator dwiodowy D3D4. Pojawienie się sygnału p.cz. na wyjściu filtru kwarcowego powoduje zrównoważenie układu i dalsze przejście sygnału z generatora kwarcowego

BFO. Częstotliwość tego generatora leży na górnej części charakterystyki filtra kwarcowego p.cz., co jest niezbędne do odtworzenia brakującej wstęgi bocznej sygnału wejściowego. Wartość częstotliwości pracy generatora z tranzystorem T6 zależy głównie od rezonatora oraz włączonego w szereg z nim kondensatora (trymer C51), zapewniającego podwyższenie częstotliwości BFO o ponad 1kHz. W wyniku zmieszania sygnału p.cz. z sygnałem wewnętrznego generatora, uzyskuje się na wyjściu czytelny sygnał małej częstotliwości (0,3-3kHz), który jest podawany poprzez dwójnik R24C33 na wzmacniacz małej częstotliwości. W torze tym pracuje podwójny stopień wzmacniacza w układzie OE z tranzystorami T9 i T10. Trzeci tranzystor nie daje wzmocnienia, ponieważ pracuje w układzie OC i służy do dopasowania do niskiej impedancji słuchawek.

Kształtowanie charakterystyki sygnału m.cz. w zakresie 0,3kHz zapewniają kondensatory sprzęgające, zaś ograniczenie powyżej 3kHz – kondensator C35 w pętli sprzężenia zwrotnego. Dodatkowy kondensator filtrujący C34 również ma wpływ na ograniczenie sygnału od strony wyższych częstotliwości.

Urządzenie jest przewidziane do współpracy z zestawem multimedialnym (mikrofon elektretowy + słuchawki niskoomowe z wbudowanym na kablu potencjometrem do regulacji siły głosu). Częstotliwość pracy generatora VXO z tranzystorem T5 jest ustalana elektronicznie, poprzez napięcie zasilania podawane z potencjometru P2 na diodę pojemnościową D8 BB112.

Przy maksymalnym napięciu zasilania (9V suwak w górnym położeniu) uzyskano na wyjściu częstotliwość 4,9MHz, zaś przy niskim częstotliwość około 4,835MHz, czyli w efekcie uzyskano szerokość pasma VXO 65kHz - najbardziej interesujący wycinek pasma SSB od około 3700 do 3765kHz.

Do zasilania układów generatorów wykorzystano napięcie 9V pochodzące ze stabilizatora US1 7809.

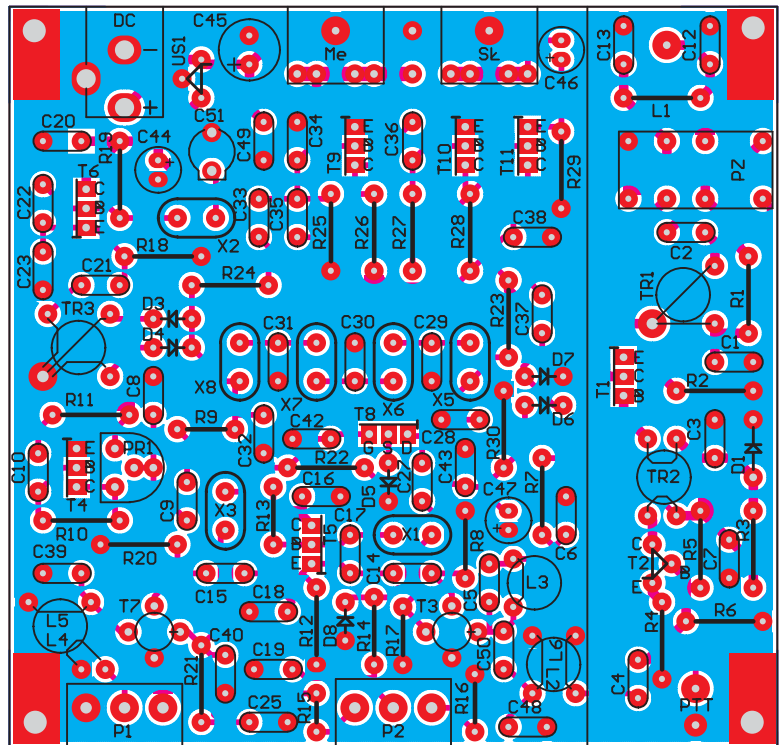
#### Nadajnik – TX

Po naciśnięciu przycisku PTT, przekaźnik PZ przełącza urządzenie z odbioru na nadawanie. Jedna para styków służy do przełączania anteny (na czas nadawania zwiera wejście odbiornika do masy), a druga przełącza napięcie zasilania (odłącza +12V z odbiornika i podaje na nadajnik). Sygnał z mikrofonu elektretowego, po wzmocnieniu w układzie z tranzystorem T4, jest podawany z suwaka potencjometru PR1 przez dwójnik R9C9 na wejście modulatora diodowego. Pojawienie się sygnału m.cz. powoduje rozrównowanie układu mieszacza i podanie sygnału z generatora kwarcowego na wejście filtra kwarcowego. Ponieważ częstotliwość tego generatora leży na górnej części charakterystyki filtra kwarcowego p.cz., to na wyjściu filtra uży-

kuje się sygnał z dolną wstęgą boczną (wstęga górna jest odfiltrowana). Sygnał SSB z wyjścia filtra jest podany na pierwszą bramkę mieszacza z tranzystorem MOSFET T3 BF966. Na drugą bramkę tego tranzystora jest skierowany sygnał z generatora VXO (przestrajanego w wyżej podanym zakresie). Wyjściowy filtr dwuobwodowy L3C5-L2C48 przepuszcza sygnał nadajnika w zakresie 3700-3765kHz.

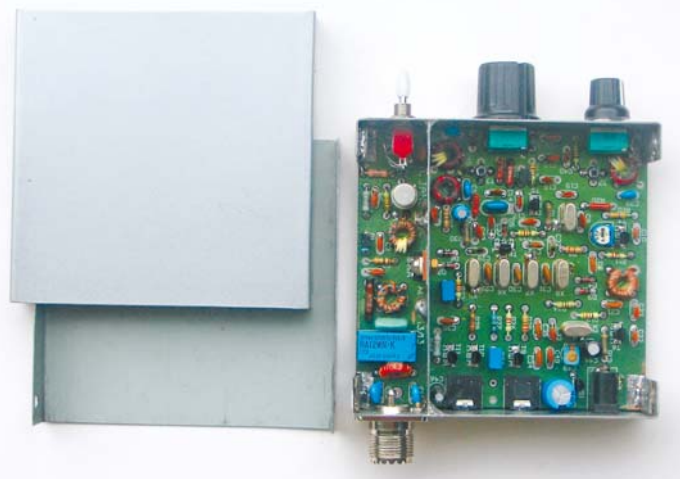
Kolejny stopień - driver na tranzystorze T2 2N2219 - jest sterowany z uzwojenia sprzęgającego L6. Bezpośrednio z drivera, sygnał SSB przez transformator dopasowujący TR2 jest kierowany do stopnia końcowego mocy z tranzystorem T1 2SC2078. Dopasowanie obwodu kolektora tranzystora do anteny zrealizowano za pomocą transformatora TR1 oraz filtra dolnoprzepustowego z cewką L1.

Jak wiadomo, jednym z najważniejszych parametrów wzmacniacza nadajnika SSB jest jego liniowość. Poprawną pracę stopnia mocy osiągnięto poprzez ustawienie punktu pracy stopnia za pośrednictwem dzielnika rezystorowego R5/R6 (prąd spoczynkowy T2 około 20mA). Napięcie polaryzacji bazy stopnia końcowego jest pobierane z napięcia na diodzie D1 spolaryzowanej przepustowo za pomocą rezystora R3 (prąd spoczynkowy T1 około 60mA). Pomiaru wartości prądu spoczynkowego stopnia można dokonać za pomocą rezystorów w emiterach (pomiar spadku napięcia, a potem wyznaczenie prądu z prawa Ohma). Rezystory R2 i R4 wprowadzają niewielkie ujemne sprzężenie zwrotne, wpływają pozytywnie na liniowość układu i kompensację temperaturową stopnia.



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płycie

Fot. 1

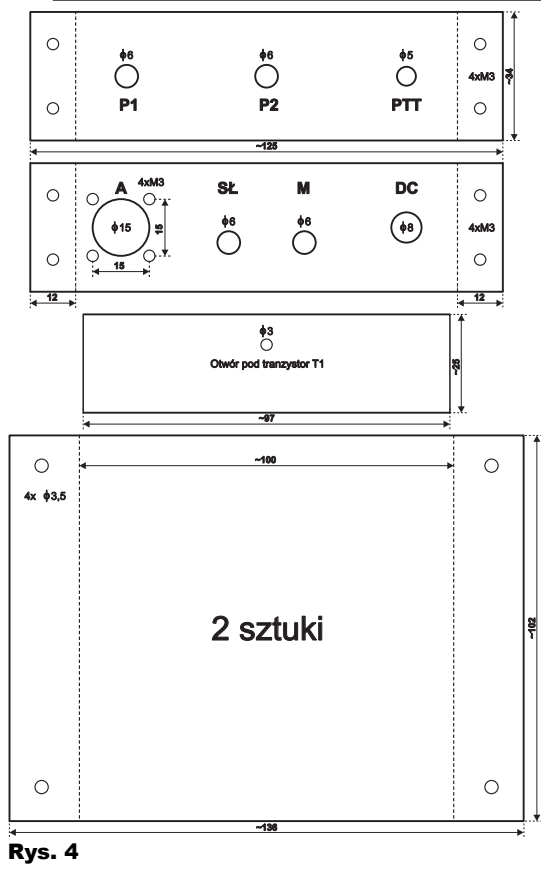


W stopniu końcowym nie było konieczności stosowania sprzężenia napięciowego, bo układ pracował bez podwzbudzeń.

#### Montaż i uruchomienie

Cały układ minitransceiwera został zmontowany na prototypowej płycie zaprojektowanej w AVT, o wymiarach około 100x100mm (rysunek 3).

Na początku montażu należy podjąć decyzję w sprawie obudowy. Co prawda w narożnikach płytki są otwory do zamocowania jej poprzez tulejki dystansowe w dowolnym metalowym pudełku, ale można bezpośrednio do płytki przylutować elementy składowe (paski blachy). Ścianki przednia i tylna oraz działowa, stanowiąca ekran i jednocześnie radiator wzmacniacza mocy, mogą być wykonane



Rys. 4

z pasków laminatu miedzianego (bardzo łatwo się obrabia oraz lutuje). Do narożników można przylutować specjalnie przygotowane łączniki z kawałka pręta mosiężnego o długości 10-12mm i przekroju około 5x5mm. W przecię tym należy wykonać nagwintowane otwory celem przytwierdzenia blaszanych ścianek obudowy wygiętej w kształcie spłaszczonego U. W rozwiązaniu modelowym wszystkie części obudowy - oprócz przegrody - zostały wykonane z wygiętych kawałków blachy ocynkowanej o grubości około 0,5mm. Szkic części składowych tak wykonanej obudowy przedstawia **rysunek 4**. Przednia ścianka zawiera dwa otwory przystosowane do przykręcenia potencjometrów: P1 z lewej strony (tłumik) i P2 pośrodku (strojenie). Po prawej stronie znajduje się przełącznik PTT. Oczywiście w ten otwór można zamontować gniazdo mikrofonowe do sterowania przyciskiem PTT zainstalowanym w obudowie mikrofonu. Można też zamocować podwójny przełącznik, a pominąć przełącznik, wszak i tak uruchamiamy ręcznie, a zaoszczędzimy na pobieranym prądzie, bo nie będzie on wtedy przepływał przez cewkę przełącznika (w tym przypadku należy doprowadzić przewody od punktów lutowniczych po stykach przełącznika). Ścianka tylna zawiera cztery otwory na gniazda: antenowe BNC, dwa minijack dla zestawu multimedialnego: mikrofon elektretowy + słuchawki (przystosowane do montażu na druku) i DC/12V (również do montażu na druku, ale o takiej średnicy gniazda, aby pasowało do posiadanego zasilacza 12V). Zagięcia mocujące tych pasków (ścianki przedniej i

tylnej) powinny być dopasowane do płytki drukowanej, aby ułatwić przylutowanie ich do narożników płytki. Połączenie płytki drukowanej ze ścianką przednią należy wykonywać po wcześniejszym wstawieniu w otwory potencjometrów P1 i P2 (chyba, że są to potencjometry nieprzystosowane do druku - wtedy nie ma to znaczenia). Przed montażem ścianki tylnej należy wcześniej wstawić gniazda jack w otwory na płytce (chyba, że są to gniazda przykręcane nakrętką do obudowy). Dopiero po przylutowaniu tych dwóch ścianek (na początku wystarczy kroplą cyny, aby ewentualnie można było jeszcze poprawić ustawienie) należy dopasować przegrodę rozdzielającą wzmacniacz. Dopiero po upewnieniu się, że wszystkie elementy pasują do siebie (także potencjometry i gniazda są we właściwych miejscach), można je zlutować na stałe zwracając uwagę, aby części składowe obudowy były ustawione pod kątem prostym. Taki montaż mechaniczny powinien odbywać się lutownicą o mocy powyżej 100W z zachowaniem warunków bezpieczeństwa, bowiem nietrudno poparzyć się rozgrzanymi elementami. Prawidłowo zlutowane części obudowy stanowią zwartą konstrukcję mechaniczną dostatecznie odporną na skręcenia, co dodatkowo podnosi stabilność urządzenia. Ścianki górne i dolne najlepiej jest wygiąć z blachy na wymiar dopasowany do zmontowanej konstrukcji wsporczej (także boczne otwory montażowe najlepiej wykonać po złożeniu całości). W każdym razie wcześniejsze wykonanie obudowy uchroni nas przed ewentualnymi trudnościami z zamontowaniem uzbrojonej w elementy płytki, nie mówiąc o prawdopodobieństwie uszkodzenia elementów lutownicą dużej mocy podczas montażu obudowy.

Aby montaż elementów elektronicznych nie przysporzył kłopotów, dobrze jest przylutować najpierw wszystkie obudowy rezonatorów kwarcowych do masy. Wskazane jest sprawdzenie częstotliwości rezonatorów pod kątem odchyłek częstotliwości. Warto wybrać z większej liczby dostępnych rezonatorów te, które mają najmniejszą różnicę (z odchyłką mniejszą niż 100Hz, a w miarę możliwości nawet 50Hz). Rezonator o najwyższej częstotliwości można przewidzieć do pilota, czyli jako X2. Tę operację można przeprowadzić za pomocą próbniaka rezonatorów ewentualnie w zmontowanym układzie generatora z tranzystorem T6 (miernik częstotliwości można dołączać do jednego z uzwojeń wtórnych TR3).

Najwięcej czasu pochłonie wykonanie niezbędnych elementów indukcyjnych. Dobrze jest mieć pod ręką miernik indukcyjności czy choćby przystawkę do multimetru elektronicznego, aby skontrolować indukcyjność uzwojeń (bardzo ważne w przypadku obwodów rezonansowych: L1, L2, L3, L5). Do wykonania

transformatorów i obwodów rezonansowych użyto łatwo dostępnych rdzeni toroidalnych Amidon (nie muszą być oryginalne, ważne by miały odpowiednią wartość  $A_L$ , czyli liczbę zwojów przypadającą na 1nH): T37-43 (9,5x4,75x3,3mm;  $A_L=420$ ; czarny) i T37-2 (9,53x5,21x3,25mm;  $A_L=4$ ; ).

Poszczególne uzwojenia należy wykonać wg poniższego opisu (druć może być nieco innej średnicy; jeżeli grubszy, to musi mieścić się swobodnie w oknie rdzenia).

L1: 2,2uH (23 zw. drutu 0,35mm w emalii na rdzeniu T37-2).

L2, L3, L5: 10uH (48 zw. drutu 0,2mm w emalii na rdzeniu T37-2).

L4, L6: 3 zwoje krosówki telefonicznej nawiniętych na uzwojeniu pierwotnym.

TR1: dwa uzwojenia nawinięte jednocześnie (bifilarnie) po 10 zwojów drutu 0,35mm na rdzeniu T37-43.

TR2: uzwojenie pierwotne: 15 zwojów drutu 0,25mm w emalii na rdzeniu T37-43; uzwojenie wtórne: 3 zwoje krosówki telefonicznej nawiniętych na uzwojeniu pierwotnym.

TR3: trzy uzwojenia nawinięte jednocześnie (tryfilarnie) po 10 zwojów drutu 0,2mm na rdzeniu T37-43.

Przy montowaniu zaleca się bardzo dokładnie sprawdzanie wszystkich elementów, także przez porównanie schematu montażowego ze schematem ideowym i wykazem elementów. Stosunkowo łatwo jest tu o błąd montażowy, a konsekwencją może być kłopot z wylutowaniem elementów. Otwory w płytce są metalizowane i w razie pomyłki nie zawsze prosto jest wyjąć błędnie wlotowany element bez odsysacza cyny czy igły, a jak wiadomo - wielokrotne wylutowywanie może doprowadzić do odklejenia się ścieżek drukowanych. Od strony ścieżek niezbędne jest wykonanie dodatkowych połączeń za pomocą pięciu kawałków przewodu izolowanego (A-A-A, B-B, C-C, D-D) (**fotografia 2**).

Dobrze jest sprawdzić na samym początku częstotliwości generatorów VXO i BFO miernikiem częstotliwości poprzez niewielkie pojemności sprzęgające. W każdym razie zaleca się, aby najpierw montować i uruchomić stronę odbiorczą (poza przegrodą ekranującą powinny być elementy filtra L1 C12 C13 oraz przełącznik). Odbiornik powinien „ruszyć” od razu po włączeniu zasilania i dołączeniu anteny. Najlepiej jest uruchamiać RX w porze dobrej aktywności na 80m, np. podczas zawodów krajowych.

Jedynym elementem, który na pewno trzeba będzie ustawić, jest trymer C51. Jego wartość dobiera się na najbardziej czytelny odbierany sygnał SSB (wymaga nieco eksperymentowania, bo na paśmie zdarzają się różne sygnały korespondentów). Przy prawidłowo dobranych wartościach elementów generatora VXO, w lewym skrajnym położeniu potencjometru strojenia będzie

częstotliwość zbliżona do 3700, a w prawym do 3765kHz.

W miarę potrzeby, można zawęzić zakres od góry poprzez dobranie wartości R16 (w rozwiązaniu modelowym autor wstawił w to miejsce na płytce diodę 1N4148; ograniczanie od dołu nie było potrzebne i w miejsce R15 wstawiono zworeczkę z drutu).

Maksymalne wzmocnienie wzmacniacza m.cz., które ma bardzo duży wpływ na czułość odbiornika, uzyskuje się przy takich wartościach R25 i R27, aby napięcia na kolektorach współpracujących tranzystorów T9 i T10 były zbliżone do 6V (połowy napięcia zasilania). Jeżeli napięcie na kolektorze będzie niższe niż 6V, należy zwiększyć wartość rezystora w bazie (zmniejszyć przy wyższym napięciu). Sprawdzenia działania ARW łatwo dokonać porównując jakość odbioru silniejszych i słabszych sygnałów korespondenta (powinny być odbierane w słuchawkach mniej więcej na jednakowym poziomie). Poziom napięcia ARW łatwo zmierzyć woltmierzem, np. na kondensatorze C47. Przy silniejszych sygnałach wejściowych otrzymamy większą wartość napięcia ujemnego. Wzrost napięcia ujemnego na bramce tranzystora T8 będzie powodował zatykanie kanału tranzystora i napięcie DC na drenie będzie rosło aż do wartości bliskich napięciu zasilania (przy słabszych sygnałach napięcie drenu powinno być zbliżone do około 6V). Uruchomienie części nadawczej należy rozpocząć po upewnieniu się, że odbiornik pracuje poprawnie. Podczas montażu końcowego tranzystora T1 2SC2078 nie należy zapomnieć o przykręceniu jego obudowy do ekranu (radiatora) poprzez podkładkę teflonową lub mikową.

Jedynym elementem, który na pewno trzeba będzie ustawić, jest potencjometr montażowy PR1, bowiem ważny jest poziom sygnału m.cz. z mikrofonu (w zależności od zastosowanego egzemplarza

mikrofonu trzeba ustawić optymalną wartość m.cz. podawaną na modulator). Na wartość wzmocnienia, a także na jakość przeniesionego sygnału m.cz., ma także wpływ wartość R11 (optymalne napięcie DC na mikrofonie powinno wynosić około 6V, czyli połowę napięcia zasilania). Skontrolowania i ewentualnej korekty wymagają także prądy spoczynkowe tranzystorów wzmacniacza nadajnika (wystarczy zmierzyć spadki napięć na rezystorach emiterowych), które powinny być zbliżone do wartości:  $60\text{mV}/R2$  i  $200\text{mV}/R4$ . Prąd emitera przy wysterowaniu tranzystora T1 dochodził do 0,5A (500mV).

Sprawdzenie mocy nadajnika może ułatwić rozrównoważenie modulatora i podanie sygnału fali nośnej. W tym celu wystarczy doprowadzić do diod D3D4 napięcie zasilania poprzez rezystor rzędu 10kΩ. Oprócz sprawdzenia strojenia nadajnika, sposób ten jest często wykorzystywany do pracy telegrafią (w najprostszym przypadku wystarczy użyć klucza do przerywania zasilania).

Warto wiedzieć, że przy ustabilizowanym napięciu zasilania (nie zawsze tak jest, i nie zawsze, zwłaszcza w terenie, uda się utrzymać napięcie 12V) można zmniejszyć wartość rezystora R4 np. do 2,5Ω, aby osiągnąć nieco większą moc nadajnika. Podobnie nieco większą moc nadajnika da wymiana rezystora R1 na dławik 10uH/1A (tak jak widać na zdjęciu urządzenia modelowego).

Jakość sygnału nadawanego można obserwować na oscyloskopie (lepiej na analizatorze widma) lub, najprościej, na słuch z pomocą odbiornika przy obciążeniu gniazda antenowego rezystorem 50Ω (np. 2 rezystory po 100Ω/2W połączone równolegle). W najprostszym przypadku jako obciążenia można użyć żarówki rowerowej 6V/0,6W (ostrożnie, bo przy maksymalnym wysterowaniu może ulec przepaleniu i w efekcie doprowadzić do zniszczenia tranzystora T1).

Dopiero po upewnieniu się, że sygnał wyjściowy SSB ma dobrą jakość, można wyjść w eter z anteną na pasmo 80m.

Korespondenci nie mieli zastrzeżeń do stabilności częstotliwości oraz jakości sygnału nadajnika. Oczywiście przydałaby się większa moc nadajnika oraz możliwość lepszego dostrajania (np. za pomocą potencjometru wieloobrotowego; zastosowanie zwykłego potencjometru wynikało z oszczędności).

Pomimo niedogodności związanych także z brakiem skali, urządzenie warte jest wykonania w wersji „kieszonkowej”, bardzo wygodnej do zabrania w teren.

Minitransceiver, po dodaniu elektronicznego sterowania (dodatkowe elementy na schemacie: T12, D2, R31), może być wykorzystane do pracy emisją PSK. Ten dodatkowy układ może być dobudowany w wolne miejsce przy gnieździe lub na zewnątrz, np. we wtyku doprowadzającym sterowanie z PC.

Na podstawie powyższego opisu można wykonać urządzenie na inny zakres HF oraz użyć inne wartości rezonatorów X1-X9, które będą dawały wymagany zakres częstotliwości.

WJ

## Wykaz elementów

### Rezystory

R1,R2	1Ω
R3,R29	560Ω
R4	10Ω
R5	2,7kΩ
R6,R7	200Ω
R8,R14,R17,R20	47kΩ
R9,R24	2kΩ
R10	470kΩ
R11,R26,R31	10kΩ
R12,R18,R21-R23	1kΩ
R13,R19,R30	68kΩ
R15,R16	wg opisu
R25	2,2MΩ
R27	1MΩ
R28	3,3kΩ
P1	1kΩ/A (potencjometr obrotowy)
P2	10kΩ/A (potencjometr obrotowy)
PR1	2,5kΩ (potencjometr montażowy)

### Kondensatory

C1-C3, C6, C7, C9-C11, C16, C19, C20, C24-C26, C33, C38, C43, C49	100nF
C4, C8, C21, C34, C35	4,7nF
C5, C39, C48	180pF
C12, C13	820pF
C14, C15, C17, C18, C22, C23, C27	100pF
C28, C32, C50	8,2pF
C29, C31	33pF
C30	51pF
C36, C37	470nF (680nF-1uF)
C40, C42	18pF
C44	100μF/16V
C45	1000μF/16V
C46	10μF/16V
C47	47μF/16V
C51	20pF (trymer)

### Półprzewodniki

D1	1N4004
D2-D7	1N4148
D8	BB112
T1	2SC2078
T2	2N2219
T3, T7	BF966
T4-T6, T9-T12	BC547
T8	BF245B
US1	78L09

### Pozostałe

X1	4,9MHz (rezonator ceramiczny)
X3, X5-X8	8,6016MHz (rezonatory kwarcowe)
L1	2,2μH (wg opisu)
L2, L3, L5	10μH (wg opisu)
TR1, TR2, TR3	wg opisu
Pz	M4-12H (RA12WN) przekładniki na napięcie 12V
A	gniazdo antenowe UC1
M	gniazda słuchawkowe stereo minijack
SL	gniazda słuchawkowe stereo minijack
DC	gniazdo zasilania

**Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2960.**

Fot. 2

