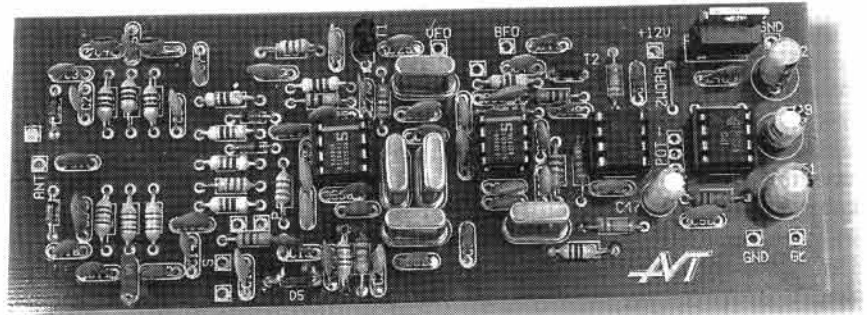


Odbiornik nasłuchowy CW/SSB - 80/20m

kit AVT-157

Z napływającej korespondencji wynika, że budowa odbiorników na pasma amatorskie cieszy się niestąbnącym zainteresowaniem. Odbiornik na popularne pasmo 80m może umożliwić zapoznanie się z pracą krajowych krótkofalowców oraz wysłuchanie komunikatów Polskiego Związku Krótkofalowców, zaś na pasmo 20m zapewni możliwość posłuchania pracy stacji zagranicznych w tym dx-ów.



Czy można zbudować odbiornik krótkofalowy bez nawijania cewek i stosowania drogiego filtra kwarcowego? Okazuje się, że tak. Poniżej zamieszczamy opis właśnie takiego odbiornika. Jest on przeznaczony dla tych, którzy nie lubią nawijać i stroić cewek.

Przed przystąpieniem do projektowania układu odbiornika autor postawił sobie kilka warunków jakim powinien odpowiadać układ elektroniczny. Przyjęto m.in. następujące założenia:

- odbiór zakresów częstotliwości 3,5...3,8MHz
14,0...14,35MHz,
- odbiór emisji jednowstęgowych (SSB) i telegraficznych (CW),
- zastąpienie nawijania cewek poprzez łatwe do nabycia dławiki w.cz.,
- zastąpienie drogiego fabrycznego filtra SSB poprzez filtr drabinkowy zestawiony z kilku łatwych do nabycia rezonatorów,
- maksymalne uproszczenie sposobu przełączania zakresów częstotliwości,
- odbiornik ma być łatwy do dalszej rozbudowy w układ transceivera,

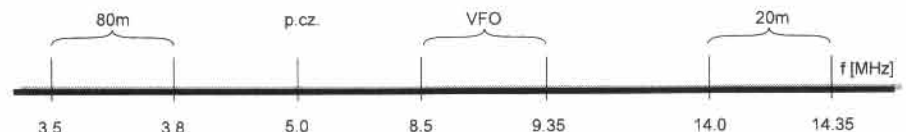
- zastosowanie nowoczesnych układów scalonych gwarantujących dobre parametry przy prostocie układu.

Opis układu

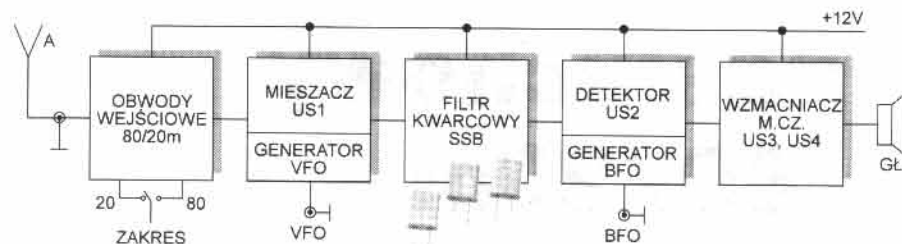
Spełniając powyższe założenia zdecydowano się na układ superheterodyny z pojedynczą przemianą częstotliwości i zastosowaniem częstotliwości pośredniej 5MHz.

Przyjęcie akurat takiej częstotliwości a nie np. 9MHz wynikało głównie z dwu powodów:

1. Przy p.cz. 5MHz można przy jednym zakresie pracy generatora przestrajanego uzyskać odbiór pasm 80m i 20m we właściwych wstęgach bocznych (przy p.cz. 9MHz należy zmieniać częstotliwość BFO, aby uzyskać odbiór właściwej wstęgi bocznej).
2. Możliwość wykorzystania sygnału BFO jako częstotliwości wzorcowej do cyfrowej skali częstotliwości. Na przykład przy użyciu układu scalonego 4059 można dokonać podziału częstotliwości 5MHz i uzyskać potrzeb-



Rys. 1. Rozkład częstotliwości odbieranych, VFO i pośredniej.



Rys. 2. Schemat blokowy odbiornika.

na częstotliwość 50Hz. Na rys. 2 przedstawiono schemat blokowy opisywanego odbiornika.

W urządzeniu zastosowano cztery układy scalone (nie licząc stabilizatora napięcia) oraz dwa tranzystory FET (opcja - przy wykorzystaniu samego odbiornika można pominąć).

Uproszczony schemat blokowy struktury wewnętrznej bipolarnych układów scalonych NE/SA 612 (602) przedstawiono na rys. 3.

Jak widać na rysunku układ NE612 zawiera wzmacniacz różnicowy (k.1 i 2) sterujący mieszaczem zrównoważonym (tzw. komórka Gilberta), oscylator/separator i skompensowane termicznie obwody polaryzujące. Na pierwszy rzut oka widać znaczne podobieństwo do popularnych układów UL1042, jednak mają one znacznie lepsze parametry. Przede wszystkim charakteryzują się niskim współczynnikiem szumów, niskim poborem prądu oraz wysoką częstotliwością pracy. Oto najważniejsze parametry tych układów:

- napięcie zasilania: 4,5...9V (typ. 6V),
- typowy pobór prądu: 2,4mA,
- minimalna częstotliwość pracy: 500MHz,
- minimalna częstotliwość pracy wewnętrznego oscylatora: 200MHz,
- typowe wzmocnienie przemiany: 14dB (przy 50MHz),
- minimalna impedancja wejściowa: 1,5kΩ,
- typowa impedancja wyjściowa: 1,5kΩ.

Wejście, wyjście oraz sposób realizacji generatora mogą być wykonane na wiele sposobów (symetrycznie i niesymetrycznie). Wejścia w.cz. są symetryczne (wyprowadzenia 1 i 2 można zamieniać miejscami) oraz spolaryzowane wewnętrznie i nie powinny być już zewnętrznie polaryzowane

staoprądowo. Podobna sytuacja jest z wyjściami, które również są spolaryzowane wewnętrznie i mogą być zamieniane miejscami (k. 4 i 5). Wewnętrzny generator zapewnia oscylacje w zakresie poniżej 200MHz z zastosowaniem rezonatora kwarcowego lub z przestrajającym obwodem rezonansowym. W przypadku konieczności użycia NE 612 dla częstotliwości pracy powyżej 200MHz należy doprowadzić do wyprowadzenia 6 poprzez kondensator separujący składową stałą sygnał z zewnętrznego generatora o amplitudzie 200..300mV.

Korzystną właściwością tych układów jest porównywalna impedancja wejścia - wyjście, co znacznie ułatwia konstrukcję filtrów pośredniczących między tymi układami. Dokładniejsze informacje o tych świetnych układach w zastosowaniach radioamatorskich można znaleźć w zeszytach USKA wydawanych przez AVT.

Kompletny schemat elektryczny dwupasmowego odbiornika na pasma amatorskie 80 i 20m jest przedstawiony na rys. 4. Na wejściu odbiornika włączane są trój-obwodowe filtry pasmowe L1..L3, C2..C8 (pasma 80m) i L4..L6, C9..C15 (pasma 20m) przełączane elektronicznie za pośrednictwem diod D1..D4.

Przełączenia zakresów dokonuje się za pośrednictwem odpowiedniego ustawienia poziomu napięcia na punkcie „P” (przełącznik).

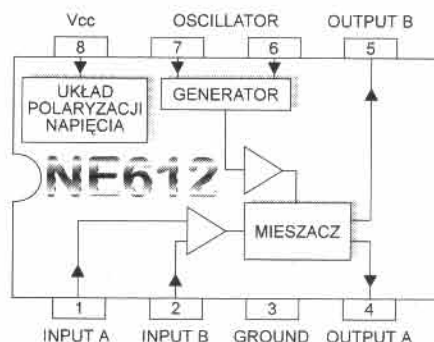
Prześledźmy teraz drogę sygnału z anteny aż do głośnika.

W przypadku pasma 80m („P” = 12V) sygnał z anteny poprzez spolaryzowane w kierunku przepustowym diody D1 D3 i filtr o pasmie przepustowym 3,5...3,8MHz zestawiony z dławików o indukcyjnościach po 10uH i pojemnościach po 150pF jest skierowany na wejście 1 miesza-

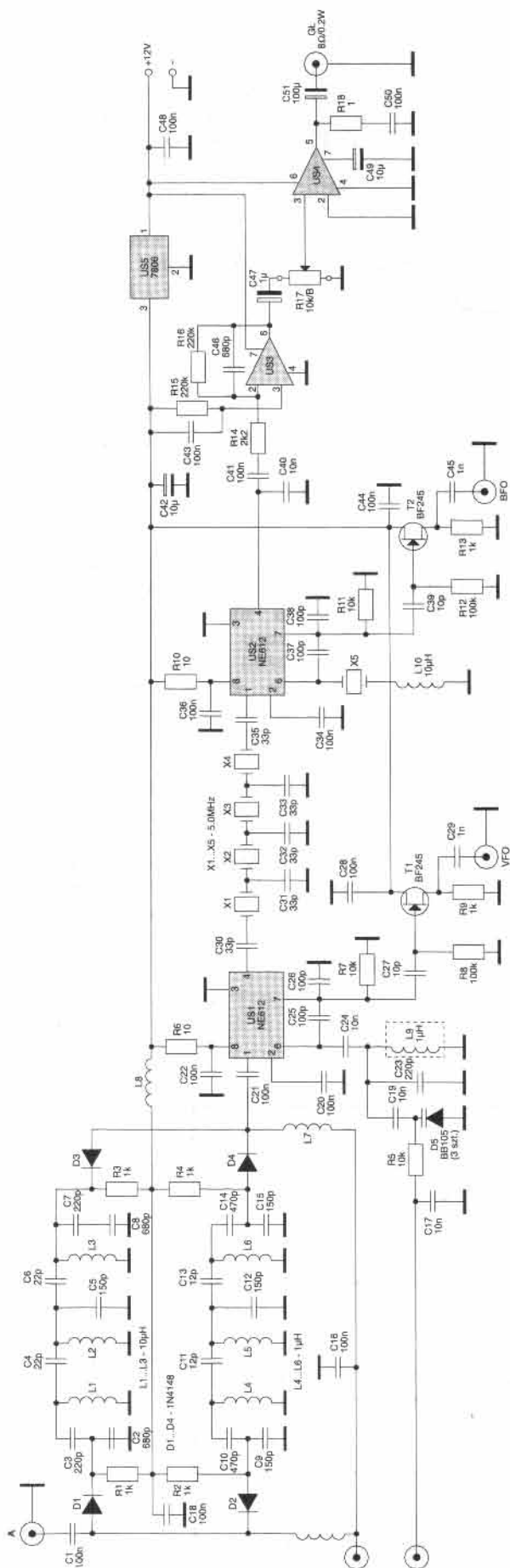
cza US1 (NE 612). Przepływ prądu stałego przez diody wygląda następująco: +12V-L11-D1-R1-L8+6V, +12V-L7-D3-R3-L8+6V.

Po przełączeniu odbiornika na pasmo 20m („P” = 0V - zwarcie do masy) sygnał z anteny poprzez spolaryzowane w kierunku przepustowym diody D2 D4 i filtr o pasmie przepustowym 14,0...14,35MHz zrealizowany z dławików o indukcyjnościach po 1uH i pojemnościach po 100pF jest podany na mieszacz. Prąd stały w tym przypadku przebiega poprzez diody następująco: +6V-L8-R4-D4-L7-0V, +6V-L8-R2-D2-R11-0V.

W skład generatora przemiany częstotliwości wchodzi elementy zewnętrzne układu NE612: kondensatory dzielnika pojemnościowego C25, C26, rezystor emiterowy R7, kondensator separujący C24, właściwy obwód rezonansowy z cewką L9 i dołączonymi kondensatorami. Częstotliwość pracy generatora wyznacza dławik o indukcyjności 1uH (L9) wraz z kondensatorem C23 i pojemnością diody pojemnościowej D5. Aby uzyskać potrzebny zakres przestrajania VFO - 850Hz zastosowano jako D5 trzy diody połączone równolegle typu BB105 (zielona kropka). Dolnemu zakresowi częstotliwości pracy VFO - 8,5MHz odpowiada częstotliwość wejściowa 3,5MHz, zaś górnej wartości VFO - 9,35MHz częstotliwość wejściowa 14,35MHz. Mówiąc inaczej - dla pasma 80m wykorzystuje się zakres VFO 8,5..8,8MHz, zaś dla pasma 20m zakres 9,0...9,35MHz. Dioda pojemnościowa jest sterowana napięciem z zakresu 0,7...5V za pośrednictwem potencjometru dołączonego do punktu „S” (strojenie). Przy



Rys. 3. Budowa wnętrza układu NE612.



Rys. 4. Schemat elektryczny odbiornika.

ustawieniu suwaka w dolnym położeniu dioda pojemnościowa ma największą pojemność i generator wytwarza sygnał odpowiadający początkowi pasma 80m, zaś przy ustawieniu suwaka w górnym położeniu dioda pojemnościowa ma najmniejszą pojemność i generator wytwarza sygnał odpowiadający końcowi pasma 20m.

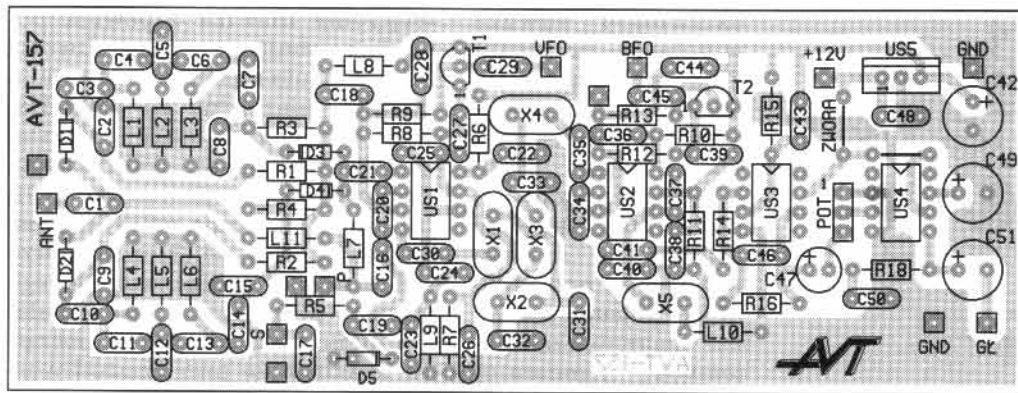
Sygnał wyjściowy z mieszacza 5MHz (jako częstotliwość pośrednia będąca różnicą częstotliwości doprowadzonej do wejścia układu NE612 i częstotliwości generatora) jest skierowany do filtra kwarcowego. Filtr drabinkowy zestawiony z czterech rezonatorów kwarcowych X1..X4 o jednakowych wartościach 5MHz oraz pięciu kondensatorów C30..C35 po 33pF - każdy ma pasmo przenoszenia około 2,4kHz, co odpowiada szerokości odbieranego sygnału SSB.

Odfiltrowany sygnał p.c.z. jest następnie skierowany na drugi taki sam układ scalony NE 612 (US2) pracujący tym razem jako detektor iloczynowy. W wyniku zmieszania sygnału p.c.z. z sygnałem wewnętrznego oscylatora układu na wyjściu uzyskuje się sygnał małej częstotliwości. Zewnętrzne elementy dołączone do końcówek 6 i 7 układu US2 wchodzi w skład generatora BFO. Częstotliwość układu wyznacza rezonator kwarcowy X5 (również 5MHz) z szeregową cewką L10 (dławik 10μH). Takie

włączenie dławika zapewnia potrzebne obniżenie częstotliwości BFO o około 1,5kHz w stosunku do p.c.z. niezbędne do prawidłowego odtworzenia brakującej wstęgi bocznej sygnału wejściowego. Ponieważ pasmo przenoszenia filtru jest usytuowane powyżej częstotliwości BFO detektor odtwarza dolną wstęgę boczną wejściowego sygnału SSB. Rozpatrując działanie odbiornika od samego początku widzimy, że przy częstotliwości BFO 4998,5kHz zarówno sygnały pasma 80m z dolną wstęgą boczną jak i sygnały pasma 20m z górną wstęgą boczną odtworzone są prawidłowo. Łatwo zauważyć, że takie automatyczne odwrócenie wstęgi bocznej zawdzięczamy pracy generatora w pasmie 80m powyżej częstotliwości wejściowej, a w pasmie 20m poniżej. To korzystne dla nas zjawisko można wytłumaczyć w ten sposób, że przy odbiorze pasma 80m następuje w mieszaczu US1 odwrócenie wstęgi odbieranego sygnału, a w przypadku pasma 20m nie.

Odfiltrowany sygnał m.c.z. w zakresie 0,3kHz do około 3kHz jest wzmocniony za pośrednictwem wzmacniacza operacyjnego 741 (US3), a następnie we wzmacniaczu końcowym z układem scalonym LM386 (US4) i skierowany do gniazdka zasilającego głośnik lub słuchawki. Układy te nie wymagają omówienia. Warto jednak zwrócić uwagę, że drugie wejście wzmacniacza operacyjnego jest spolaryzowane za pośrednictwem napięcia 6V służącego do zasilania układów NE612 oraz potencjometru strojenia. Napięcie to wytwarza stabilizator scalony 7806.

W układzie odbiornika zastosowano jeszcze dwa wtórniki źródłowe z tranzystorami FET typu BF245 (T1, T2), które w przypadku odbioru można pominąć. Wtórnik ten stanowią separatory odpowiednio sygnału VFO (8,5...9,35MHz) oraz BFO (4998,5kHz), które mogą być potrzebne w przypadku planowanego przystosowania urządzenia również do nadawania (rozbudowy urządzenia do pracy transceiverowej), bądź do podłączenia cyfrowej skali częstotliwości. W każdym razie zaleca się nie pomijać tych dodatkowych tran-



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płycie odbiornika.

zystorów; przydadzą się w końcowej fazie sprawdzania odbiornika do kontroli częstotliwości pracy generatorów (dołączony miernik częstotliwości tylko w nieznacznym stopniu będzie wprowadzał niepożądaną pojemność rozstrajającą układ).

Cały układ odbiornika zmontowano na płycie drukowanej o wymiarach 135x50mm, przedstawionej na wkładce. Rozmieszczenie elementów na płycie pokazano na rys. 5. Odbiornik został tak zaprojektowany, aby po wstawieniu wszystkich elementów w zasadzie nie trzeba było dokonywać żadnych regulacji. Po załączeniu zasilania i anteny odbiornik powinien być gotowy do pracy. Tym niemniej, ze względu na tolerancje wartości zastosowanych kondensatorów oraz indukcyjności dławików może zajść konieczność korekcji niektórych elementów układu. Najbardziej wrażliwą częścią układu na zmiany pojemności jest generator, a dokładniej kondensator C23. Sprawdzenie pracy generatora jest bardzo proste, bowiem wystarczy do punktu VFO podłączyć miernik częstotliwości i skontrolować częstotliwość wyjściową w dwóch skrajnych położeniach potencjometru dziesięcioobrotowego dołączonego do punktu S. Jeżeli stwierdzimy przesunięcie częstotliwości do dołu (wartość poniżej 8,5MHz przy skręconym suwaku do masy) - należy zmniejszyć pojemność C23. Jeżeli sytuacja będzie odwrotna (zakres pracy VFO zaczyna się powyżej 8,5MHz) - należy zwiększyć wartość C23. Jeżeli mamy już pod ręką miernik częstotliwości, to dołączamy go do punktu BFO. Częstotliwość powinna być jak

najbardziej zbliżona do wartości 4998,5kHz. Korekcji tej wartości można dokonać dobierając dławik 10µH (np. poprzez zamianę miejscami) lub w ostateczności kondensatory dzielnika C37, C38. Jeżeli stwierdzimy zbyt wąski zakres przestrajania VFO, to można zastosować dwa rozwiązania: dołutować jeszcze jedną diodę BB105 lub zwiększyć napięcie zasilania potencjometru (napięcie musi być dodatkowo stabilizowane np. za pośrednictwem dodatkowej diody Zenera 9V1).

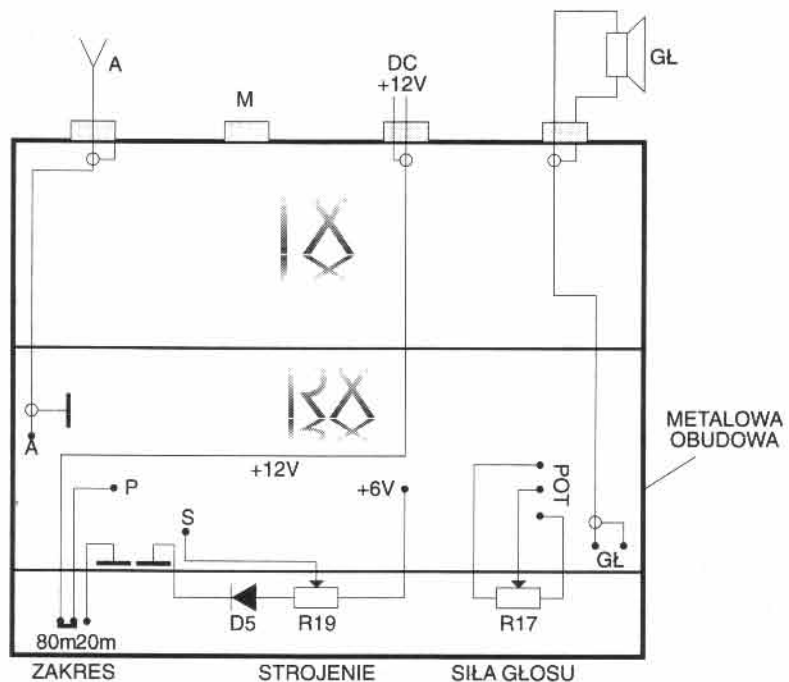
Oczywiście w przypadku zastosowania innych wartości rezonatorów kwarcowych w odbiorniku należy odpowiednio zmienić częstotliwości generatorów VFO i BFO. Najbardziej optymalną wartością częstotliwości pośredniej (jeżeli chodzi o wykorzystanie

częstotliwości VFO) jest wartość 5,25MHz. Zastosowanie rezonatorów X1..X5 o częstotliwości 5,25MHz (raczej trudnych do zdobycia) w tym odbiorniku dałoby mniejszy zakres przestrajania VFO (8,75..9,1MHz) oraz ustawienie początków pasm 80 i 20m w tym samym punkcie na skali. Nie jest to takie ważne w przypadku korzystania z cyfrowego

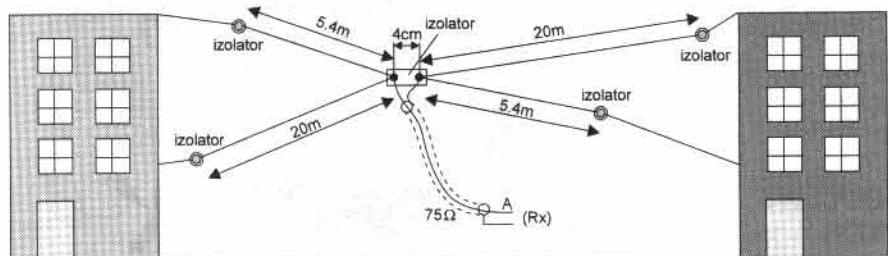
odczytu częstotliwości, ale upraszcza rysowanie skali przy odczycie mechanicznym.

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 nie wystarczające wzmocnienie stopnia końcowego m.cz. warto wiedzieć że istnieje jeszcze możliwość jego zwiększenia poprzez zwarcie wyprowadzeń 1 i 8 układu LM386 za pośrednictwem kondensatora elektrolitycznego 1..10µF.

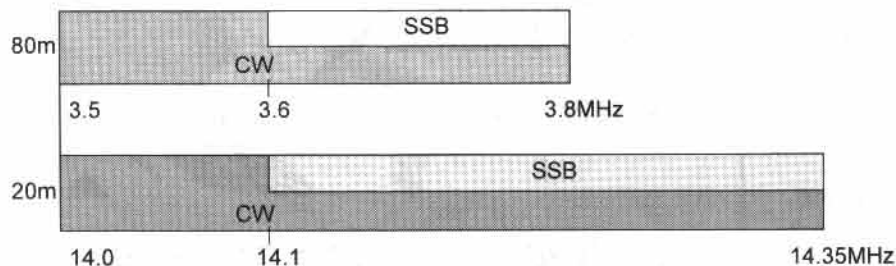
Na rys. 6 pokazano sposób dołączenia niezbędnych elementów do płytki drukowanej. Przy wyborze typu obudowy (koniecznie metalowej) można przewidzieć



Rys. 6. Połączenia we wnętrzu obudowy.



Rys. 7. Sposób wykonania anteny odbiorczej.



Rys. 8. Band-plan pasm 20 i 80m.

możliwość rozbudowy w przyszłości układu (skala cyfrowa, dodatkowy wzmacniacz w.cz. np. AVT170, część nadawcza)

W każdym razie, na płycie czołowej należy umieścić dwa potencjometry (strojenie, siła głosu) oraz dwa przełączniki (wył. zasilania, przełącznik 80/20m), zaś na tylnej ścianie gniazda: antenowe (najlepiej UC1 lub odpowiednik), zasilania, głośnikowe, mikrofonowe (do wykorzystania po rozbudowie o część nadawczą).

Dla Czytelników, którzy już teraz chcieliby samodzielnie zrobić część nadawczą SSB należy wspomnieć, że na płycie drukowanej znajduje się zwora, którą należy wyjąć i część m.cz. zasilić napięciem 12V występującym podczas odbioru. Zasilanie US1 oraz US2 z racji wykorzystania generatora VFO i BFO również podczas nadawania należy zasilać przez cały czas pracy transceivera.

Na zakończenie jeszcze jedna uwaga odnośnie zasilania odbiornika. Układ można zasilać z akumulatora, baterii, zewnętrznego zasilacza o napięciu 12V, a także

z wewnętrznego zasilacza sieciowego. W tym ostatnim przypadku trzeba być bardzo ostrożnym, aby nie wprowadzić przydźwięku sieciowego. Złe ustawienie rdzenia transformatora sieciowego, szczególnie w stosunku do obwodu VFO, może wprowadzić „brum“ trudny do wyeliminowania (lepiej jest dać od razu dodatkowy ekran z miękkiej blachy stalowej).

Dla Czytelników stykających się pierwszy raz z konstrukcjami krótkofalarskimi podajemy na rys. 7 przykładowy sposób wykonania anteny dwupasmowej 80/20m. Jest to najprostszy dipol półfalowy (zasilany wspólnym kablem koncentrycznym np. telewizyjnym) wykonany z linki miedzianej lub pojedynczego przewodu o średnicy co najmniej 1,5mm, rozciągniętego poziomo pomiędzy dwoma blokami czy drzewami.

Dodatkowo na rys. 8 zamieszczamy band-plan pasm 80 i 20m w celu zorientowania mniej doświadczonych nasłuchowców o zakresach pracy poszczególnymi emisjami radiowymi.

Andrzej Janeczek SP5AHT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2, R3, R4, R9, R13: 1kΩ
 R5, R7, R11: 10kΩ
 R6, R10: 10Ω
 R8, R12: 100kΩ
 R14: 2.2kΩ
 R15, R16: 220kΩ
 R17: 10kΩ/B (potencjometr obrotowy)
 R18: 1Ω
 R19: 10kΩ helipot (dziesięcioobrotowy)

Kondensatory

C1, C16, C18, C20, C21, C22, C28, C34, C36, C41, C43, C44, C48, C50: 100nF
 C2, C8, C46: 680pF
 C3, C7, C23: 220pF
 C4, C6: 22pF
 C5, C9, C12, C15: 150pF
 C10, C14: 470pF
 C11, C13: 12pF
 C17, C19, C24, C40: 10nF
 C25, C26, C37, C38: 100pF
 C27, C39: 10pF
 C29, C45: 1nF
 C30, C31, C32, C33, C35: 33pF
 C42, C49: 10μF/16V
 C47: 1μF/25V
 C51: 100μF/16V

Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4: 1N4148
 D5: BB105 (3szt. połączone równolegle)
 T1, T2: BF245
 US1, US2: NE612 (NE602)
 US3: 741
 US4: LM386
 US5: 7806

Różne

X1, X2, X3, X4, X5: 5.0MHz
 L1, L2, L3, L10: 10μH
 L4, L5, L6, L9: 1μH
 L7, L8, L11: 470μH (100...680μH)
 G1: 8Ω/0.2W
 Przełącznik hebelkowy itp.- 1szt
 Podstawki: DIL8 - 4szt
 Płytko drukowana