



# RX2005

## - uniwersalny odbiornik CW/SSB

### Do czego to służy?

Wśród początkujących krótkofalowców (nasłuchowców) opisy amatorskiego wykonania odbiorników na pasma amatorskie wciąż cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem.

Sz szczególnie poszukiwane są proste układy na łatwo dostępnych podzespołach, umożliwiające odbiór sygnałów jednopasmowych SSB i telegraficznych CW w całym zakresie KF. W ofercie AVT wprawdzie jest kilka takich odbiorników, lecz brakuje układu szerokopasmowego lub na tyle elastycznego, aby mógł być łatwo przystosowany do innego, aktualnie wymaganego zakresu.

Oczywiście do jednopasmowego układu odbiornika zawsze można spróbować dołączyć przełącznik zakresów, którym należy zmieniać filtry wejściowe i cewki generatora przestrajonego. W praktyce jednak nie jest to takie proste. Znacznie łatwiej i taniej jest tak zaprojektować układ, aby w przypadku konieczności zmiany zakresu było można łatwo, jednym ruchem, wszystkie cewki wymienić na inne, np. kiedy znuży się nasłuch na paśmie 80m wyjąć je i włożyć te na 40 czy 20m (bo akurat nastąpiła poprawa propagacji czy też akurat w danym zakresie rozgrywają się zawody).

Prezentowany odbiornik ma taką możliwość. Jego zalety to prostota układu (cały odbiornik praktycznie na jednej kostce), w tym możliwość wyeliminowania nawijania cewek i stosowania drogiego filtra kwarcowego. W zależności od potrzeb układ może być przystosowany do pracy w jednym z dziewięciu pasm KF za pośrednictwem złącza „drabinkowego”. Opisywany poniżej RX2005 umożliwia nasłuch stacji amatorskich KF z przedziału 160m...10m (SSB, CW).

### Jak to działa?

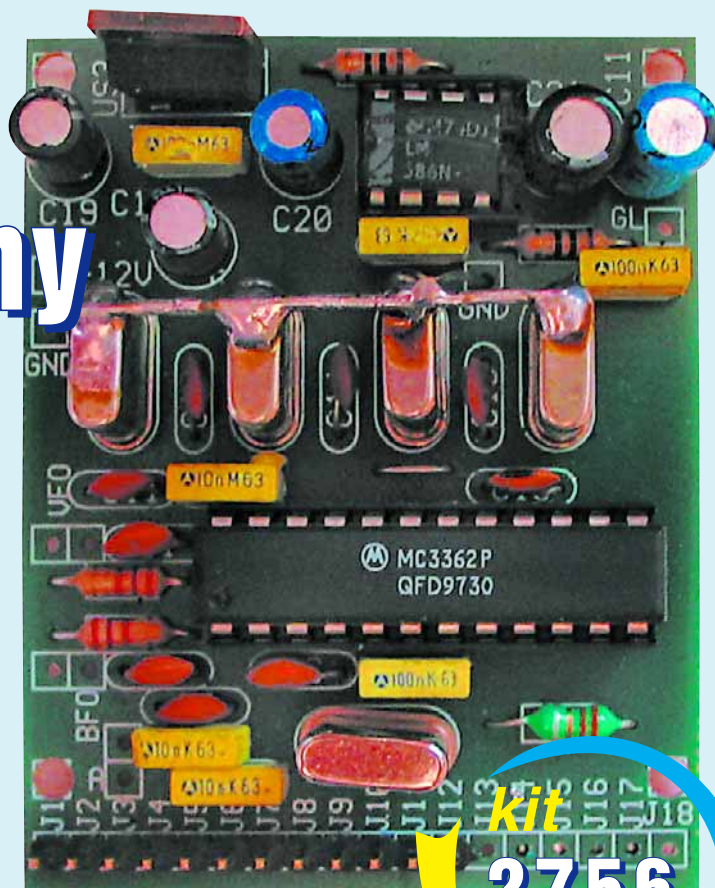
W urządzeniu zastosowano dwa układy scalone (nie licząc stabilizatora napięcia).

Sercem urządzenia jest układ scalony MC3362. Choć układy te nie są już produkowane przez firmę Motorola, jednak są nadal dostępne - są osiągalne w wielu hurtowniach elektronicznych, a przy tym tańsze niż NE612.

MC3362 to wąskopasmowy odbiornik FM małej mocy zawierający układy: podwójnej przemiany z oscylatorami, mieszaczami, dyskryminatora kwadraturowego iysterowania miernika/poziomu nośnej. Ma również bufor wyjście oscylatorów lokalnych, pierwszego i drugiego, oraz układ komparatora do detekcji FSK. Aby zrozumieć działanie RX2005, należy najpierw zapoznać się właśnie z układem MC3362, którego topografię wyprowadzeń pokazano na **rysunku 1**.

#### Parametry katalogowe MC3362:

- Napięcie zasilania : 2,0...6,0V;
- Pobór prądu (detektor nośnej w stanie niskim f): 4,5...7,0mA;
- Napięcie wejściowe dla ograniczania -3dB: 0,7uV;
- Odtworzony sygnał fonii (poziom sygnału w.cz. = 10mV): 13...350mV;
- Wyjściowe napięcie szumów (poziom sygnału w.cz. = 0mV): 13...250mV;
- Próg wykrywania nośnej (poniżej  $V_{CC}$ ) 10: 0,64V;



Kit  
2756  
AVT



- Nachylenie charakterystykiysterowania miernika 10...100nA/dB;
- Napięcie wejściowe dla stosunku 0,7uV przy (S + N)/N = 20dB;
- Punkt przecięcia trzeciego rzędu pierwszego mieszacza (wejście): -22dBm;
- Rezystancja wejściowa pierwszego mieszacza ( $R_p$ ): 690Ω;
- Pojemność wejściowa pierwszego mieszacza ( $C_p$ ): 7,2pF;
- Wzmocnienie przemiany pierwszego mieszacza: 18dB;
- Wzmocnienie przemiany drugiego mieszacza: 21dB;
- Rezystancja wyjściowa detektora 23: 1,4kΩ.

Zalecany układ aplikacyjny MC3362 jest pokazany na rysunku 1. Układ MC3362 jest kompletnym, wąskopasmowym odbiornikiem FM, od wejścia antenowego do wyjścia

przedwzmacniacza akustycznego. Konstrukcja o małych napięciach w stopniach przemiany zapewnia mały pobór mocy, wspinałą czułość i dobre tłumienie częstotliwości lustrzanych w wąskopasmowych zastosowaniach akustycznych i przesyłania danych.

W typowym układzie Motorola pierwszy mieszacz wzmacnia i dokonuje przemiany sygnału wejściowego na 10,7MHz. Sygnał pośredniej częstotliwości jest filtrowany na zewnątrz i doprowadzony do drugiego mieszacza, ponownie wzmacniony i przemieniony na sygnał drugiej pośredniej 455kHz. Po odfiltrowaniu przez zewnętrzny filtr pasmowoprzepustowy, niska częstotliwość pośrednia jest doprowadzona do wzmacniacza ograniczającego i układów detektora. Sygnał fonii jest odtwarzany przez konwencjonalny detektor kwadraturowy.

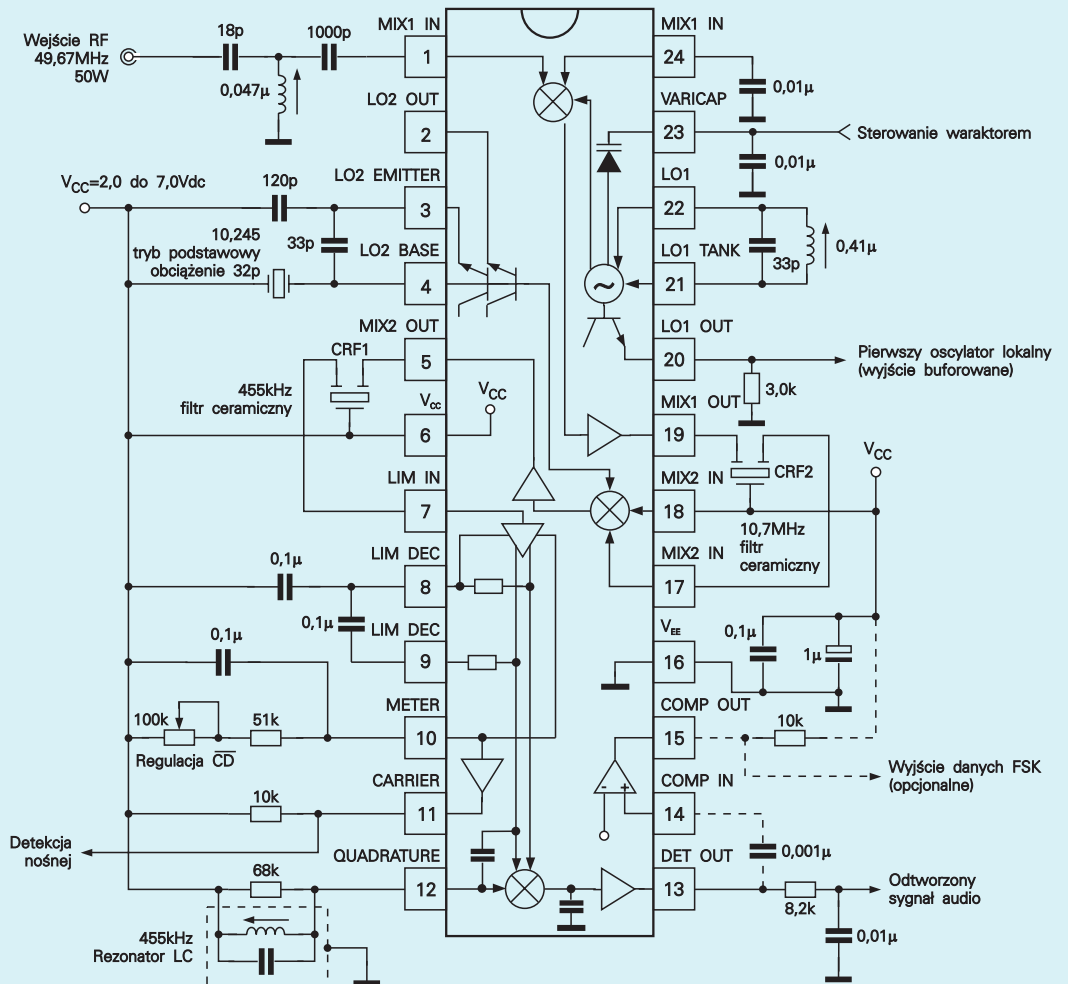
Poziom sygnału wejściowego jest kontrolowany przez układysterowania miernika, wykrywający stopień ograniczania przez wzmacniacz ograniczający. Napięcie na wyprowadzeniuysterowania miernika określa poziom na wyjściu detektora nośnej, którego stan aktywny jest niski.

Pierwszy oscylator lokalny (wyprowadzenia 21 i 22) może działać z rezonansowym obwodem LC jako oscylator sterowany napięciem VCO z potencjometru lub z pętli fazowej syntezy częstotliwości, sterowany przez zewnętrzny generator kwarcowy. Może pracować do 190MHz, zaś przy sterowaniu z zewnętrznego układu zakres pracy może dochodzić aż do 450MHz. Buforowany sygnał wyjściowy jest dostępny na wyprowadzeniu 20. Drugi oscylator lokalny jest generatorem Colpittsa w układzie wspólnej bazy, typowo pracującym z częstotliwością 10,245MHz stabilizowaną kwarcem. Buforowany sygnał wyjściowy jest dostępny na wyprowadzeniu 2 (wyprowadzenia 2 i 3 są wzajemnie zamienne).

Typowe wzmocnienie przemiany pierwszego i drugiego mieszacza wynosi odpowiednio 18dB i 22dB. W obydwu układach przemiany zaprojektowano impedancje mieszaczy i rozkład wyprowadzeń umożliwiające

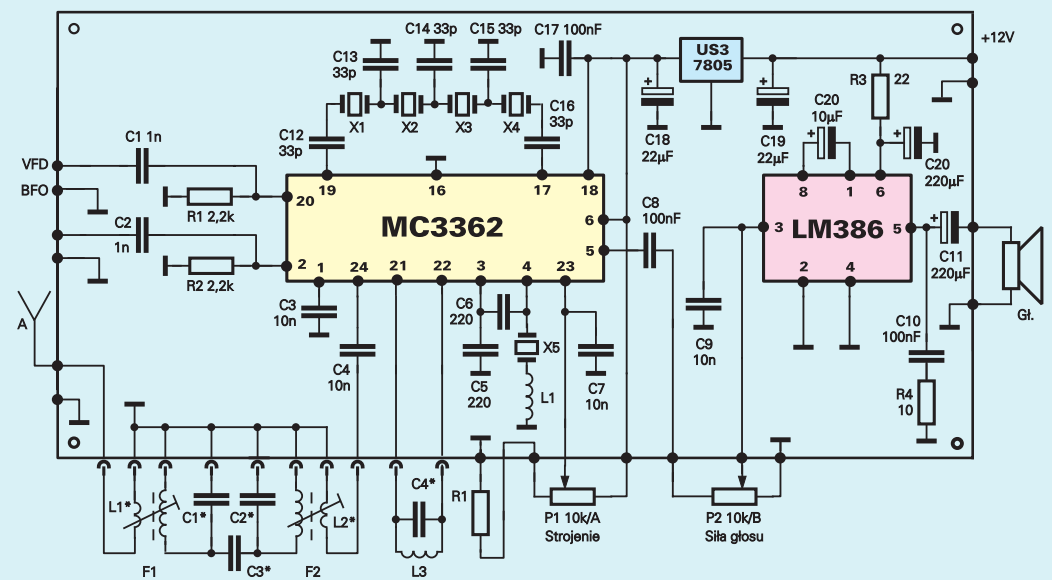
użytkownikowi zastosowanie tanich, rzeczywiście łatwo dostępnych filtrów ceramicznych. Odfiltrowany sygnał p.c.z. jest następnie doprowadzony do wyprowadzenia wej-

ściowego drugiego mieszacza, którego drugie wyprowadzenie jest połączone z  $V_{CC}$ . Wyprowadzenie 6 ( $V_{CC}$ ) jest traktowane jako punkt wspólny sygnałów sterowanych z emitera.



Rys. 1

Rys. 2 Schemat ideowy odbiornika



Sygnal pośredniej 455kHz jest typowo filtrowany za pomocą ceramicznego filtra pasmowo-przepustowego i doprowadzony do wyprowadzenia wejściowego wzmacniacza ograniczającego. Ten skrócony opis pokazuje, w jaki sposób firma Motorola zaplanowała wykorzystywać układ scalony w odbiornikach FM/ UKF. W prezentowanym rozwiązaniu układ MC3362 jest wykorzystany w sposób niekonwencjonalny. Odbiornik RX 2005, którego schemat pokazano na **rysunku 2**, pracuje w klasycznym układzie superheterodyny z pojedynczą przemianą częstotliwości, z f p.c. równą 6MHz. Przyjęcie akurat takiej częstotliwości pośredniej jest kompromisem z uwagi na konieczność zachowania rozsądnych parametrów na wszystkich pasmach KF.

Na wejściu odbiornika są włączane dwuobwodowe filtry pasmowe F1-F2, w najprostszym przypadku zestawione z dławików w.cz. Kondensatory C1\* i C2\* wraz z cewkami L1\* i L2\* tworzą obwody rezonansowe filtra pasmowego. Wartością kondensatora C3\* można ustalić wypadkowe sprzężenie pomiędzy tymi filtrami (uzwojenia cewek są sprzężone magnetycznie). Na cewki L1\* i L2\* zostały nawinięte dodatkowe uzwojenia Ls (po kilka zwojów drutu DNE 0,2) stanowiące cewki sprzęgające. Pierwsza z nich służy do dołączenia anteny, zaś druga podaje odfiltrowany sygnał na wejście wzmacniacza w.cz. (nóżka 24). W skład generatora przemiany częstotliwości wchodzi elementy zewnętrzne układu, dołączone do nóżek 21-22 oraz pojemności wewnętrzne układu scalonego. Częstotliwość pracy generatora wyznacza indukcyjność L3\* wraz z kondensatorem C4\* i pojemnością wewnętrznej diody pojemnościowej. Zakres przestrajania generatora jest ograniczony przez rezystor R1 włączony w szereg z potencjometrem P1. Ponieważ komfort strojenia odbiornika jest uzależniony właśnie od tego potencjometru, warto zadbać o dodatkową przekładnię mechaniczną lub użycie potencjometru wieloobrotowego (np. 10-zwojowego).

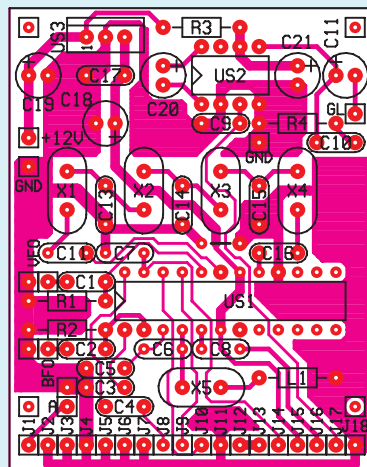
Sygnal wyjściowy z mieszacza 6MHz (jako częstotliwość pośrednia, będąca różnicą częstotliwości doprowadzonej do wejścia układu i częstotliwości generatora) jest skierowany do filtra kwarcowego. Filtr drabinkowy, zestawiony z czterech rezonatorów kwarcowych X1...X4 o jednakowych wartościach 6MHz oraz pięciu kondensatorów C30...C35 po 100pF każdy, ma pasmo przenoszenia około 2,4kHz, co odpowiada szerokości odbieranego sygnału SSB. Zewnętrzne elementy dołączone do końcówek 3 i 4 układu wchodzi w skład generatora BFO. Częstotliwość układu wyznacza rezonator kwarcowy X5 (również 6MHz) z szeregową cewką L10 (dławik 10uH). Włączenie dławika zapewni potrzebne obniżenie częstotliwości BFO o około 1,5kHz w stosunku do p.cz., niezbędne do odtworzenia właściwej wstęgi bocznej

sygnału wejściowego. Ponieważ pasmo przenoszenia filtra jest usytuowane powyżej częstotliwości BFO na zakresach powyżej 10MHz, konieczne jest ustawienie częstotliwości VFO poniżej częstotliwości sygnału wejściowego. Odfiltrowany sygnał p.cz. jest następnie skierowany na wzmacniacz p.cz. i dalej na detektor iloczynowy. W wyniku zmieszania sygnału p.cz.z sygnałem wewnętrznego oscylatora układu uzyskuje się 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, odtworzone są 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. Odbiornik



**Rys. 3 Schemat montażowy**

**Tabela 1**

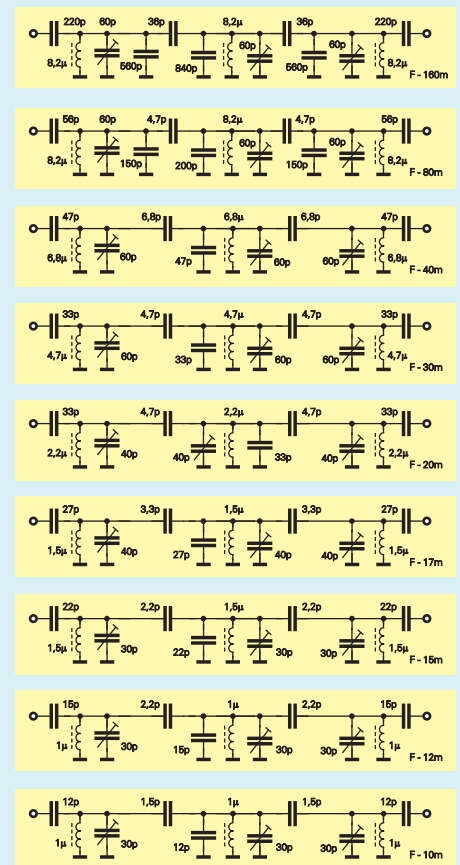
Pasmo	C1*-C2*	C3*	L1*-L2*	Ls (l. zwojów)	C4*	L3*	Zakres VFO
160m	750pF	15pF	10uH	5	47pF	6,8uH	7,81-8,00MHz
80m	220pF	10pF	8,2uH	5	27pF	6,8uH	9,50-9,80MHz
40m	100pF	4,7pF	4,7uH	3	120pF	1uH	13,00-13,10MHz
30m	68pF	4,7pF	3,3uH	3	220pF	6,8MHz	4,10-4,15MHz
20m	56pF	4,7pF	2,2uH	2	47pF	68uH	8,00-8,35MHz
17m	47pF	2,2pF	1,5uH	2	150pF	1uH	12,068-12,168MHz
15m	47pF	2,2pF	1,0uH	2	100pF	1uH	15,00-15,45MHz
12m	33pF	1pF	1,0uH	2	56pF	1uH	18,89-18,99MHz
10m	27pF	1pF	1,0uH	2	47pF	1uH	22,00-23,70MHz

może być zasilany napięciem 9...12V. Układ 7805 (78L05) stabilizuje napięcie zasilania MC3362. Napięcie 5V jest wykorzystywane do zasilania potencjometru P1 służącego do zmiany częstotliwości odbioru.

## Montaż i uruchomienie

Cały układ odbiornika zmontowano na płycie drukowanej, która wraz z rozmieszczeniem elementów jest pokazana na **rysunku 3**. Warto wiedzieć, że rezystory R1 R2 i kondensatory separujące C1 C2 nie są niezbędne do pracy odbiornika i można je pominąć. Służą one do wyprowadzenia sygnałów odpowiednio VFO oraz BFO, które mogą być potrzebne w przypadku planowanego przystosowania urządzenia również do nadawania (rozbudowy urządzenia do pracy transeiverowej) bądź do podłączenia cyfrowej skali częstotliwości (np. AVT-135). Znajomość wartości częstotliwości

**Rys. 4**



tych sygnałów jest jednak niezbędna w początkowej fazie sprawdzania czy strojenia odbiornika.

Po wstawieniu wszystkich sprawnych elementów na płytce uzyskuje się układ, który wprawdzie nie wymaga regulacji, ale nie może funkcjonować bez wkładki pasmowej.

Orientacyjne wartości elementów wkładek pasmowych są podane w tabeli 1.

Na cewki L1\* i L2\* (dławiki o wartościach jak w tablicy) należy nawinąć dodatkowe uzwojenia L1s i L2s (po kilka zwojów drutu DNE0,2), które będą stanowić cewki sprzęgające. W tabelce są podane orientacyjne liczby zwojów Ls. Na początek można wykonać jed-

ną wkładkę, np. na najbardziej popularne pasmo 80m. Jeżeli ktoś ma dostęp do miniaturowych rdzeni toroidalnych, np. Amidon, to może pokusić się od razu o skonstruowanie lepszej jakości wkładek pasmowych, pokazanych na rysunku 4 (dławiki są rozwiązaniem kompromisowym). Oczywiście liczba zwojów, zarówno filtru wejściowego, jak i cewek generatora L3\* będzie zależała od liczby Al danego rdzenia.

Uruchomienie wkładek można rozpocząć od popularnego pasma 80m i od cewki generatora L3\*. Niezbędny będzie tutaj miernik częstotliwości podłączony do wyprowadzenia VFO.

W pierwszej kolejności należy ustawić za pomocą korekcji C4\* górną wartość zakresu VFO (dla pasma 80m - 9,8MHz) przy skróceniu potencjometru na największą wartość napięcia zasilania diody pojemnościowej (5V na nóżce 23). Jeżeli częstotliwość VFO będzie za wysoka w stosunku do wartości podanej w tabelce, należy stopniowo zwiększać wartość C4 (można wstępnie użyć trymera). Po uzyskaniu wymaganej górnej wartości VFO skróćmy potencjometr P1 do masy (na najniższą wartość rezystancji) i dobieramy na wkładce wartość rezystora R1 w taki sposób, aby uzyskać dolną wartość VFO (dla pasma 80m - 9,5MHz).

W przypadku trudności z uzyskaniem odpowiedniego zakresu VFO można spróbować zmienić wartość cewki L3\*.

Po uzyskaniu wymaganej wartości VFO pozostaje już tylko skorygowanie zestrojenia filtru wejściowego. 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 (dobrac eksperymentalnie).

Po zestrojeniu cały układ należy zamknąć w obudowie (koniecznie metalowej i raczej większej ze względu na możliwość rozbudowy o skalę cyfrową czy część nadawczą).

W każdym razie na płycie czołowej trzeba umieścić dwa potencjometry (strojenie, siła głosu) oraz miejsce na wkładki, zaś na tylnej ścianie gniazda: antenowe, zasilania, słuchawkowe (kiedy głośnik nie jest w środku). Oczywiście do poprawnej pracy odbiornika niezbędna jest antena. Może nią być wielopasmowa antena typu W3DZZ czy G5RV zasilana kablem koncentrycznym. W tabeli 2 jest pokazany Band Plan KF, który może ułatwić strojenie oraz wykorzystanie odbiornika do nasłuchów stacji amatorskich.

Istnieje możliwość wykonania odbiornika na wyższe zakresy amatorskie: 6m czy 2m, a nawet 70cm, ale należy wtedy zapewnić stabilizację częstotliwości generatora VFO, np. za pośrednictwem układu FLL czy PLL.

Tabela 2

Band Plan KF [MHz]	
<b>160m</b>	14.225-14.235 sstv i fax, fonia, telegrafia
1.810-1.838 tylko telegrafia	14.300-14.350 fonia, telegrafia
1.838-1.840 cyfrowe (baudot), telegrafia	<b>17m</b>
1.840-1.842 cyfrowe (baudot), fonia, telegrafia	18.068-18.100 tylko telegrafia
1.842-2.000 fonia, telegrafia	18.100-18.109 cyfrowe, telegrafia
<b>80m</b>	18.109-18.111 radiolatarnie
3.500-3.510 telegrafia międzykontynentalna	18.111-18.168 fonia, telegrafia
3.510-3.560 tylko telegrafia	<b>15m</b>
3.560-3.580 tylko telegrafia	21.000-21.080 tylko telegrafia
3.580-3.590 cyfrowe, telegrafia	21.080-21.100 cyfrowe, telegrafia
3.580-3.600 cyfrowe (packet), telegrafia	21.100-21.120 cyfrowe (packet), telegrafia
3.600-3.620 fonia, cyfrowe, telegrafia	21.120-21.149 tylko telegrafia
3.600-3.650 fonia, telegrafia	21.149-21.151 radiolatarnie
3.650-3.775 fonia, telegrafia	21.151-21.335 fonia, telegrafia
3.700-3.800 fonia, telegrafia	21.335-21.345 sstv i fax, fonia, telegrafia
3.730-3.740 sstv i fax, fonia, telegrafia	21.345-21.450 fonia, telegrafia
3.775-3.800 fonia międzykontynentalna, telegrafia	<b>12m</b>
<b>40m</b>	24.890-24.920 tylko telegrafia
7.000-7.035 tylko telegrafia	24.920-24.929 cyfrowe, telegrafia
7.035-7.040 cyfrowe, sstv, fax, telegrafia	24.929-24.931 radiolatarnie
7.040-7.045 cyfrowe, sstv, fax, fonia, telegrafia	24.931-24.990 fonia, telegrafia
7.045-7.100 fonia, telegrafia	<b>10m</b>
<b>30m</b>	28.000-28.050 tylko telegrafia
10.100-10.140 tylko telegrafia	28.050-28.120 cyfrowe, telegrafia
10.140-10.150 cyfrowe, telegrafia	28.120-28.150 cyfrowe (packet), telegrafia
<b>20m</b>	28.150-28.190 tylko telegrafia
14.000-14.060 tylko telegrafia	28.190-28.199 radiolatarnie cykliczne, telegrafia
14.060-14.070 tylko telegrafia	28.199-28.201 radiolatarnie cykliczne
14.070-14.089 cyfrowe, telegrafia	28.201-28.255 radiolatarnie ciągłe, fonia, telegrafia
14.089-14.099 cyfrowe (packet), telegrafia	28.255-28.675 fonia, telegrafia
14.099-14.101 radiolatarnie	28.675-28.685 sstv i fax, fonia, telegrafia
14.101-14.112 cyfrowe (packet), fonia, telegrafia	28.685-29.200 fonia, telegrafia
14.112-14.125 fonia, telegrafia	29.200-29.300 cyfrowe (packet NBFM), fonia, telegrafia
14.125-14.300 fonia, telegrafia	29.300-29.550 satelity (downlink)
	29.550-29.700 fonia, telegrafia

## Wykaz elementów

## Rezystory

R1, R2	2,2kΩ
R3	22Ω
R4	10Ω
P1	10kΩ HELITRIM (dziesięcioobrotowy)
P2	10kΩ/B (potencjometr obrotowy)

## Kondensatory

C1, C2	1nF
C3, C4, C7, C9	10nF
C5, C6	220pF
C8, C10, C17	100nF
C11, C20	220μF
C12, C13, C14, C15, C16	33pF

C18, C19 .....22μF

## Półprzewodniki

US1	MC3362
US2	LM386
US3	7806

## Inne

X1, X2, X3, X4, X5	6.0MHz
L1	10μH
G1	8Ω/0,2W
Podstawki	PIN 24, PIN 8
Złącze drabinkowe 12	
- liczba w zależności od wymagań (1-9 szt.)	
L1*, L2*, Ls, C1*, C2*, C3*, L3*, C4*	
- według tablicy 1	

Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2756

Andrzej Janeczek  
Sp5aht@swiatradio.com.pl