

# Czteropasmowy odbiornik STAŚ

## Odbiornik CW/SSB

### początkującego

### nasłuchowca

### (80/40/30/20m)

Pomimo łatwo dostępnego sprzętu fabrycznego, nie słabnie zainteresowanie opisami budowy prostych odbiorników radiowych. Dotyczy to szczególnie odbiorników nasłuchowych na dostępnych podzespołach, umożliwiających odbiór sygnałów jednostwęgowych SSB i telegraficznych CW w kilku krótkofalarskich zakresach.

Krótkofalowcem może zostać każda osoba po zdaniu odpowiedniego egzaminu, ale najpierw powinna zapoznać się z tym hobby, aby ocenić, czy temat ten naprawdę ją interesuje. Krótkofalowców polskich najczęściej można usłyszeć na zakresach 80 i 40m. Najdalsze stacje (już rzadko polskojęzyczne) usłyszymy na zakresie 20m. Warto zbudować wielopasmowy odbiornik nasłuchowy HF, bowiem w zależności od pory dnia i roku, a także



zmiennych warunków propagacyjnych, nie zawsze coś usłyszymy, mając dostęp tylko do jednego pasma. Poza tym często odbywają się wielopasmowe międzynarodowe zawody krótkofalarskie, w których mogą brać udział także nasłuchowcy.

Autor, po przeanalizowaniu aktualnych koncepcji budowy odbiorników, wybrał tradycyjny układ superheterodyny z pojedynczą przemianą częstotliwości, z zastosowaniem popularnych układów scalonych. Nowoczesne układy z bezpośrednią przemianą częstotliwości w technice SDR z generatorami DDS mają wiele zalet, ale też wad (najważniejsza z nich to dość wysoka cena). Na początek wystarczy prosty układ analogowy na tańszych podzespołach.

Opisany tu odbiornik RX STAŚ powstał na bazie odbiornika RX 2005 skonstruowanego i opisanego przez autora w 2005r. Pierwotne rozwiązanie nie zawierało przełącznika zakresów i cewek, a wybór pasm był dokonywany przez wstawianie na każde pasmo listwy stykowej z obwodami LC. Taka koncepcja, mająca wiele zalet, okazała się w realizacji zbyt trudna dla początkujących.

Na **fotografiach 1, 2** pokazana jest prototypowa trzypasmowa wersja zbudowana przez autora na Warsztaty Techniczne 2017r. (zakresy 3,5, 7 i 14MHz), a **fotografia 3** pokazuje potrójny przełącznik hebelkowy 3x2 i obrotowy 4x2.

W nowym układzie do przełączania obwodów został zastosowany taki czteropozycyjny przełącznik obrotowy

i podobnie jak w pierwszym rozwiązaniu jedna sekcja pracuje w obwodzie wejściowym, a druga w obwodzie generatora. Dzięki temu udało się uzyskać większą stabilność i cztery zakresy: 3, 5, 7, 10, 14MHz. Autor początkowo chciał obstarwić nowe pasmo 5MHz, ale ze względu na odwróconą wstęgę boczną prościej było zrealizować zakres 10MHz.

Odbiornik ma niewielkie wymiary i ekonomiczne zasilanie, co jest bardzo pożądane podczas nasłuchów stacji amatorskich poza miejscem zamieszkania.

#### Jak to działa

Sercem odbiornika jest układ Motorola MC3362, już nieprodukowany, ale nadal łatwo dostępny (łatwiej osiągalny, a przy tym tańszy niż NE612). MC3362 to wąskopasmowy odbiornik FM małej mocy, zawierający między innymi układ podwójnej przemiany z oscylatorami i mieszaczami, które są wykorzystywane w naszym rozwiązaniu.

Cała struktura wewnętrzna zastosowanej kostki jest pokazana na **rysunku 1**.



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3

Układ charakteryzuje się dobrymi parametrami elektrycznymi oraz małą liczbą wymaganych podzespołów zewnętrznych. Maksymalne napięcie zasilania wynosi 6V, a pobór prądu około 5mA. Wzmocnienie przemiany pierwszego mieszacza jest na poziomie 18dB, a wzmocnienie przemiany drugiego sięga 22dB.

Pierwszy oscylator lokalny (wyprowadzenia 21 i 22) może działać z rezonansowym obwodem LC jako oscylator VCO sterowany napięciem z potencjometru. Buforowany sygnał wyjściowy jest dostępny na wyprowadzeniu 20. Drugi oscylator lokalny jest generatorem Colpittsa w układzie wspólnej bazy i jest stabilizowany zewnętrznym kwarcem. Buforowany sygnał wyjściowy można odbierać z wyprowadzenia 2. Obydwa mieszacze są podwójnie zrównoważone, co jest bardzo korzystne dla zmniejszenia częstotliwości pasożytniczych.

Odbiornik STAS, którego schemat pokazano na **rysunku 2**, pracuje w klasycznym układzie superheterodyny z pojedynczą przemianą częstotliwości z  $f$  pcz. równą 4,43MHz. W urządzeniu zastosowano dwa popularne układy scalone MC3362 i LM386. Liczba elementów, w tym obwodów LC, została ograniczona do niezbędnego minimum.

Na wejściu odbiornika jest pojedynczy obwód rezonansowy, dopasowany do anteny poprzez odczep na cewce. Podstawowy obwód rezonansowy L1 C2, włączony na stałe, jest dobrany na środek pasma 40m i składa się z cewki 4,7uH oraz kondensatora 100pF.

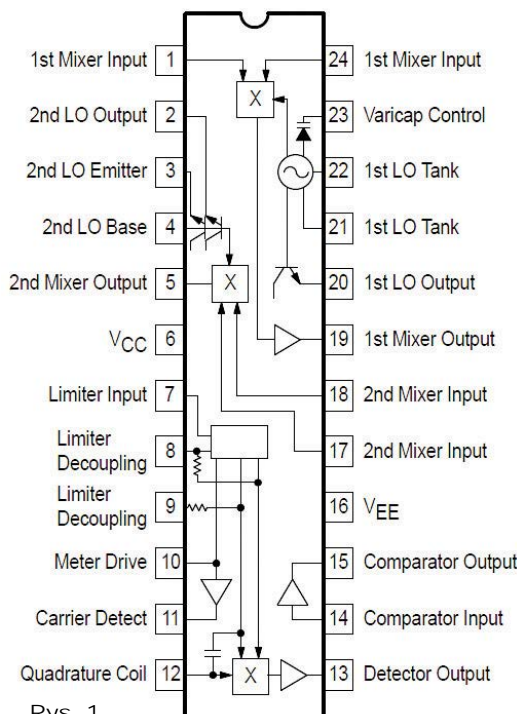
Obniżenie częstotliwości rezonansowej, niezbędne do pracy w paśmie 80m, osiągnięto przez równoległe dołączenie kondensatora C3 o wartości 290pF. Przy wypadkowej pojemności 390pF, z cewką 4,7uH, uzyskuje się rezonans w okolicy środka pasma fonicznego 80m.

Podwyższenie częstotliwości do pracy w paśmie 30m zapewnia równoległe do-

łączenie cewki L2 o wartości 4,7uH. Przy wypadkowej indukcyjności około 2,4uH, wraz z kondensatorem 100pF, uzyskuje się rezonans w paśmie 30m. W przypadku pasma 20m pracuje część cewki L2 z odczepem (1,7uH), co przy wypadkowej indukcyjności około 1,25uH wraz z kondensatorem 100pF daje rezonans na środku pasma 20m.

Z obwodu rezonansowego sygnał jest podawany poprzez kondensator C1 na wejście mieszacza odbiornika. Na drugie wejście dochodzi sygnał z generatora przemiany częstotliwości (VFO). W skład tego generatora wchodzi elementy zewnętrzne dołączone do nóżek 21–22. Częstotliwość pracy VFO wyznacza indukcyjność L3 wraz z kondensatorem C4, pojemnościami dołączanymi drugą sekcją przełącznika i wewnętrzną diodą pojemnościową. Druga sekcja przełącznika obrotowego dołącza równoległe do obwodu rezonansowego L3 C4 dodatkowe kondensatory i trymery ustalające częstotliwość VFO na danym paśmie.

Potencjometrem P2 10k (FREQ) realizuje się strojenie zgrubne, a potencjometrem P1 2,2k (PREC) – strojenie dokładne w zakresie kilku kHz. Skrócenie tych potencjometrów w prawe skrajne położenie daje maksymalną częstotliwość odbioru. Ograniczenie dolnego zakresu pasma 40m zapewnia potencjometr montażowy PR1. Na wyższych pasmach zakres jest szerszy przez klucz elektroniczny z tranzystorem T1. Tranzystor jest zablokowany tylko w paśmie 40m (baza tranzystora zwarta do masy), a w pozostałych pasmach, czyli 80, 30 i 20m, klucz ten zwiera do masy potencjometr montażowy PR2. Dzięki takiemu rozwiązaniu uzyskuje się w lewych skrajnych położeniach potencjometrów również prawie całe dolne zakresy pozostałych pasm (tylko w paśmie 80m jest obciążona część telegraficzna pasma). Oczy-



Rys. 1

wście wszystko zależy od zestrojenia, o czym będzie mowa w dalszej części.

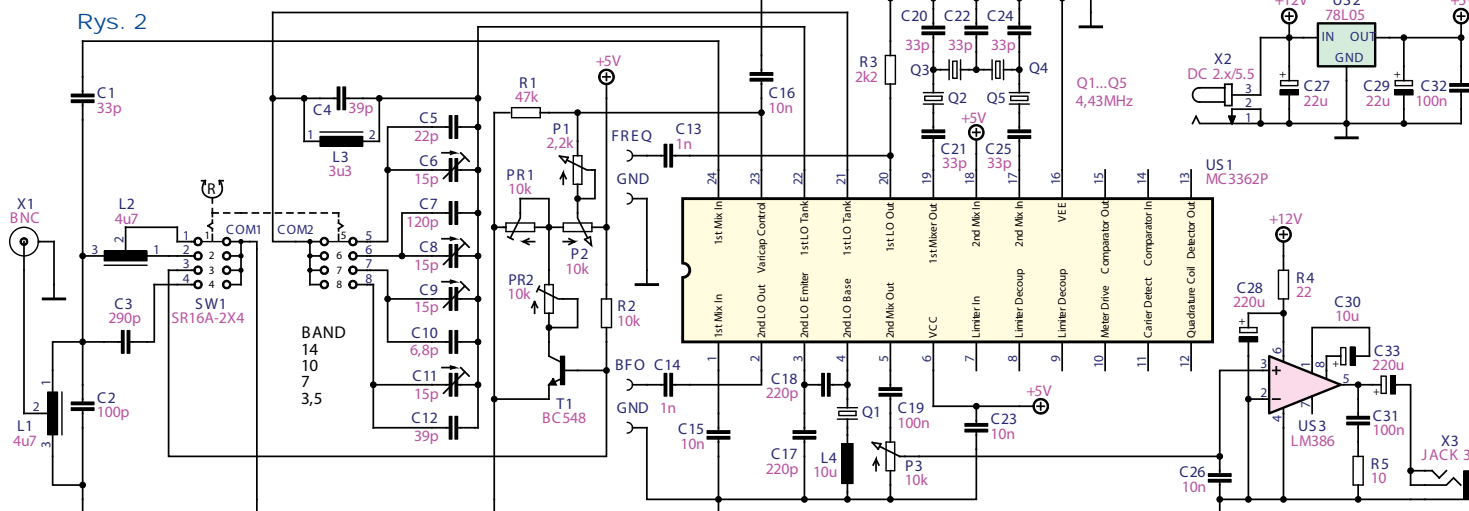
W pasmach 80 i 40m VFO pracuje powyżej częstotliwości odbioru, a w pasmach 30 i 20m poniżej tej częstotliwości. Dzięki temu uzyskuje się automatyczne odwrócenie wstęgi i prawidłowy odbiór na wszystkich pasmach (LSB do 10MHz, powyżej – USB).

W **tabeli 1** podane są zmiany wartości VFO, w zależności od odbieranego pasma (słuszne przy zastosowaniu częstotliwości pośredniej 4,43MHz).

Pomiaru częstotliwości VFO dokonuje się cyfrowym miernikiem częstotliwości dołączonym do wyjścia 20 (FREQ).

Sygnał wyjściowy o częstotliwości pośredniej (różnica częstotliwości doprowadzonych sygnałów do mieszacza) jest skierowany do filtra kwarcowego p.cz.

Rys. 2



Filtr ten pracuje w układzie drabinkowym, zestawionym z czterech rezonatorów kwarcowych Q2...Q5 o jednakowych wartościach 4,43MHz oraz pięciu kondensatorów po 33pF. Układ ten ma pasmo przenoszenia około 2,4kHz, co odpowiada szerokości odbieranego sygnału SSB.

Odfiltrowany sygnał p.cz. jest następnie skierowany na wejście drugiego mieszacza pełniącego funkcję detektora iloczynowego. W wyniku zmieszania sygnału p.cz. z sygnałem wewnętrznego oscylatora BFO na wyjściu uzyskuje się sygnał małej częstotliwości.

W skład generatora wchodzi zewnętrzne elementy dołączone do końcówek 3 i 4 układu. Częstotliwość układu wyznacza rezonator kwarcowy Q1 (również 4,43MHz) z szeregową cewką L4 (dławik 10uH). Włączenie dławika zapewnia potrzebne obniżenie częstotliwości BFO o około 1kHz w stosunku do p.cz., niezbędne do odtworzenia właściwej wstęgi bocznej sygnału wejściowego.

Ponieważ pasmo przenoszenia filtru p.cz. jest usytuowane powyżej częstotliwości BFO, na zakresach 80m i 40m uzyskuje się odbiór dolnej wstęgi bocznej (LSB), a w pasmach 30m i 20m górnej wstęgi bocznej (USB). W ten prosty sposób uzyskano tak zwane automatyczne odwrócenie wstęgi bocznej.

Wyjściowy sygnał m.cz. z nóżki 5 (około 0,3...3kHz) jest wzmocniony za pośrednictwem popularnego wzmacniacza LM386 (US3) i skierowany do gniazdka zasilającego głośnik lub słuchawki.

Układ scalony US2 dostarcza napięcie stabilizowane do zasilania MC3362 oraz potencjometrów zmiany częstotliwości (LM386 jest zasilany pełnym napięciem).

Odbiornik można zasilac z akumulatora, baterii lub dobrego zasilacza o napięciu 9–12V.

### Montaż i uruchomienie

Cały układ odbiornika został zmontowany na płycie drukowanej AVT o wymiarach 118x64mm. Na rysunku 3 pokazano rozmieszczenie podzespołów na PCB.

Montaż jest tradycyjny i nie wymaga szerszego omówienia poza podaniem liczby zwojów cewek. W układzie modelowym była zastosowana cewka L4 w postaci dławika 10uH, a pozo-

stałe indukcyjności zostały nawinięte drutem DNE 0,3 na toroidalne rdzenie ferrytowe T37-2 (3 szt.). Liczby zwojów wynoszą: L1 (4,7 uH) – 34 z odczepem na 4. zwoju od strony masy, L3 (4,7/1,7uH) – 34 z odczepem na 20. zwoju (14. zwoju od strony masy), L3 (3,3 uH) – 30. Lepiej nawinac o 0,5–1 zwoja więcej i ew. potem odwinac przy strojeniu.

Warto zwrócić uwagę, że rezystor R3 oraz kondensatory separujące C13 i C2 nie są niezbędne do pracy odbiornika i można je pominąć. Służą do wyprowadzenia sygnałów odpowiednio VFO oraz BFO, które mogą być potrzebne w przypadku planowanej rozbudowy urządzenia do pracy transceiverowej bądź do podłączenia cyfrowej skali częstotliwości. Znajomość wartości częstotliwości sygnałów VFO i BFO jest bardzo ważna także w fazie sprawdzania czy strojenia odbiornika.

Warto zwrócić uwagę, aby użyte rezonatory kwarcowe były z tej samej serii i miały jednakowe wartości częstotliwości (maksymalne odchyłki ±50Hz). Jeżeli nie jesteśmy pewni, to można poszczególne rezonatory sprawdzić bezpośrednio w układzie, wstawiając je kolejno w miejsce Q1 i mierząc częstotliwość na zaciskach BFO. W ten sposób można z większej liczby rezonatorów dobrać taki, który będzie miał najniższą częstotliwość i będzie najlepiej służył właśnie jako Q1. Jeżeli będzie miał częstotliwość mniejszą o około 1kHz od pozostałej czwórki rezonatorów, to cewka L4 może okazać się zbędna i w jej miejsce należy wstawić zworę, ewentualnie dławik o mniejszej wartości.



Po wstawieniu wszystkich elementów trzeba na poszczególnych zakresach ustawić częstotliwość VFO za pomocą odpowiednich trymerów. Do tych czynności konieczne jest użycie miernika częstotliwości dołączonego do punktów FREQ, choć przy odrobinie doświadczenia można zestroić odbiornik wstępnie na słuch, oczywiście po dołączeniu na wejście anteny.

W każdym razie strojenie rozpoczynamy od ustawienia przełącznika zakresów na pasmo 40m, a potencjometru P2 FREQ w prawe skrajne położenie (P1 PREC zawsze w środkowej pozycji) i za pomocą trymera C9 ustawiamy częstotliwość wyjściową VFO na wartość 11,63MHz. Następnie skręcamy potencjometr P2 FREQ w lewe skrajne położenie i potencjometrem montażowym PR1 ustawiamy częstotliwość wyjściową VFO na wartość 11,43MHz.

Jeżeli nie uda się uzyskać górnej częstotliwości pracy VFO to mamy za dużo

Rys. 3

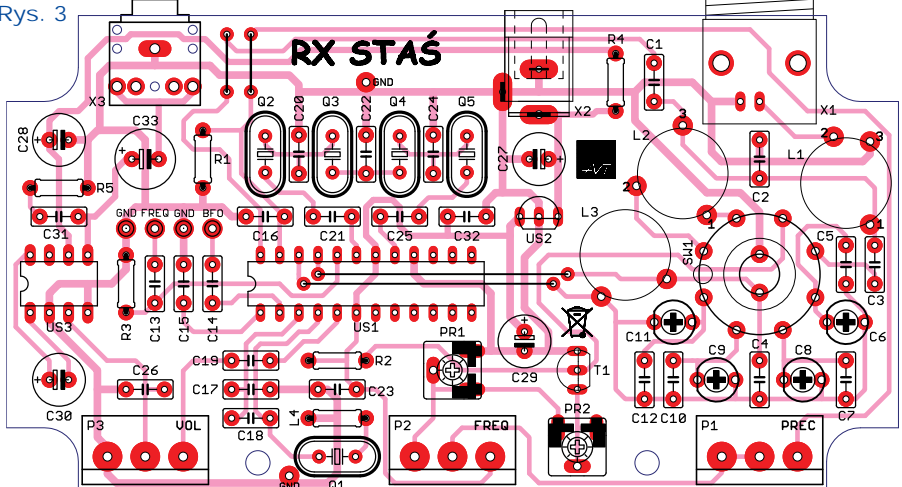


Tabela 1

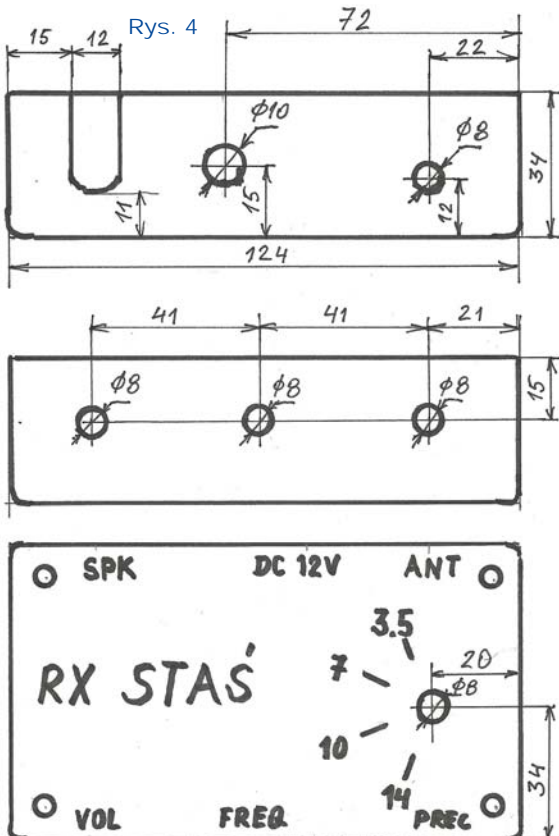
Pasmo	Zakres częstotliwości	Zakres VFO	Korekta trymerem
m	MHz	MHz	–
80	3,57–3,80	8,0–8,23	C11
40	7,00–7,20	11,43–11,63	C9
30	10,10–10,15	5,67–5,72	C8
20	14,00–14,35	9,57–9,92	C6



zwojów na cewce L3 (ewentualnie za duże wartości C4 lub C10). Korzystnie jest rozpocząć korektę LC od wyjęcia C10. Jeżeli uda się ustawić prawidłowe wartości VFO (górną i dolną), to po dołączeniu anteny jest pewność, że mamy zapewnioną częstotliwość odbioru 7,0MHz (lewe położenie P2) i 7,2MHz (prawe położenie). Potencjometrem P1 PREC uzyskuje się dokładne dostrojenie w zakresie około 5kHz (wartość zmienia się w zależności od pasma).

Jeżeli odbiornik pracuje poprawnie w paśmie 40m, to strojenie górnych zakresów dalszych pasm jest proste i ogranicza się głównie do właściwego ustawienia pozostałych trymerów, według danych zawartych w tabeli.

Po ustawieniu przełącznika na zakres 80m trymerem C11 korygujemy częstotliwość VFO na 8,23MHz (C8 dla 30m na 5,72MHz; C9 dla 20m na 9,92MHz).



Dokładną wartość dolnej częstotliwości VFO można ograniczyć za pomocą PR2, ale tylko na jednym wybranym zakresie. W każdym razie nie uda się uzyskać pełnego zakresu pasma 80m. Oczywiście każdy może zestroić inaczej, według własnych upodobań. Zwolennicy CW mogą zestroić odbiornik tylko w zakresy telegraficzne, a preferujący odbiór SSB w najbardziej oblegane zakresy foniczne.

Jeżeli podczas odbioru stwierdzimy nieczytelny odbiór, może to świadczyć o źle ustawionej częstotliwości BFO i wtedy trzeba poeksperymentować z dobraniem innej wartości indukcyjności cewki L4. Warto wiedzieć, że wstawienie w to miejsce trymera 15pF umożliwi odbiór stacji ze zmienioną wstęgą boczną.

Mając do dyspozycji generator można sprawdzić czułość odbiornika i ewentualnie spróbować skorygować dodatkowe wartości LC w filtrach tak, aby uzyskać maksymalny sygnał wyjściowy.

Jeżeli stwierdzimy zbyt duże wzmocnienie stopnia końcowego m.cz., warto wiedzieć, że istnieje możliwość zmniejszenia go przez zmniejszenie wartości kondensatora C30, np. do wartości 1uF.

Zmontowany i zestrojony układ został zamknięty w obudowie plastikowej Z77 (122x68x36mm), która zawiera z przodu trzy potencjometry: VOL (siła głosu), FREQ (strojenie główne), PREC (strojenie precyzyjne). Na tylnej ścianie są trzy gniazda: SPK (głośnik), DC (9–12V), ANT (antena). U góry znajduje się przełącznik BAND 3,5/7/10/14MHz.

Na rysunku 4 pokazany jest sposób wykonania niezbędnych otworów w obudowie Z77 oraz napisów na pokrywie. Warto zastosować jeszcze dodatkowe gniazdo do pomiaru częstotliwości, tak jak było na początku w wersji prototypowej.

Należy też wiedzieć, że większy zakres zmian VFO osiągnie się wymieniając stabilizator US2 na 7806, ale mniejszy się wtedy precyzja strojenia. Oczywiście jako P2 najlepiej użyć potencjometru dziesięcioobrotowego oraz zastosować programowany miernik z wpisaną częstotliwością p.cz. 4,43MHz, bo wtedy na skali uzyska się właściwą częstotliwość odbioru. Odbiornik STAS z założenia miał być tani, został więc ograniczony do niezbędnego minimum.

Na zakończenie jeszcze jedna ważna uwaga odnośnie do zasilania odbiornika. Układ można zasilac z akumulatora, baterii, zewnętrznego zasilacza o napięciu 12V, a także z zewnętrznego zasilacza sieciowe-

## Wykaz elementów

US1	MC3362
US2	7805
US3	LM386
T1	BC548
R1	47kΩ
R2	10kΩ
R3	2,2kΩ
R4	22Ω
R5	10Ω
PR1, PR2	10kΩ
P1	2,2kΩ/B (potencjometr obrotowy)
P2	10kΩ/B (potencjometr obrotowy)
P3	10kΩ/A (potencjometr obrotowy)
C1, C20, C21, C22, C24, C25	33pF
C2	100pF
C3	290pF (270pF+22pF)
C4, C12	39pF
C5	22pF
C6, C8, C9, C11	15pF (trymer)
C7	120pF
C10	6,8pF
C13, C14	1nF
C15, C16, C23, C26	10nF
C17, C18	220pF
C19, C31, C32	100nF
C27, C29	22uF/16V
C28, C33	220uF/16V
C30	10uF
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5	4,43MHz
L1, L2	4,7uH (patrz opis)
L3	3,3uH (patrz opis)
Podstawki	PIN'24, PIN'8
X1	BNCPTH
X2	DC JACKPTH
X3	AUDIO JACKPTH
Obudowa	Z77

**Komplet podzespołów z płytka jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3230**

go. W ostatnim przypadku trzeba być bardzo ostrożnym, aby nie wprowadzić przydźwięku sieciowego. Źle ustawienie rdzenia transformatora sieciowego, szczególnie w stosunku do obwodu VFO, może wprowadzić „brum” trudny do wyeliminowania. Zakłócenia mogą też powstać przy zasilaniu z taniego zasilacza impulsowego.

Zupełnie początkujący nasłuchowcy muszą też wiedzieć, że do poprawnej pracy odbiornika niezbędna jest antena wielopasmowa. Może nią być np. antena G5RV czy W3DZZ zasilana kablem koncentrycznym, rozciągnięta poziomo pomiędzy dwoma blokami czy drzewami. Zupełnie zadawalający efekt uzyskuje się z anteną LW z drutu o długości 20m wraz z transformatorem 1:9 (balunem). W ostateczności jako anteny można użyć kawałka drutu o długości około 10m.

**Andrzej Janeczek SP5AHT**  
sp5aht@swiatrдио.com.pl