

# Minitransceiver na pasmo 3,7 MHz TRX2008, część 1

## AVT-5127

*Kolejny układ radiowy skonstruowany na historycznych już scalakach nie jest próbą wyzbycia się zapasów magazynowych, lecz nowym podejściem do aplikacji w oparciu o wieloletnie doświadczenia w konstrukcjach krótkofalarskich.*

### **Rekomendacje:**

*patrząc na schemat ideowy transceivera można sądzić, że to konstrukcja raczej dla doświadczonych elektroników – krótkofalowców, ale zdaniem autora układ działa od pierwszego włączenia zasilania.*



Z dostępnością zastosowanych w projekcie układów scalonych, które mają swoje odpowiedniki CEMI (UL1203) nie powinno być problemów, a z pierwszych obserwacji używanych parametrów wynika, że opisany minitransceiver nie ma konkurencji, jeśli wziąć pod uwagę stosunek uzyskanych parametrów (prostotę rozwiązania) do ceny wszystkich użytych podzespołów.

Amatorskie minitransceivery QRP to z reguły proste konstrukcje urządzeń nadawczo-odbiorczych małej mocy, które cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem radioamatorów na całym świecie. Także w kraju wielu krótkofalowców fascynuje się amatorskimi konstrukcjami i pracuje małą mocą, szczególnie podczas wakacji czy urlopów.

O tym, że praca z niewielką mocą na własnoręcznie wykonanym, prostym urządzeniu ostatnio przeżywa swój renesans, dobitnie świadczą „Warsztaty Małej Mocy” zorganizowane w połowie września w Tomaszowie Mazowieckim przez polską grupę QRP ([www.sp-qrp.pl](http://www.sp-qrp.pl)), podczas której były prezentowane przeróżne transceivery, właśnie własnego wykonania, przystosowane do pracy małymi mocami (maksymalnie 10 W na SSB i 5 W na CW).

W dotychczasowych rozwiązaniach minitransceiverów QRP były stosowane przeróżne kluczowe układy scalone, takie jak TCA440, TBA120S, SO42, TA7358, NE612 (602), MC3362,

a z krajowych UL1203, UL1242, UL1042. Te pierwsze, czyli TCA 440 (UL1203, A244, 174XA2), za sprawą rosyjskiego krótkofalowca RZ4HK (konstruktora znanego już także w naszym kraju transceivera MiniYes) przeżywają swoją drugą młodość. Widać, że nie były one należycie docenione i wykorzystane ćwierć wieku temu, czyli w czasie powstania słynnej konstrukcji SP5WW. Najkrócej mówiąc, dane aplikacyjne informujące o maksymalnej częstotliwości pracy wzmacniacza pośredniej 2 MHz zniechęcały do wykorzystania tego układu w rozwiązaniach innych, niż z użyciem filtru elektro-

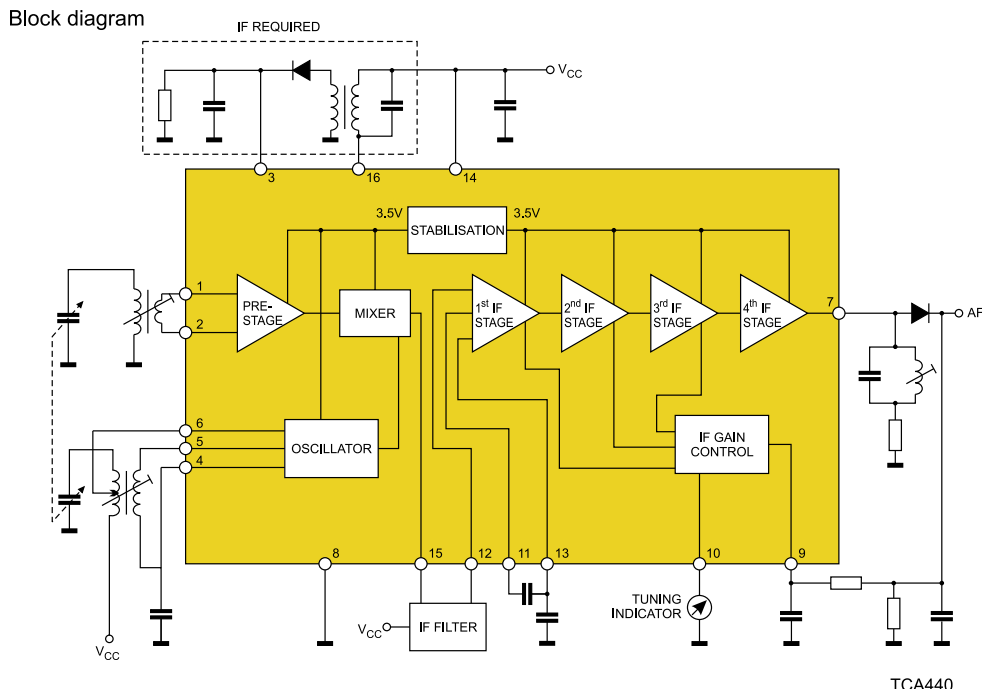
### PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 100x90 mm
- Napięcie zasilania: 12 V (13,8 V)
- Częstotliwość pracy: 3700...3750 kHz (z zapasem, zależy to głównie od zastosowanych elementów LC)
- Emisja: SSB-LSB
- Czulość odbiornika: 0,5  $\mu$ V (przy 10 dB S+N/N)
- Napięcie wyjściowe nadajnika: 1 V (maksymalna wartość przy modulacji)
- Tłumienie niepożądanego sygnału bocznej: >40 dB
- Tłumienie fali nośnej: >40 dB

### Najważniejsze parametry układu TCA440

- Zakres napięć zasilania: 4,5...15 V
- Prąd zasilania: 9 mA (4,5 V), 15 mA (15 V)
- Wzmacniacz w.cz.:
  - maksymalna częstotliwość wejściowa: 50 MHz
  - maksymalne napięcie wejściowe: 0,5 V
  - wzmocnienie wzmacniacza w.cz.: 38 dB
  - impedancja wejściowa (pojemność): 2 k $\Omega$  (5 pF)
  - impedancja wyjściowa (pojemność): 250 k $\Omega$  (4,5 pF)
- Wzmacniacz p.cz.:
  - maksymalna częstotliwość wejściowa: 2 MHz (praktycznie nawet do ponad 10 MHz)
  - maksymalne napięcie wejściowe: 0,2 V
  - wzmocnienie wzmacniacza w.cz.: 62 dB
  - impedancja wejściowa (pojemność): 3 k $\Omega$  (3 pF)
  - impedancja wyjściowa (pojemność): 200 k $\Omega$  (8 pF)
- Napięcie wyjściowe wskaźnika dostrojenia: 350 mV/1,5 k $\Omega$

mechanicznego 500 kHz. Dopiero konstrukcja MiniYesa z filtrem około 9 MHz przekonała wielu konstruktorów do ponownego zainteresowania się tym układem scalonym. Do tej grupy dołączył także autor, który postanowił dokładniej przyjrzeć się strukturze wciąż dostępnego na rynku układu scalonego i zaadaptować go jeszcze inaczej do swojej najnowszej konstrukcji TRX-a. Ponieważ pomysł miał być najpierw sprawdzony po stronie odbiorczej, strona nadawcza została pozbawiona wzmacniacza mocy, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby każdy mógł dobudować taki stopień na oddzielnej płytce. Zanim jednak zajmiemy się konstrukcją układu nadawczo-odbiorczego warto poznać „od środka” wspomniany wyżej układ scalony.



Rys. 1. Schemat blokowy wewnętrznej struktury układu TCA440

**Dane aplikacyjne TCA440**

TCA 440 (i oczywiście jego odpowiedniki: polski UL1203, niemiecki A244, rosyjski 174XA2) był zaprojektowany w zasadzie do budowy pierwszych analogowych radiodiodników AM, bowiem zawiera wszystko to, co jest potrzebne do jego pracy (oprócz wzmacniacza m.cz.), czyli wzmacniacz w.cz., mieszacz, heterodynę, wzmacniacz p.cz. oraz wzmacniacz ARW i stabilizator. Układ charakteryzuje się szerokim zakresem napięć zasilania i dużą czułością. Zarówno wzmacniacz w.cz. jak i p.cz. mają wejścia symetryczne, co umożliwia połączenie układu na wiele sposobów. Także zrównoważony mieszacz ma dwa wyjścia, co często ułatwia konstrukcję filtrów nadawczo-odbiorczych. Z kolei wewnętrzny wzmacniacz DC może być wykorzystany do wzmacniania napięcia regulacyjnego ARW, a także analogowego wskaźnika wysterowania (S-metra).

Schemat blokowy wewnętrznej struktury układu jest pokazany na rys. 1. Funkcje wyprowadzeń układu TCA 440 są następujące:

- 1, 2 – wejście wzmacniacza w.cz.
- 3 – wejście regulacyjne wzmacniacza w.cz.
- 4, 5 – wejścia heterodyny
- 6 – wyjście heterodyny

- 7 – wyjście wzmacniacza p.cz.
- 8 – masa
- 9 – wejście wzmacniacza ARW
- 10 – wyjście wskaźnika dostrojenia
- 11, 12, 13 – wejścia wzmacniacza p.cz.
- 14 – napięcie zasilania
- 15, 16 – wyjścia mieszacza

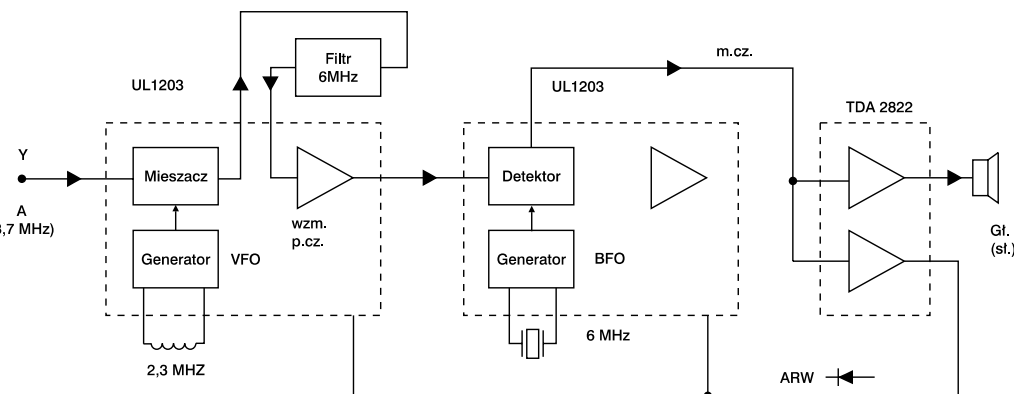
Dodatkowe zewnętrzne elementy układu scalonego TCA440 wchodzi w skład aplikacyjnego schematu prostego odbiornika AM, przystosowanego na zakresy fal długich, średnich i krótkich (w zależności od wartości elementów LC).

**Ogólne założenia konstrukcji minitransceiwera**

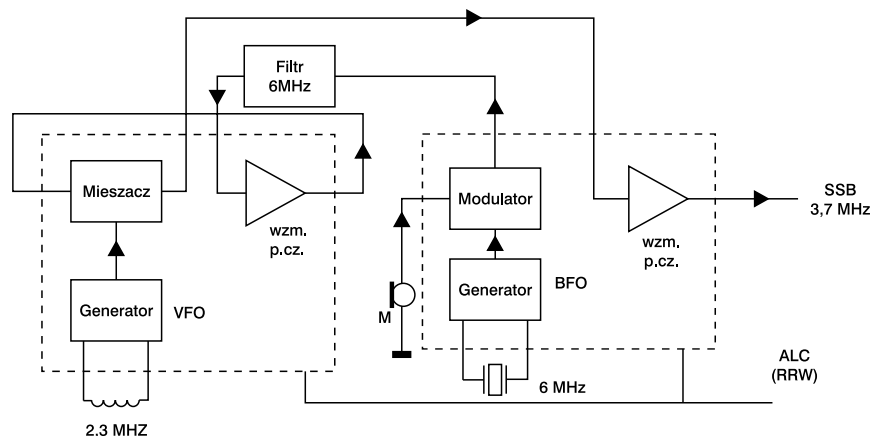
Schemat blokowy prezentowanego minitransceiwera, wyjaśniający zasadę pracy i przebieg sygnałów w.cz. przedstawiono na rys. 2 (podczas odbioru (RX)) i na rys. 3 (podczas

nadawania (TX)). Takie rozbitcie na dwa tory jest bardziej czytelne. Jest to układ z klasyczną pojedynczą przemianą częstotliwości, z nietypowym zastosowaniem dwóch krajowych układów scalonych UL1203 (są one dostępne m.in. na warszawskiej giełdzie Wolumen w cenie 2 zł/sztukę). W prezentowanym rozwiązaniu te dwa tanie i popularne układy scalone pracują zarówno w torze odbiornika, jak i nadajnika SSB. Takie zastosowanie tych układów nie było do tej pory nigdzie opisywane.

Generatory BFO i VFO zostały skonstruowane z wykorzystaniem wewnętrznej struktury układów (skrócono drogę sygnału, co wpływa pozytywnie m.in. na stabilność częstotliwości). Układy te są wykorzystywane podwójnie dzięki użyciu kluczy elektronicznych, z zastosowaniem również popularnych i tanich



Rys. 2. Schemat blokowy minitransceiwera podczas odbioru (RX)



Rys. 3. Schemat blokowy minitransceiwera podczas nadawania (TX)

diod 1N4148 (w celu zmiany kierunku sygnału RX/TX za pomocą takiego klucza następuje przełączenie m.in. filtru kwarcowego).

W częstotliwości pośredniej użyto drabinkowego filtru SSB zestawionego z rezonatorów 6 MHz. Wybranie akurat takiej, nietypowej częstotliwości pośredniej (wypróbowanej z pozytywnym skutkiem w zmodernizowanym minitransceiwierze Antek) zostało podyktowane chęcią zastosowania układu VFO o niskiej częstotliwości pracy z użyciem dławików 10  $\mu\text{H}$  (w efekcie powstał stabilny układ VXO). Wybór takiej p.cz. w zdecydowany sposób wpłynął na dobrą jakość sygnału minitransceiwera.

## Odbiór (RX)

Przy odbiorze przełącznik PZ jest ustawiony jak na rys. 4, czyli +RX=5 V, zaś +TX=0 V (zasilanie układu US1 następuje poprzez diodę D2). Na wejściu odbiornika (wejściu wewnętrznego wzmacniacza US1) znajduje się dwuobwodowy filtr pasmowy z pojedynczymi uzwojeniami cewek L2-L3 (w najprostszym przypadku typowe dławiki 10  $\mu\text{H}$ ). Współpracujące kondensatory doprowadzają indukcyjności cewek do rezonansu w pobliżu środka pasma (około 3,7 MHz), a także dopasowują filtr od strony wejścia – wyjścia, odpowiednio do anteny i wejścia US1. Wartością kondensatora sprzęgającego C28 można w pewnych granicach ustalić wypadkowe sprzężenie pomiędzy tymi filtrami, zachowując rozsądny kompromis pomiędzy szerokością pasma a wartością przenieszonego sygnału.

Sygnał w.cz. wzmacniony o około 30 dB jest skierowany na jedno z wejść mieszacza (zrównoważonego). Na drugie wejście mieszacza (także

wewnątrz struktury TCA440) jest kierowany sygnał z przestrajanego generatora VFO, w skład którego wchodzi elementy podłączone do wyprowadzeń 4, 5 i 6 w US1. Częstotliwość pracy generatora VXO jest wyznaczana przez obwód rezonansowy z cewką L4 (typowy dławik 10  $\mu\text{H}$ ), kondensatorem C38 i diodami pojemnościowymi (wypadkowymi pojemnościami montażowymi oraz pojemnością dzielnika dodatniego sprzężenia zwrotnego C36-C37). Częstotliwość zależy od zakresu przestrajania diod pojemnościowych D11...D12, przestrajanych napięciem z potencjometru R11.

W układzie modelowym, przy suwaku potencjometru ustawionym w dolnym położeniu – maksymalne napięcie na diodach – uzyskano przestrajanie odbiornika około 50 kHz (od około 2,3 do 2,25 MHz), co w konsekwencji daje możliwość odbioru najbardziej popularnego wycinka pasma 80 m, czyli 3,7...3,75 MHz. W zależności od wartości zastosowanego dławika oraz dodatkowego kondensatora C60 można uzyskać inny zakres pasma. Warto wiedzieć, że w układzie generatora były używane inne wartości LC i bez problemu osiągnięto z jedną diodą zakres 9,5...9,8 MHz, zapewniający całe pokrycie pasma 80 m. Osiągnięta stabilność generatora była jednak nie do zaakceptowania. Z tego też względu przyjęcie niższej częstotliwości VFO było dobrym posunięciem.

Warto wiedzieć, że w przypadku zbyt szerokiego zakresu przestrajania generatora można go ograniczyć za pośrednictwem dodatkowych rezystorów dołączonych do skrajnych zacisków potencjometru. Ponieważ komfort strojenia odbiornika jest uzależniony właśnie od tego potencjometru, warto zadbać o dodatkową przekładnię me-

chaniczną lub użycie potencjometru wieloobrotowego (ze względu na chęć obniżenia ceny w skład kitu wchodzi zwykły potencjometr).

Przy użyciu kondensatorów ceramicznych z czarnym paskiem (a także styrofleksowych z czarną kropką lub literą J) stabilność generatora była bardzo duża, nie było więc potrzeby stosowania dodatkowych pętli stabilizacji FLL czy PLL (które same są bardziej skomplikowane, niż proponowany układ minitransceiwera).

Z wyjścia mieszacza wyjściowy sygnał pośredniej częstotliwości m.cz. (rezystor R1, dioda D3), będący różnicą obydwu składowych sygnałów, jest podany na filtr kwarcowy SSB. Filtr ten został zestawiony w układzie drabinkowym z czterech rezonatorów o częstotliwości 6 MHz. Pasma przenoszenia filtru przy zastosowaniu czterech identycznych rezonatorów i kondensatorów po 33 pF wynosi około 2,3 kHz (maksymalny rozrzut częstotliwości rezonatorów bez doboru wynosił 100 Hz, zaleca się jednak dobrać przed montażem kwartet o jak najmniejszym rozrzucie). Od wartości kondensatorów zależy impedancja oraz szerokość pasma. Jest tu duże pole do popisu dla konstruktorów, którzy mogą zoptymalizować te parametry, szczególnie przy użyciu innych wartości rezonatorów.

Z filtru kwarcowego odfiltrowany sygnał pośredniej częstotliwości jest skierowany na wejście wzmacniacza p.cz. układu US1. Choć z danych katalogowych wynika, że wzmacniacz ten pracuje do 2 MHz, w praktyce spisuje się on znakomicie także przy 6 MHz. Sygnał p.cz. wzmacniony maksymalnie o oko 60 dB jest kierowany z obwodu rezonansowego L5 C39 poprzez klucz z diodą D13 na wejście układu US2. Tutaj po wzmacnieniu (maksymalnie o około 30 dB) dochodzi do wejścia detektora (mieszacza) układu US2. Na drugie wejście tego detektora, już wewnątrz struktury układu, jest podawany sygnał z wewnętrznego generatora BFO o częstotliwości około 6 MHz, sterowanego rezonatorem kwarcowym X5. Częstotliwość pracy tego generatora zależy głównie od rezonatora z włączonym w szereg z nim kondensatorem zmiennym (trymer C47) oraz od wartości dzielnika pojemnościowego C45...C46. Włączenie pojemności w szereg z rezonatorem zapewnia podwyższenie częstotliwości BFO o ponad 1 kHz w stosunku

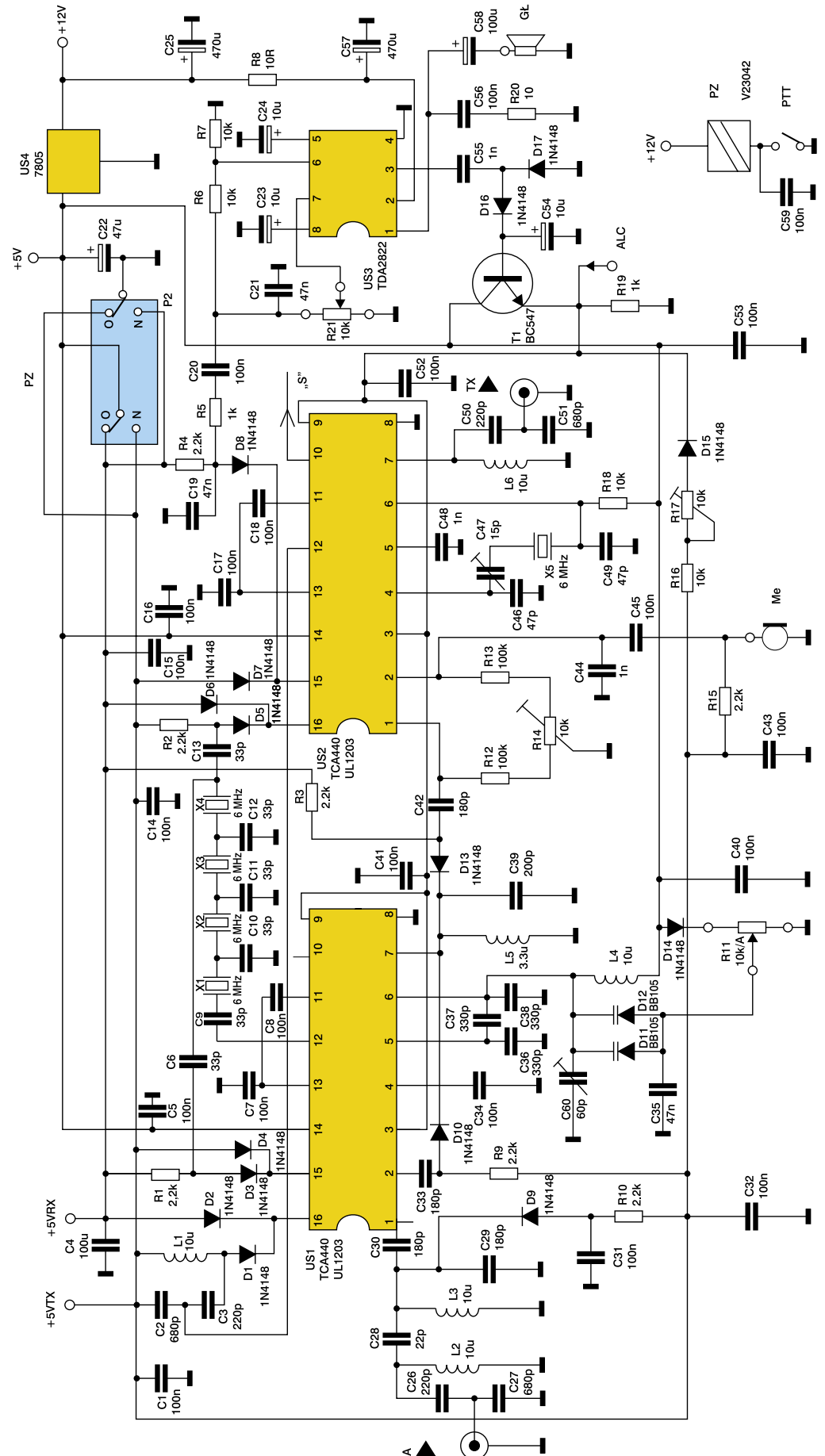
do p.cz., co jest niezbędne do odtworzenia właściwej wstęgi bocznej sygnału wejściowego.

W wyniku zmieszania sygnału p.cz. z sygnałem wewnętrznego generatora uzyskuje się na wyjściu 15 czytelny sygnał małej częstotliwości. Obciążeniem detektora jest rezystor R4 podłączony przez diodę D8 (układ jest zasilany poprzez kolejny klucz – diodę D6).

Wyjściowy sygnał m.cz. w zakresie 0,3 kHz do około 3 kHz (odfiltrowany poprzez R5, C20/C21) jest kierowany na potencjometr siły głosu R21, a następnie na jedno z wejść podwójnego wzmacniacza US3 typu TDA2822. Wzmocniony sygnał m.cz. jest doprowadzany do słuchawek lub głośnika. Drugi ze wzmacniaczy, wchodzący w skład struktury tego podwójnego wzmacniacza m.cz., jest wykorzystywany w układzie automatycznej regulacji wzmocnienia.

Warto dodać, że autor w początkowej fazie prób wykorzystał drugi wzmacniacz p.cz. układu US2 jako przedwzmacniacz m.cz. (na jego wyjściu był włączony detektor ARW), a jako końcowy wzmacniacz głośnikowy popularny układ LM386. Jednak później użyty, równie tani układ TDA2822 (8-nóżkowy, są w handlu także 16-nóżkowe) okazał się strzałem w dziesiątkę. Układ ten ma większą moc wyjściową m.cz. i znacznie większą dynamikę, co nie jest bez znaczenia, zwłaszcza przy słuchaniu na głośnik w hałaśliwym pomieszczeniu.

Na wyjściu wzmacniacza ARW znajduje się detektor pracujący w układzie podwajacza z diodami D17 i D16, skąd prąd stały poprzez wtórnik emiterowy z tranzystorem T1 steruje wejściem ARW (nóżki 9 i 3 układów US1 i US2). Jedyne elementy tego prostego wzmacniacza o mocy



Rys. 4. Schemat ideowy minitransceiwera

ok. 1 W są kondensatory odsprzęgające C23 i C24 oraz kondensatory separujące C55 i C56.

Wartości kondensatorów C55 i C54, mające zasadniczy wpływ na jakość działania automatycznej regulacji wzmocnienia, zostały dobrane tak, aby uzyskać dużą szybkość zadziałania ARW i wystarczające opóźnienie czasowe przy odbiorze sygnału SSB. Średni poziom sygnału ARW utrzymywał się na poziomie 300 mV (450 mV dla dużych sygnałów na wejściu antenowym i spadał nawet do poniżej 100 mV przy braku sygnału). Poziom zadziałania ARW zależy w dużej mierze od dzielnika rezystorowego R6...R7 (w rozwiązaniu modelowym wybrano dzielnik 1/2, który okazał się rozsądnym kompromisem).

Według danych aplikacyjnych do nóżki 10 (wyjście wzmacniacza ARW) można podłączyć poprzez potencjometr montażowy 10 kΩ mikroamperomierz o zakresie 200 μA (ze wskaźnika wysterowania magnetofonu), aby uzyskać wskaźnik siły odbieranego sygnału, czyli tak zwany

S-meter (autor nie prowadził skalowania takiego miernika w tym układzie).

Cały minitransceiver może być zasilany napięciem 12 V (13,8 V). Układ US4 (7805) stabilizuje napięcie zasilania 5 V i jest wykorzystywany do zasilania układów scalonych US1 i US2, a także układu polaryzacji tranzystorów w nadajniku (+5 V TX; na wszelki wypadek jest wprowadzone również +5 V RX).

Warto zwrócić uwagę, że wzmacniacz US3, w przeciwieństwie do wspomnianych wcześniej układów, jest zasilany cały czas napięciem 12 V. Przełączanie urządzenia z odbioru na nadawanie odbywa się poprzez zmianę napięcia zasilania +5 VRX/+5 VTX, co zrealizowano za pośrednictwem przekaźnika PZ zasilanego napięciem 12 V (przyciśnięcie przycisku PTT).

Oczywiście zamiast przycisku PTT można użyć od razu podwójnego przełącznika RX/TX zamocowanego na przedniej ścianie minitransceivera.

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

R E K L A M A

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1...R4, R9, R10, R15: 2,2 kΩ  
 R5, R19: 1 kΩ  
 R6, R7, R16, R18: 10 kΩ  
 R8, R20: 10 Ω  
 R12, R13: 100 kΩ  
 R11: 10 kΩ/A (potencjometr obrotowy najlepiej helitrim 10-zwojowy)  
 R14, R17: 10 kΩ (potencjometr montażowy)  
 P21: 10 kΩ/B (potencjometr obrotowy)

### Kondensatory

C1, C4, C5, C7, C8, C14...C18, C20, C31, C32, C34, C40, C41, C43, C45, C52, C53, C56, C59: 100 nF  
 C2, C27, C51: 680 pF  
 C3, C26, C50: 220 pF  
 C6, C9, C10...C13: 33 pF  
 C19, C21, C35: 47 nF  
 C22: 47 μF/16 V  
 C23, C24, C54: 10 μF/16 V  
 C25, C57: 470 μF/16 V  
 C28: 22 pF  
 C29, C30, C33, C42: 180 pF  
 C36, C37, C38: 330 pF  
 C39: 200 pF  
 C44, C48, C55: 1 nF  
 C46, C49: 47 pF  
 C47: 4,7 pF (trymer 15 pF)  
 C58: 100 μF/16 V  
 C60: 50 pF (trymer 60 pF)

### Półprzewodniki

US1, US2: UL1203  
 US3: TDA2822  
 US4: 7805  
 T1: BC547  
 D1...D10: 1N4148  
 D11, D12: BB 105  
 D13...D17: 1N4148  
 Cewki  
 L1...L4, L6: 10 μH (50 zwojów DNE 0,3 na rdzeniu T37-2)  
 L5: 3,3 μH (29 zwojów DNE 0,3 na rdzeniu T37-2)

### Inne

PZ: V23042 (przekaźnik na napięcie 12 V)  
 PTT: przełącznik  
 Gniazda Gł, St: jack stereo  
 Gniazdo A: UC1 (BNC)  
 Gniazdo zasilania  
 X1...X5: rezonatory kwarcowe 6 MHz

# Minitransceiver na pasmo 3,7 MHz TRX2008, część 2

## AVT-5127

*Kolejny układ radiowy skonstruowany na historycznych już scalakach nie jest próbą wyzbycia się zapasów magazynowych, lecz nowym podejściem do aplikacji w oparciu o wieloletnie doświadczenia w konstrukcjach krótkofalarskich.*

### Rekomendacje:

*patrząc na schemat ideowy transceivera można sądzić, że to konstrukcja raczej dla doświadczonych elektroników – krótkofalowców, ale zdaniem autora układ działa od pierwszego włączenia zasilania.*



### Nadawanie (TX)

Podczas nadawania (+TX=5 V, +RX=0 V) wyjście mieszacza US2 jest zablokowane napięciem 5 V poprzez diodę D7, a zasilanie US1 następuje przez diodę D4. Inaczej mówiąc, przerywana jest droga sygnału m.cz. na potencjometr siły głosu, a filtr kwarcowy jest odłączony od mieszacza odbiornika. Sygnał z mikrofonu elektretowego jest podany na wejście wzmacniacza US2 (nóżka 2). Dzięki temu, że sygnał jest skierowany na modulator poprzez wejściowy wzmacniacz, tor nadajnika został bardzo uproszczony. Na drugie wejście modulatora (identycznie, jak przy odbiorze) jest skierowany sygnał z generatora fali nośnej o częstotliwości około 6 MHz. Potencjometr R14 z dodatkowymi rezystorami ograniczającymi służy do zrównoważenia modulatora po stronie prądu stałego.

Z wyjścia modulatora sygnał DSB przez diodę D5 (rezystor R2) jest podawany na filtr kwarcowy i dalej na wzmacniacz US1 (identycznie, jak sygnał p.cz. odbiornika). Dzięki ustawieniu częstotliwości sygnału fali nośnej na górnym zboczach charakterystyki filtra kwarcowego SSB, w układzie jest formowana dolna wstęga boczna LSB.

Warto wiedzieć, że do zachwiania równowagi modulatora i wywołania pojawienia się fali nośnej na wyjściu

modulatora, np. podczas strojenia nadajnika, czy do ewentualnej pracy telegrafii CW, można układ zrównoważyć poprzez zmianę punktu pracy wejścia modulatora. W tym celu wystarczy przesunąć suwak w skrajne położenie, ewentualnie dołączyć do wejścia 21 lub 2 rezystor rzędu 47 kΩ, a drugi koniec do napięcia +5 V/TX lub do masy.

Sygnał LSB z wyjścia wzmacniacza, czyli obwodu L5–C39, jest podany poprzez klucz z diodą D10 na wejście wzmacniacza w.cz. układu US1 i dalej na mieszacz (dioda D13 nie jest aktywna dzięki dołączeniu rezystora polaryzującego R3 do masy). Dzięki temu, że na drugie wejście mieszacza dochodzi sygnał VFO (identyczny, jak przy odbiorze), a na wyjściu mieszacza poprzez diodę D1 jest włączony obwód rezonansowy z cewką L1, otrzymujemy sygnał SSB już w paśmie 80 m (różnica częstotliwości sygnału p.cz. minus częstotliwości sygnału VXO). Sygnał ten na wyjściu dzielnika C2...C3 może być skierowany do wzmacniacza liniowego nadajnika.

Niewykorzystana w tym momencie struktura wewnętrzna wzmacniacza p.cz. US2 kusiała, aby ją zagospodarować. Z tego też względu sygnał nadajnika jest odbierany z obwodu wyjściowego L6 i dopiero poprzez dzielnik dopasowujący C50...C51 jeszcze bar-

### PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 100x90 mm
- Napięcie zasilania: 12 V (13,8 V)
- Częstotliwość pracy: 3700...3750 kHz (z zapasem, zależy to głównie od zastosowanych elementów LC)
- Emisja: SSB–LSB
- Czulość odbiornika: 0,5  $\mu$ V (przy 10 dB S+N/N)
- Napięcie wyjściowe nadajnika: 1 V (maksymalna wartość przy modulacji)
- Tłumienie niepożądanego wstęgi bocznej: >40 dB
- Tłumienie fali nośnej: >40 dB

dziej wzmacniony sygnał jest skierowany na końcowy, zewnętrzny driver nadajnika.

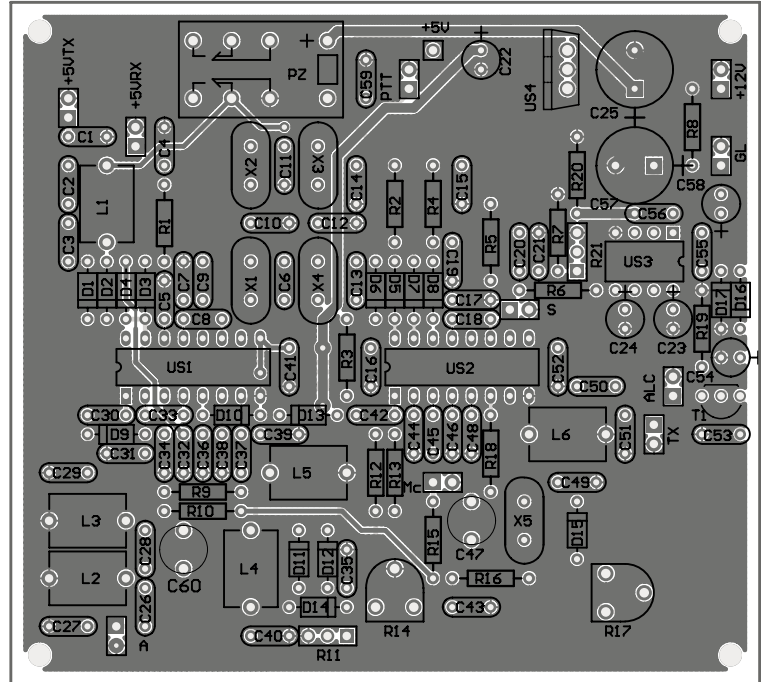
Poprawną pracę całego toru nadajnika (optymalne wzmacnienie) osiągnięto poprzez ustawienie właściwego poziomu napięcia podawanego na wejścia regulacyjne 9 i 3 za pomocą potencjometru R17 (poprzez diodę separującą D15 i rezystor ograniczający R16). W rozwiązaniu modelowym poziom tego napięcia wynosił ok. 300 mV (najlepsza jakość sygnału SSB, oczywiście przy rezygnacji z dodatkowego toru wzmacniacza w US2 poziom ten będzie niższy). Dalszego wzmacnienia sygnału nadajnika każdy może dokonać wedle własnego uznania i możliwości.

### Montaż i uruchomienie

Cały układ opisanego minitransceivera można zmontować z wykorzystaniem głównej płytki drukowanej AVT o wymiarach 90x100 mm. Na rys. 5 pokazano rozmieszczenie elementów, a na rys. 6 sposób dołączenia wzmacniacza oraz anteny. Sam układ montuje się szybko i sprawnie, ale pod warunkiem wcześniejszego przygotowania (ew. nawinięcia i sprawdzenia cewek do obwodów LC). Przy użyciu sprawdzonych elementów całość powinna wystartować zaraz po dołączeniu zasilania.

Jedyną czynnością, jaką trzeba będzie wykonać, jest korekcja zestrojenia generatora VFO. Do kontroli częstotliwości VFO można wykorzystać posiadany miernik częstotliwości, nawet taki z multimetru np. CHY21 (mierzy do około 4 MHz). Aby wysterować miernik wystarczy dołączyć go do nóżki 6 układu US1 poprzez kondensator o jak najmniejszej pojemności. Warto próbować już od wartości rzędu 10 pF, bowiem wskazania miernika będą zaniżane ze względu na wprowadzaną dodatkową pojemność do obwodu cewki L4 (brak separatora VFO). Chcąc podłączyć skalę częstotliwości (programowany miernik częstotliwości z wpisaną wartością p.c.z. 6 MHz) należy zwrócić uwagę, aby na wejściu był wtórnik emiterowy (lub źródłowy).

Jeżeli nie udaje się wykonać korekcji zestrojenia za pomocą trymera C60, to trzeba spróbować zmienić na początek wartość C28, ewentualnie skorygować cewkę L4. Chcąc zwiększyć zakres pracy, np. do całej szerokości pasma 80 m, wystarczy wymienić diodę pojemnościową



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce

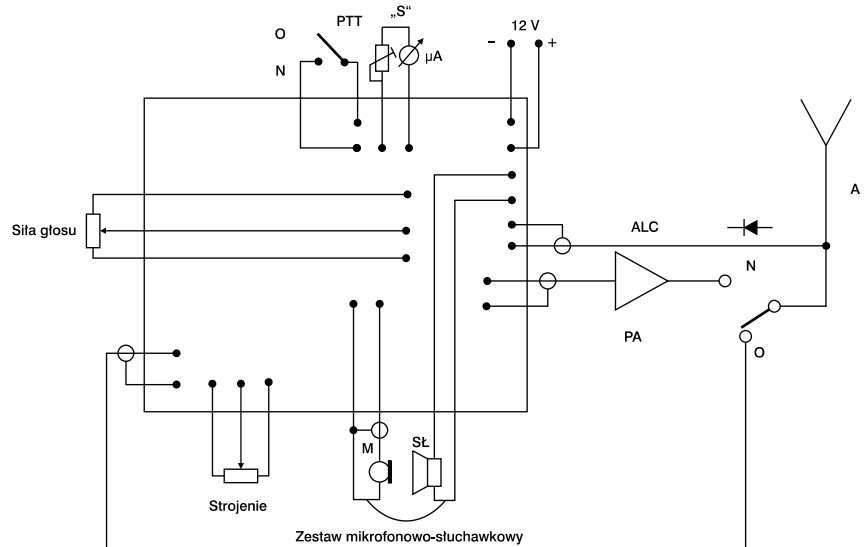
na diodę AM, np. typu BB112 (wystarczy jedna). Przy użyciu 4 tanich diod BB105 (po dwie zlutowane jedna nad drugą) można już uzyskać zakres przestrajania około 100 kHz.

Dobierając samodzielnie wartości elementów warto wiedzieć, że tak naprawdę poprawna praca urządzenia zależy właśnie od doboru elementów LC (podane wartości elementów należy traktować raczej jako orientacyjne i podczas uruchamiania mogą one ulec niewielkim zmianom).

Mając do dyspozycji generator sygnałowy wskazane jest sprawdzenie

nie czułości odbiornika i ewentualnie skorygowania wartości kondensatorów w filtrach w celu uzyskania największego sygnału wyjściowego w całym zakresie pasma.

Uruchomienie części nadawczej można rozpocząć dopiero po upewnieniu się, że odbiornik pracuje poprawnie. Jakość odbieranego sygnału zależy w dużej mierze od ustawienia częstotliwości sygnału BFO za pomocą trymera C47. Autor zastosował w miejsce trymera kondensator stały o wartości 4,7 pF uznając, że jest to optymalna wartość zarówno podczas odbioru, jak i nadawania.



Rys. 6. Schemat montażowy ilustrujący sposób dołączenia wzmacniacza oraz anteny

Na jakość odbioru ma także wpływ charakterystyka pracy układu ARW. Dobierając wartości kondensatorów C55 i C54 można wpływać na szybkość zadziałania ARW i opóźnienie czasowe (warto poeksperymentować i indywidualnie dobrać te stałe czasowe w zależności od potrzeb czy upodobań).

Podczas prób z nienajlepszymi antenami jakość pracy odbiornika przeszła najśmielsze oczekiwania autora. Czułość była o wiele lepsza, niż wcześniej opisywanego Juniora, nie mówiąc o komforcie odbioru z bardzo skuteczną automatyczną regulacją wzmocnienia.

Do współpracy z opisanym urządzeniem można wykorzystać dowolny mikrofon elektretowy wyposażony w przycisk PTT (o ile decydujemy się na przekaźnik PZ). Z dobrym skutkiem można polecić słuchawki zespolone z mikrofonem elektretowym. Jeżeli na przewodzie zestawu mikrofono-słuchawkowego znajduje się regulator głośności, to układ można jeszcze uprościć i zrezygnować z potencjometru siły głosu. Korzystnie jest wtedy użyć na wejściu odbiornika dodatkowy tłumik w.c.z., np. w postaci potencjometru 1 kΩ, którym będzie można zmniejszyć poziom silnego sygnału lokalnej stacji od sąsiada-krótkofalowca.

Do kontroli pracy nadajnika w warunkach amatorskich najlepiej jest użyć sprawnego odbiornika na pasmo 80 m (połączyć z wyjściem nadajnika z wejściem antenowym za pomocą kondensatora o jak najmniejszej pojemności, na początek może być 10 pF) i poprzez mówienie do mikrofonu normalnym głosem ustawić optymalne wzmocnienie toru nadajnika potencjometrem R17 (ew. skorygować rezystor ograniczający R16). Z kolei po wyłączeniu mikrofonu (wyjęciu z gniazda) za pomocą ustawienia suwaka potencjometru R14 (ew. dobraniu dodatkowych rezystorów ograniczających) należy zrównoważyć modulator na minimum fali nośnej odbieranej na dodatkowym odbiorniku. Po zrównoważeniu modulatora należy włożyć wtyczkę od mikrofonu i jeszcze raz sprawdzić i ew. skorygować potencjometr R17 na najlepszą jakość wyjściowego sygnału SSB. Oczywiście jakość nadawanego sygnału zależy w dużej mierze od ustawienia częstotliwości sygnału fali nośnej i warto sprawdzić, jak będzie wyglądał sygnał w innym ustawieniu trymera C47.

Autor nie chce narzucać konkretnego układu wzmacniacza sygnału nadajnika, bowiem każdy z nich będzie dobry, o ile będzie pracował liniowo, bez podwzbudzeń, i będzie miał na wyjściu dodatkowy filtr dolnoprzepustowy.

Najprostszy liniowy wzmacniacz na pasmo 80 m, zapewniający moc do około 10 W, można wykonać z użyciem tranzystorów typu BS170 i IRF520 (zbliżony do układu Juniora opisanego w EP 2/07 strona 18). Napięcie +5 V TX będzie w każdym rozwiązaniu przydatne do uruchomienia wzmacniacza poprzez polaryzację bramek (baz) tranzystorów mocy.

Podczas pracy ze wzmacniaczem wskazane jest wykorzystanie możliwości pracy automatycznego wysteroowania (ograniczenia mocy nadajnika), czyli ALC. W tym celu należy odłączyć rezystor R16 od napięcia zasilania i na ten obwód skierować sygnał pobrany z obwodu antenowego (sygnał DC o wartości od 0 do około 0,7 V, oczywiście po detekcji w.c.z.). Chodzi o to, aby nadmierny wzrost sygnału w.c.z. na wyjściu nadajnika spowodował zmniejszenie wysteroowania toru nadajnika (zmniejszenie zniekształceń, a także ochronę stopnia mocy przed ew. uszkodzeniem).

Płytką powinna być zamknięta w obudowie, najlepiej metalowej, i odpowiednio większej ze względu na konieczność współpracy ze wspomnianym wzmacniaczem nadajnika. Na płycie czołowej należy zamocować potencjometr strojenia i potencjometr siły głosu oraz przełącznik RX/TX. Na tylnej płycie można zamontować gniazdo antenowe BNC lub UC1, gniazda lub wyjście przewodu zasilania oraz dwa gniazda mini Jack Stereo do zestawu słuchawkowo-mikrofonowego.

Jeśli chodzi o zmianę pasma na inne niż 80 m, to nic nie stoi na przeszkodzie, aby bardziej doświadczeni konstruktorzy wykonali minitransceiver na wyższe pasmo. Stosunkowo łatwo jest uzyskać drugie popularne pasmo 40 m. W tym celu w filtrze można użyć łatwo dostępnych rezonatorów kwarcowych 5 MHz (cztery w filtrze kwarcowym i jeden taki sam w układzie BFO + szeregowo dławik 10 μH), zaś układ VFO zestroić tak, aby pracował w zakresie 2...2,1 MHz. Kondensator C39 dla rezonansu na 5 MHz będzie miał wartość około 200 pF.

Łatwo zauważyć, że w celu uzyskania zakresu 40 m (7,0...7,1 MHz)

można też użyć w filtrze również łątwo dostępnych rezonatorów 10 MHz i wtedy zmniejszyć pojemności w VFO, aby uzyskać zakres 2,9...3 MHz (w szereg z X5 pozostaje trymer). Nie należy także zapomnieć o przestrojeniu wejściowego obwodu antenowego. W najprostszym przypadku obwód dla zakresu 40 m może składać się z cewki o wartości 3,3 μH oraz kondensatora 150 pF (rezonans w okolicy 7 MHz). Trzeba zaznaczyć, że użycie dławików w rozwiązaniu modelowym było podyktowane chęcią maksymalnego uproszczenia konstrukcji, a także obniżenia ceny. Na płycie celowo pozostawiono więcej miejsca wokół wszystkich cewek w celu zaadaptowania uzwojeń na toroidalnych rdzeniach ferrytowych. Na przykład dla dostępnych w AVT rdzeni typu T37-2 (koloru czerwonego; AL=4, wymiary: 9,53x5,21x3,25 mm) należy nawinąć podane w wykazie elementów liczby zwojów.

Jeśli chodzi o inne pasma, to bardziej doświadczeni konstruktorzy nie powinni mieć kłopotów, aby dobrać właściwe wartości elementów LC dla uzyskania potrzebnego rezonansu obwodu. Przy eksperymentowaniu z innymi zakresami pamiętajmy, że nie należy kurczowo trzymać się podanych wartości rezonatorów kwarcowych (dostępne programy komputerowe umożliwią z pewnością bardziej doświadczonym elektronikom również na optymalne dobranie wartości kondensatorów w filtrze drabinkowym).

Oczywiście przy wyższych częstotliwościach pracy najlepsze efekty, jeśli chodzi o stabilność częstotliwości, można uzyskać poprzez zastąpienie generatora VFO zewnętrznym układem DDS. W tym celu należy usunąć kondensatory sprzężenia zwrotnego, czyli wylutować C36 oraz C37, a sygnał z wyjścia układu DDS (ew. innego stabilnego generatora) podać poprzez kondensator na nóżkę 5 układu scalonego US1 (np. poprzez C36 odłączony od masy). Wskazane jest zablokowanie zasilania nóżki 6 kondensatorem o większej wartości (C28 zwiększyć do 100 nF). Oczywiście diody D11, D12 oraz D14, a także kondensator C35 i potencjometr R11 są wtedy zbędne. Użycie układu DDS z wyświetlaczem wyeliminuje także skalę cyfrową do odczytu częstotliwości pracy transceivera.

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