

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 zboczku 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 μ 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.

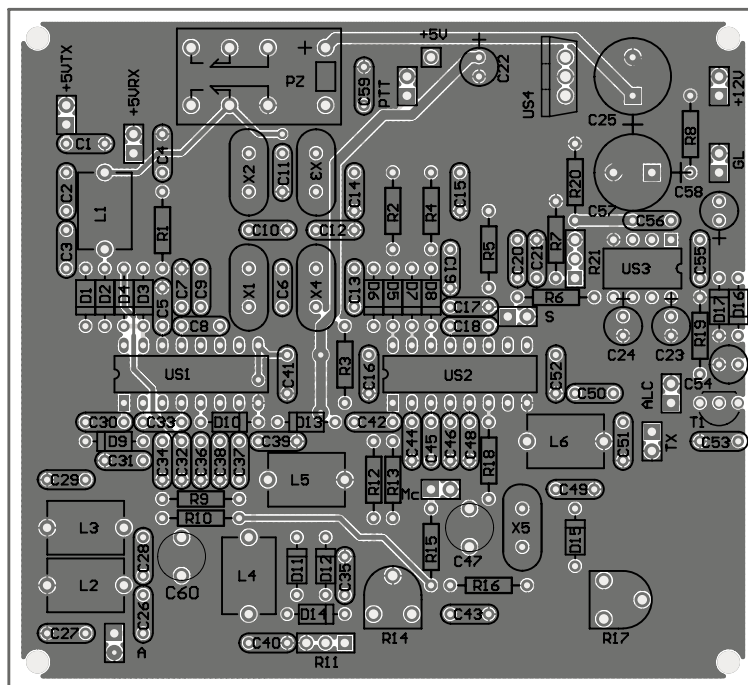
Poprawną pracę całego toru nadajnika (optymalne wzmacnienie) osiągnięto poprzez ustawienie właściwego poziomu napięcia podawanego na wejścia regulacyjne 9 i 3 za pomocą potencjometru R17 (poprzez diodę separującą D15 i rezystor ograniczający R16). W rozwiązaniu modelowym poziom tego napięcia wynosił 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

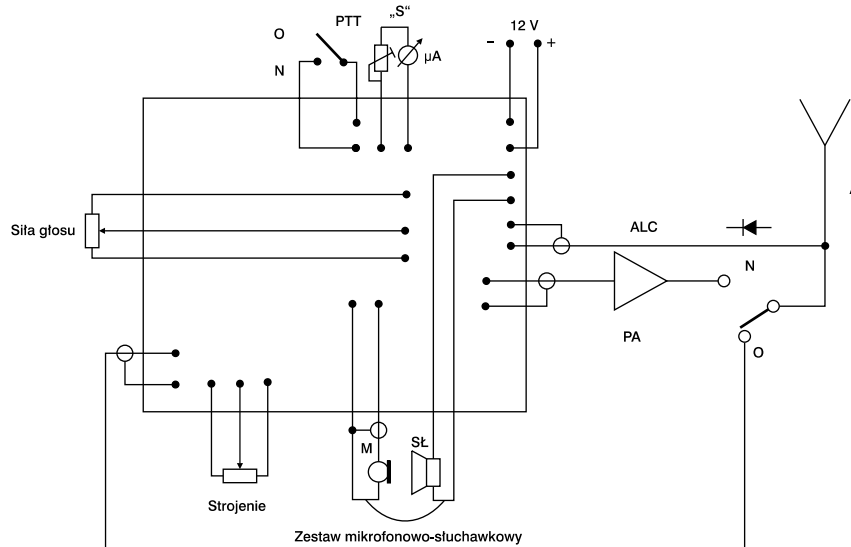
na diodę AM, np. typu BB112 (wystarczy jedna). Przy użyciu 4 tanich diod BB105 (po dwie zlutowane jedna nad drugą) można już uzyskać zakres przestrajania około 100 kHz.

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 równie łatwo 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