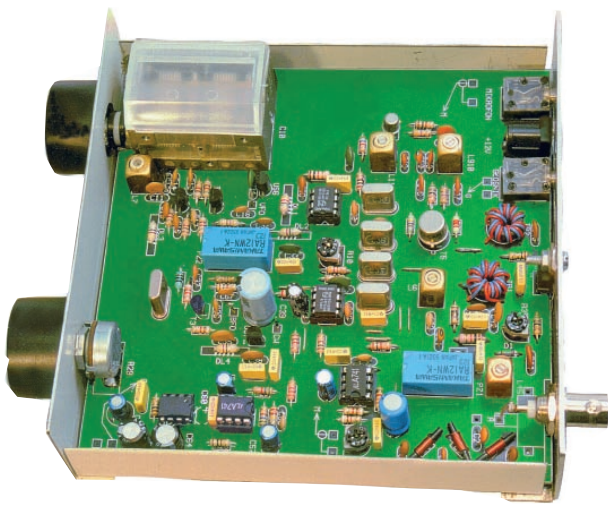




Transceivery SSB

część 3



Montaż i uruchomienie

Bardzo ważnym elementem konstrukcji jest obudowa, która pełni kilka funkcji, a m.in., oprócz ekranu od pól w.cz. (eliminuje możliwość zakłóceń odbioru oraz nadawania), usztywnia całą konstrukcję zmniejszając niestabilność VFO oraz umożliwia przykręcenie do tylnej ścianki - za pośrednictwem podkładki mikowej - tranzystora T6.

W pierwszym urządzeniu modelowym została wykorzystana fabryczna obudowa metalowa o oznaczeniu T31 (dostępna m.in. w sieci handlowej AVT), charakteryzująca się wymiarami zewnętrznymi 140x140x40mm. Wymagała ona nieco przeróbek polegających m.in. na obcięciu wewnętrznych zagięć montażowych, wywierceniu w przedniej płytce otworu na oś kondensatora zmiennego o średnicy około 15mm oraz drugiego otworu o średnicy 6mm na oś potencjometru siły głosu. Na istniejącej oś kondensatora zmiennego o średnicy 4mm wklejono tulejkę zwiększającą średnicę osi do typowych wymiarów 6mm (oczywiście nie jest to konieczne przy zastosowaniu odpowiedniego pokrętła).

Tylna płytka obudowy została wymieniona na aluminiową (przez wygięcie kawałka blachy o grubości 2mm), która łatwiej odprowadza ciepło z tranzystora końcowego niż pierwotna blacha z niepotrzebnym otworem i w dodatku malowana farbą. Sposób wykonania niezbędnych otworów do zamocowania tranzystora T6 oraz pod gniazda: antenowe, mikrofonowe, zasilania i głośnikowe przedstawiono na rysunku 3.

Dla tych, którym nie obce są konstrukcje mechaniczne z blachy, autor poleca własnoręczne wykonanie obudowy, która będzie bardziej funkcjonalna od fabrycznej T31 (pokazano także na rysunku 3). Będzie ona przede wszystkim zapewniała bezpośredni dostęp do punktów lutowniczych płytki drukowanej oraz przez to, że jest nieco głębsza od T31, umożliwi łatwe zamontowanie skali cyfrowej, którą przewidujemy opisać niebawem. Proponowana obudowa będzie składała się z dwóch pokryw (górnej i identycznej dolnej) wygiętych z dwóch kawałków blachy aluminiowej o grubości co najmniej 1mm w kształt „U” oraz ramki

mocującej opasującej płytkę drukowaną wygiętej z paska blachy ocynkowanej (ze względu na możliwość łatwego lutowania) również o grubość 1mm. Płytkę przednią może być wykonana niekoniecznie z blachy, równie dobrze może być z paska laminatu oklejonego np. folią czy przykrytego płytką pleksiglasu.

Jak już wspomniano, większość elementów indukcyjnych można wykorzystać gotowych. Cewki L1...L3 to typowe dławiki o indukcyjności 2,2μH (można nawinąć własnoręcznie po 14 zwojów DNE 0,3 na rdzeniu ferrytowym o średnicy 2mm). Oczywiście po nawinięciu należy skontrolować i ewentualnie skorygować indukcyjność, bo zależy ona zarówno od liczby zwojów jak i przenikalności magnetycznej zastosowanego rdzenia ferrytowego (liczby AL). Zamiast dławików D11...D14 (gotowe przypominające wyglądem rezystory) można nawinąć po około 30 zwojów DNE 0,1 na rdzeniach ferrytowych o średnicach 2mm lub, w ostateczności, zastosować rezystory o wartości około 10 Ohm.

Bifilarne transformatory w.cz. TR1 i TR2 w rozwiązaniu modelowym zawierały po 10 zwojów drutu DNE 0,3 nawiniętych równocześnie dwoma przewodami w izolacji igelitowej tak zwaną „krosówką” na rdzeniach toroidalnych o średnicach zewnętrznych 10mm z materiału U32. Uzwojenia w każdym transformatorze są połączone w szereg przy zachowaniu jednakowego kierunku nawinięcia (początek pierwszego uzwojenia łączymy z końcem drugiego uzwojenia).

Zamiast cewek filtrów 7x7 o numerach 127 można dobrać inne typy filtrów o indukcyjności w granicach 10μH i skorygować

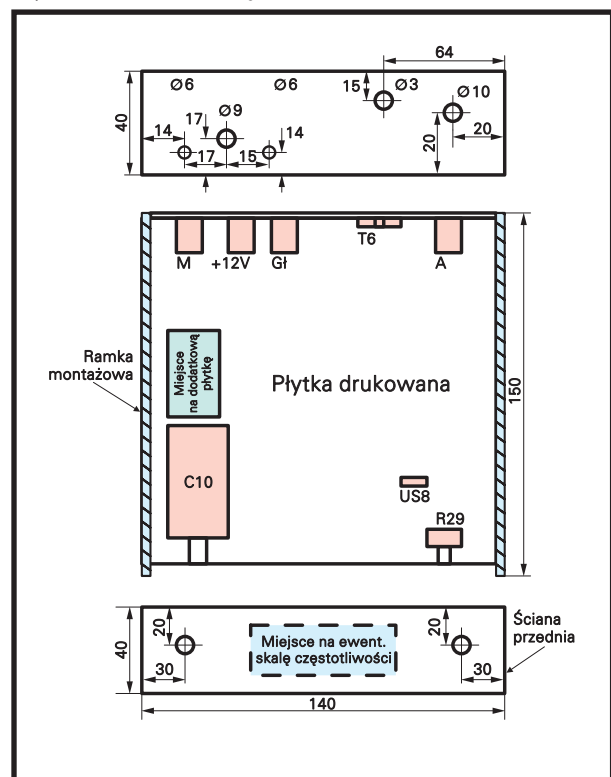
pojemności kondensatorów, bądź przewinąć inne filtry 7x7 nawijając uzwojenia cewek L5, L6, L11, L10 po 34 zwoje DNE 0,1, zaś L4 i L9 po 4 zwoje takiego samego przewodu. Podobnie można postąpić z cewką L7 o symbolu 204 (indukcyjność około 1,4μH) lub nawinąć na innym korpusie filtru 7x7 około 10 zwojów DNE 0,2.

Indukcyjność cewki L8 powinna być taka, aby powodowała obniżenie częstotliwości rezonatora kwarcowego BFO o około 200Hz. W rozwiązaniu modelowym był zastosowany typowy dławik o indukcyjności 10μH.

Cały układ minitransceivera zamontowano na płytce drukowanej o wymiarach 135x135mm, przedstawionej we wkładce. Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na rysunku 4.

Montując układ nie należy przeoczyć wielu zworek oraz poprowadzenia dodatkowym przewodem ekranowanym sygnałów

Rys. 3. Obudowa urządzenia



Projekty AVT

do gniazdek: głośnikowego oraz mikrofonowego, których zastosowanie wynikało z chęci wyeliminowania płytki dwustronnej.

Samo uruchomienie układu nie odbiega od sposobu uruchomienia innych opisywanych transceiverów SSB. Choć urządzenie zostało tak zaprojektowane, aby po wstawieniu wszystkich elementów w zasadzie nie trzeba było dokonywać skomplikowanych czynności strojeniuowych, to jednak przedstawione w dalszej części opisu czynności są niezbędne do prawidłowej pracy układu.

Spośród czynności wstępnych przed właściwym uruchomieniem urządzenia należy wspomnieć o zaopatrzeniu się w zasilacz stabilizowany 12V max 13,8V (najlepiej z ogranicznikiem prądowym rzędu 1A) zakończony odpowiednim wtykiem (nie pomylić biegunów zasilania), głośnik np. GD6/0,5W lub dowolne słuchawki zakończone wtykiem, a także mikrofon dynamiczny z przyciskiem PTT, zakończonym także właściwym wtykiem.

Warto w tym miejscu dodać, że do współpracy z opisanym urządzeniem autor wykorzystał również własnoręcznie wykonany mikrofon. Choć można tutaj spróbować zastosować dostępny fabryczny mikrofon dynamiczny z przyciskiem (wyłącznikiem) lub elektretowy (po dołączeniu napięcia zasilającego poprzez rezystor rzędu 10kΩ to sądzić należy, że będą czytelniczy, którzy nie mają dostępu do mikrofonu i będą chcieli sami go wykonać.

Schemat połączeń mikrofonu przedstawiono na rysunku 5. Z dobrym rezultatem można tutaj wykorzystać dostępne wkładki telefoniczne z serii W... W rozwiązaniu modelowym autor zastosował nową dynamiczną wkładkę telefoniczną typu WSN 88 produkcji TONSIL z Wrześni oraz przypadkowy przycisk przykręcany nakrętką. Jako obudowę mikrofonu wykorzystano pudełko plastikowe oznaczone symbolem producenta ZXXIV o wymiarach zewnętrznych 67x47x24mm.

Wracając jednak do konkretnych czynności uruchomieniowych, w pierwszej kolejności należy sprawdzić wartości napięć zasilających, poziomy sygnałów i wartości częstotliwości generatorów. Do tego celu m.in. zastosowano kondensatory C18 oraz C67 z opisanymi punktami VFO i BFO.

Do punktów tych można podłączyć oscyloskop (do obserwacji, czy kształt wyjściowy sygnału jest jak najbardziej zbliżony do sinusoidy) oraz cyfrowy miernik częstotliwości.

Poziomy sygnałów doprowadzonych do nóżek 6 układów scalonych US2 i US3 powinny być zbliżone do zalecanych wartości aplikacyjnych 300mV (ew. regulacja poprzez korekcję dzielników rezystorowych R17/R18 i R19/R20). Układ BFO powinien pracować od razu poprawnie zapewniając

częstotliwość BFO o wartości zbliżonej do 5,9998MHz. Trochę czasu wymaga ustawienie częstotliwości VFO. Przy wykręconym rotorze kondensatora zmiennego C10 ustawiamy rdzeń w cewce L7 w taki sposób, aby miernik częstotliwości wskazał częstotliwość zbliżoną do 3,8MHz. Następnie, przy wkręconym rotorze, częstotliwość powinna obniżyć się i osiągnąć w skrajnym położeniu 3,5MHz. Korekcję tę przeprowadza się poprzez dobranie wartości C13 oraz przez rozginanie bądź doginanie płytek rotora kondensatora zmiennego. Warto pamiętać, szczególnie przy uruchamianiu układu na inny podzakres KF, że istnieje możliwość zwiększenia zakresu przestrajania VFO także poprzez równoległe dołączenie wolnej sekcji kondensatora 14pF (za pośrednictwem dolutowania od strony miedzi kawałka srebrzanki). Poprzez kilkukrotną korekcję L7 oraz kondensatorów z pewnością nastąpi taki moment, kiedy w dwóch skrajnych położeniach gałki strojenia osiągniemy krańcowe wartości częstotliwości 9,5 oraz 9,8MHz, co kończy wstępną pracę z VFO (wstępną bo pozostanie jeszcze ewentualne dobieranie kondensatorów pod względem współczynników temperaturowych w przypadku zauważenia zbyt dużego płynięcia częstotliwości).

Po dołączeniu do wejścia antenowego generatora na zakres 3,5MHz (lub już konkretnej anteny) pozostanie dostrojenie obwodów wejściowych (ustawienie rdzeni w cewkach L5 i L6) na najsilniejszy sygnał w głośniku.

Przed załączeniem nadajnika wskazane byłoby podanie napięcia 12V tylko na stopnie nadajnika celem skorygowania punktów pracy tranzystorów.

Prądy spoczynkowe można zmierzyć za pomocą woltomierza dołączanego do rezystorów i zastosować prawo Ohma. W rozwiązaniu modelowym osiągnięto następujące napięcia: R41 - 0,9V, R36 - 1,4V, R31 - 0,15V. Oczywiście nie są to wartości, które za wszelką cenę należy starać się uzyskać, bo przy innych tranzystorach i w innym układzie może być inaczej. Należy kierować się raczej zdrowym rozsądkiem i własnym doświadczeniem.

Po uruchomieniu nadajnika przyciskiem PTT i skontrolowaniu przełączania sygnałów VFO i BFO oraz ewentualnym skorygowaniu punktów pracy, należy zestroić filtr dwuobwodowy. W tym celu ustawia-

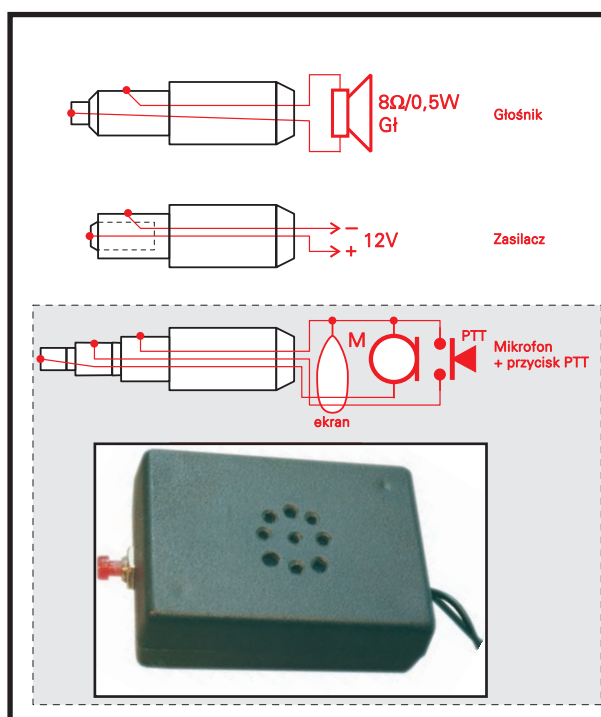
my suwak potencjometru R10 w skrajne położenie i tak ustawiamy rdzenie w cewkach L10 i L11, aby uzyskać na sztucznym obciążeniu 50 Ohm maksymalny sygnał wejściowy. Jeżeli będziemy wykorzystywali do tego oscyloskop, to od razu skontrolujemy, czy sygnał jest jak najbardziej zbliżony do sinusoidy. Dołączony miernik częstotliwości powinien wskazać wartość z przedziału 3,5 do 3,8MHz. Strojenie najlepiej jest przeprowadzić w okolicy środka zakresu, np. na 3,7MHz. Można przy okazji skorygować zestawienie VFO (rdzeniem L7) i nanieść obok pokrętła strojenia co najmniej dwa znaczniki częstotliwości. Jako sztuczne obciążenie można wykorzystać rezystor 51 Ohm/2W (lub kilka równoległe połączonych, np. 2 sztuki po 100 Ohm/1W).

Następnie równoważymy modulator poprzez sprowadzenie suwaka potencjometru w takie położenie (okolice środka zakresu), aby na wyjściu uzyskać jak najmniejszy poziom sygnału (ideałem byłoby zero). W przypadku zwarcia punktu CW do masy znów powinna pojawić się fala nośna.

Urządzenie modelowe nie było przystosowane do pracy telegraficznej, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby wyprowadzić punkt CW poprzez dodatkowe gniazdko, które będzie służyło do bezpośredniego podłączenia klucza telegraficznego lub - lepiej - poprzez specjalny układ BK, który będzie jednocześnie zwracał punkt PTT i wejście mikrofonowe do masy.

Jeżeli opisane powyżej czynności wypadły pomyślnie, pozostaje jeszcze dobrać poziom sygnału z mikrofonu za pośrednictwem potencjometru R1 tak, aby uzyskać maksymalny poziom SSB bez zniekształ-

Rys. 5. Schemat połączeń mikrofonu



ceń wynikających z przesterowania modulatora. Jakość sygnału można łatwo skontrolować poprzez odbiornik z krótką anteną (np. kilkadziesiąt cm przewodu) ustawiony w pobliżu wyjścia antenowego minitransceivera.

Po upewnieniu się, że na wyjściu otrzymaliśmy prawidłowy sygnał SSB, czyli czytelny z maksymalnie wytłumioną nośną i górną wstęgą boczną, dopiero teraz możemy dołączyć antenę i jeszcze raz skontrolować, czy jakość sygnału nie uległa pogorszeniu i czy przypadkiem nie nastąpiło wzbudzenie wzmacniacza nadajnika.

Wypada sprawdzić temperaturę tranzystorów i jeżeli będzie zbyt wysoka, prowadząca nieuchronnie do zniszczenia podczas dłuższej pracy, to jest to kolejnym sygnałem, że należy sprawdzić ustawienie prądu spoczynkowego, a następnie zapewnić lepsze chłodzenie poprzez dodatkowy radiator, np. z blachy. W układzie modelowym poziom sygnału wyjściowego nadajnika dochodził do wartości 15V przy temperaturze obudów tranzystorów T4...T6 umożliwiających jeszcze dotknięcie palcem.

Wynik testów

Opisany minitransceiver Antek był poddany próbom w łączności przez kilku licencjonowanych krótkofalowców. Testowane urządzenie współpracowało z anteną dipol 2x19,5m oraz antenami wielopasmowymi W3DZZ i G5RV, a także z odcinkiem drutu o długości 10m rozwieszzonego w mieszkaniu (tylko podczas odbioru). Do zasilania używano zarówno akumulatora samochodowego 12V jak i zasilacza stabilizowanego 13,8V. Zaliczono na nim kilkadziesiąt łączności ze wszystkimi okręgami SP z raportami od 54 do 59.

Odbiornik spisywał się całkiem dobrze, biorąc pod uwagę jeszcze niezbyt dobre warunki propagacyjne, zaś jakość nadawanego sygnału była nienaganna, oczywiście uwzględniając moc QRP. Do wyjścia urządzenia podczas prób w zawodach był podłączany dodatkowy wzmacniacz liniowy, celem uzyskania większej mocy wyjściowej zgodnie z posiadaną licencją.

Zasadniczą wadą urządzenia zmontowanego z podzespołów AVT była niewystarczająca stabilność częstotliwości VFO, która dała się zauważyć szczególnie podczas dłuższych pogawędek na pasmie 80m (podczas krótkich rozmów oraz zawodów nie było to przeszkodą). Oczywiście kilkogodzinna „zabawa” z VFO polegająca na wymianie kondensatorów na inne, o różnych współczynnikach temperaturowych (wzajemnie się kompensujących), jakie znalazły się w szufladzie autora, doprowadziła do stabilności rzędu 200Hz.

Oto podstawowe parametry modelowego minitransceivera ANTEK:

- częstotliwość pracy: 3,5 - 3,8MHz

- emisja: SSB-LSB (CW)
- czułość odbiornika: 0,5uV (przy 10dB S+N/N)
- moc wyjściowa nadajnika: 2W
- tłumienie niepożądanego wstęgi bocznej: >40dB
- tłumienie fali nośnej: >40dB
- napięcie zasilania: 12V (13,8V)
- wymiary obudowy: 140x140x40mm

Możliwości rozbudowy i eksperymentów

Po pierwsze nie należy kurczowo trzymać się zastosowanych wartości rezonatorów 6,0MHz. Sądzić należy, że przy zastosowaniu dostępnych rezonatorów w granicach 4,43... 8,86MHz także można z powodzeniem uruchomić minitransceiver (oczywiście po zmieniieniu odpowiednio wartości generatora VFO). Jednym z warunków użycia innej wartości p.cz. powinna być analiza niepożądanych składowych wyjściowych sygnału a także brak lokalnej stacji broadcastingowej pracującej na częstotliwości p.cz. lub w jej pobliżu, mogącej „wchodzić” na odbiornik. Wcześniej autor uruchamiał z zadawalającym rezultatem podobne układy na pasmo 80 i 20m z rezonatorami 5MHz.

Ze względu na wykorzystane układy scalone NE612 urządzenie można przystosować praktycznie do wszystkich podzakresów KF, łącznie z pasmem 10m czy CB. W tych ostatnich przypadkach najlepiej byłoby użyć rezonatorów kwarcowych o wartości rzędu 20MHz.

Jeżeli ktoś myśli o uruchomieniu minitransceivera na pasmo 6m, to warto spróbować zastosować rezonatory o wartości około 40MHz, oczywiście po zmniejszeniu wartości współpracujących kondensatorów w filtrze do 15pF i zmodyfikowaniu układu BFO. Proponowana duża wartość p.cz. będzie korzystna nie tylko ze względu na minimalizację niepożądanych produktów odbiornika i nadajnika, ale także ze względu na stabilność VFO. W tych ostatnich przypadkach można nie zmieniać układu VFO, ponieważ potrzebną wartość VFO łatwo osiągnąć poprzez korekcję położenia rdzenia w cewce L7. Oczywiście pozostałe obwody LC oraz tranzystory wzmacniacza powinny być dobrane do pasma.

Sądzić należy, że podczas odwzorowywania opisanego układu z zastosowaniem przypadkowych kondensatorów i tranzystorów, będzie występował efekt płynięcia generatora. Z tego względu autor zachęca do eksperymentów z zastosowaniem różnych typów kondensatorów (szczególnie C13 i C14), które powinny doprowadzić do zadowalającej stabilności. Można przewidzieć także, że wymiana tranzystorów T1 i T2 na polowe, np. typu BF245, (po usunięciu R12 i R16) też powinna wpłynąć pozytywnie na stabilność. Oczywiście wszystkie te zabiegi

Wykaz elementów:

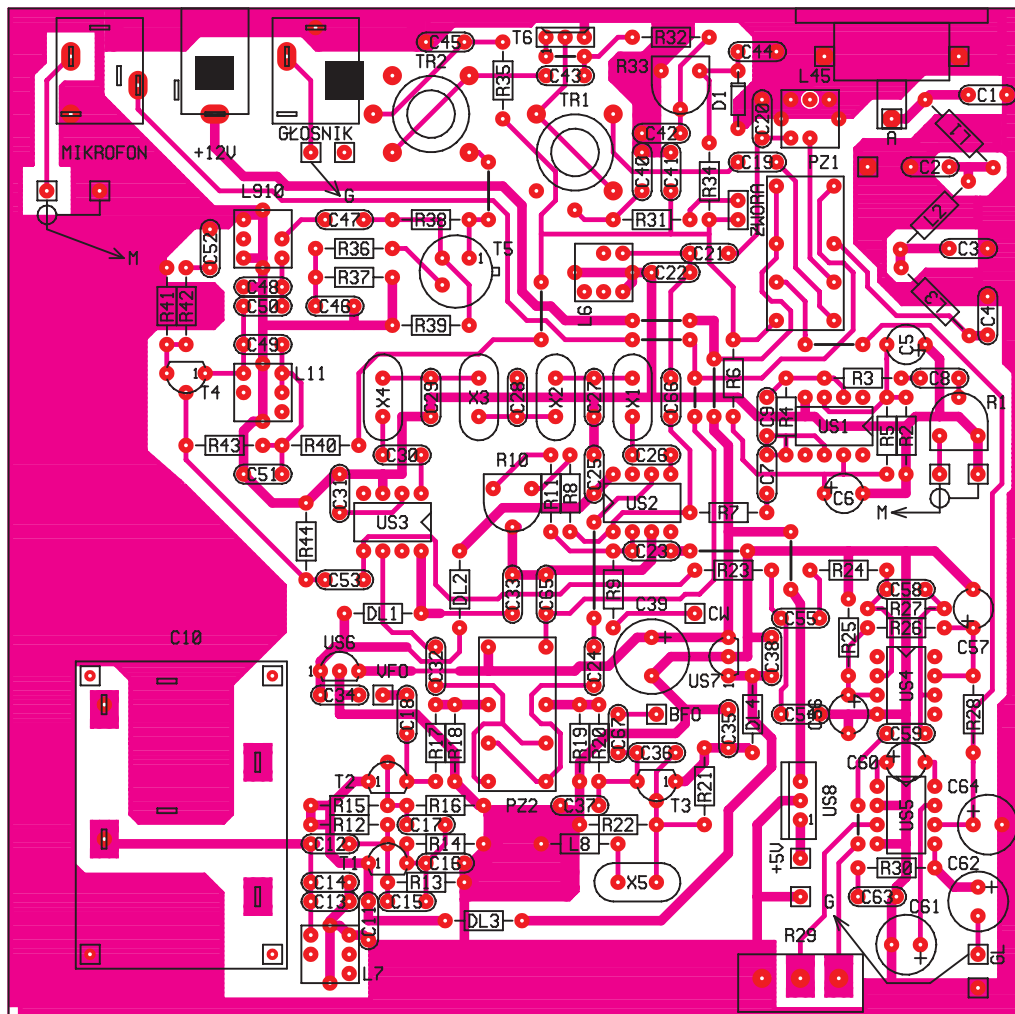
Kondensatory:
 C1, C4: 750pF
 C2, C3: 1,5nF
 C5, C6, C56, C57, C61, C64: 10µF
 C7, C8, C11, C19, C23, C25, C31, C33, C34, C35, C38, C40, C41, C42, C43, C44, C45, C46, C48, C51, C52, C55, C59, C63, C65, C66: 100nF
 C9: 330pF
 C10: 14,7pF (jedna sekcja kondensatora zmiennego ELTRA z przekładnią 3:1; 2x253pF, 2x14,7pF)
 C12, C14: 150pF
 C13, C17: 47pF
 C15, C16, C24, C32, C36, C37: 220pF
 C18, C53, C67: 1nF
 C20, C22, C48, C49: 100pF
 C21, C50: 22pF
 C26, C27, C28, C29, C30: 33pF
 C39: 470µF...1000µF
 C54: 68nF
 C58: 560pF
 C60*: 10nF...10µF
 C62: 100µF

Rezystory:
 R1, R10, R33: 4,7kΩ PR
 R2, R5, R25, R26: 10k
 R3: 4,7kΩ
 R4: 390kΩ
 R6, R28, R32, R40, R41: 100Ω
 R7, R23: 1kΩ
 R8, R11: 51kΩ
 R9, R12, R13, R15, R16, R21, R22: 22kΩ
 R14, R20, R24, R44: 1kΩ
 R17, R18: 470Ω
 R19: 220Ω
 R27: 240kΩ
 R29: 47kΩ/B potencjometr obrotowy
 R30, R35, R42: 10Ω
 R34: 620Ω
 R36: 4,7Ω
 R37: 51Ω
 R38: 2,4kΩ
 R39: 430Ω
 R43: 6,2kΩ

Półprzewodniki:
 US1, US4: 741
 US2, US3: NE612
 US5: LM386
 US6: 78L05
 US7: 78L09
 US8*: 7805

Inne:
 A: BNC lub UC1 (gniazdo antenowe)
 D1: 5V1 (dioda Zenera)
 D11, D12, D13, D14: 47...470µH (dławiki)
 G1: gniazdo głośnikowe
 L1, L2, L3: 2,2µH (dławiki na prętach ferrytowych)
 L4/L5, L6, L9/L10, L11: 127 (cewki 7x7)
 L7: 204 (cewka 7x7)
 L8: 10µH (dławik)
 M: gniazdo mikrofonu
 PZ1, PZ2: RA12WN-K (przekładniki na 12V)
 X1, X2, X3, X4, X5: 6,000MHz (rezonatory kwarcowe)
 Z: gniazdo zasilające
 Podstawki: pin 8 - 5 szt.
 Pokrętła: 2 szt. na oś o średnicy 6mm
 Obudowa* T31

* nie wchodzi w skład kitu



Rys. 4. Schemat montażowy

będą miały sens, kiedy zastosowany kondensator zmienny C10 nie będzie miał zbyt dużych luzów na zębatkach. Być może znajdą się tacy, którzy zastosują zamiast C10 diodę pojemnościową i potencjometr wieloobrotowy do strojenia.

Następnym krokiem w podniesieniu stabilności urządzenia będzie prawdopodobnie zastosowanie dodatkowego układu, np. FLL na małej płytce zamontowanej w wolne miejsce obok C10 (o ile autor znajdzie wystarczająco dużo czasu na kolejne tego typu eksperymenty), ale wcześniej na pewno będzie opisana skala częstotliwości z wyświetlaczem LCD, która już przeszła pozytywne testy z kolejnym modelem tego minitransceivera.

To tylko niektóre z przykładowych możliwości zmian i eksperymentów. Zapewne krótkofalowcy mający więcej wolnego czasu na hobby niż autor zrealizują jeszcze inne pomysły, podobnie jak było przed laty z minitransceiverem Bartek.

Andrzej Janeczek SP5AHT

Rys. 6 i 7 Strojenie nadajnika i odbiornika

