

Praca konkursowa PUK UKF 2014

# Modyfikacja Yaesu FT-847 na 70 MHz

Po udostępnieniu krótkofalowcom polskim w 2012 r. pasma 4 m (70,1–70,3 MHz) wzrosło zainteresowanie budową transwerterów oraz przystosowywaniem sprzętu fabrycznego na to nowe pasmo VHF.

Poniższy opis modyfikacji transceivera Yaesu FT-847 na pasmo 70 MHz wykonany przez Piotra SP2DMB (część teoretyczna oraz moduły) i Grzegorza SP3RNZ (część praktyczna) to skrót ich pracy konkursowej PUK UKF 2014. Pierwotna wersja modyfikacji

FT847 jest opisana w sieci przez krótkofalowców z ES (Hellara ES1II i Arvo ES1CW) i aktualnie obejmuje ponad 30 innych modeli transceiverów.

Modernizacja ma na celu zmniejszenie szumów i zwiększenie czułości odbiornika, jak

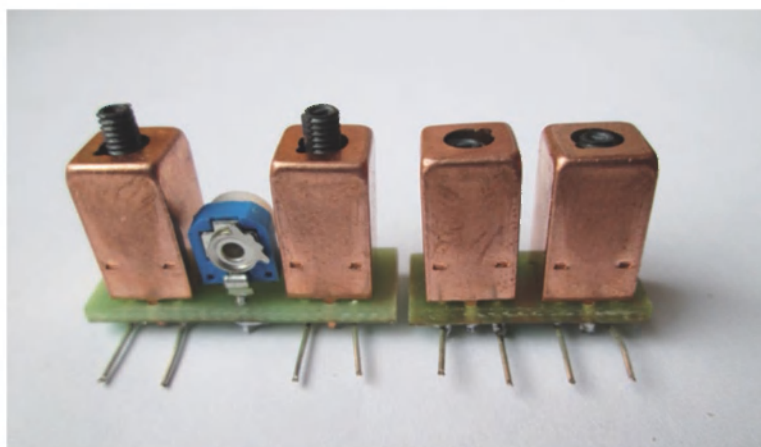
również mocy i czystości widma nadajnika w paśmie 70 MHz. Likwiduje też niepożądane sygnały LO i produkty mieszania poniżej pasma 6 m, występujące w widmie nadawczym po rozszerzeniu zakresu pracy TRX o pasmo 4 m, a także chroni elementy końcowe filtra 54–76 MHz TRX-a przed nagminnie spotykanym uszkodzeniem rdzeni pierścieniowych i kondensatorów SMD.

Modyfikowane są obydwa tory transceivera. Rozwiązanie polega na zastąpieniu dotychczasowych fabrycznych filtrów z zakresu 54–76 MHz – filtrami pasmowymi wykonanymi w technice hybrydowej. Oryginalne filtry w transceiverze mają pasmo 54–76 MHz (czułość RX-a w zależności od modelu wynosi 0,3–0,5  $\mu\text{V}$ ) i są one powodem niskiej odporności na modulację skrośną, a szczególnie dotyczy to bliskich sygnałów

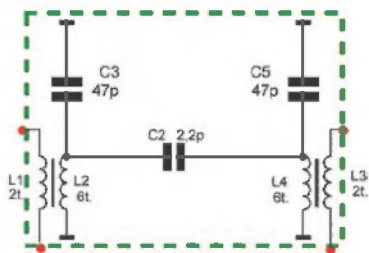


## Podstawowe parametry FT-847

- zakresy częstotliwości: TX: 10–160 m + WARC/50–54/144–146/430–440 MHz (4 m po rozblokowaniu); RX: 0,1–30/36–76/108–174/420–512 MHz
- emisje: AM/SSB/CW
- moc wyjściowa: FM/SSB/CW: 100/100/50/50 W; AM: 25/25/12,5/12,5 W
- czułość: AM-N (10 dB S/N): 0,5–1,8 MHz: 20  $\mu\text{V}$ , 1,8–30 MHz: 2  $\mu\text{V}$ . 50–54 MHz: 1  $\mu\text{V}$ ; FM (12 dB SINAD): 28–30 MHz: 0,5  $\mu\text{V}$ . 50–54 MHz: 0,25  $\mu\text{V}$ , 2 m: 0,2  $\mu\text{V}$ . 70 cm: 0,2  $\mu\text{V}$ ; SSB/CW (10 dB S/N): 1,8–30 MHz: 0,25  $\mu\text{V}$ ; 50–54 MHz: 0,2  $\mu\text{V}$ ; 2 m: 0,125  $\mu\text{V}$ ; 70 cm: 0,125  $\mu\text{V}$
- selektywność: AM: 9 kHz (–6 dB), 20 kHz (–60 dB); AM-N: 2,2 kHz (–6 dB), 4,5 kHz (–60 dB); FM: 15 kHz (–6 dB), 30 kHz (–60 dB); FM-N: 9 kHz (–6 dB), 20 kHz (–60 dB); SSB/CW: 2,2 kHz (–6 dB), 4,5 kHz (–60 dB); CW-N: 0,5 kHz (–6 dB), 2 kHz (–60 dB)
- tłumienie pozapasmowe: 60 dB
- zasilanie: 13,8 V/DC  $\pm 10\%$
- pobór prądu: 1,5–2 A/RX, 22 A/TX
- wymiary: 260×86×270 mm
- waga: 7 kg



Zestaw elementów do modernizacji TRX-a przygotowany przez SP2DMB



Rys. 1. Schemat filtra pasmowo-przepustowego toru nadawczego

OIRT. Dlatego głównym zadaniem modyfikacji toru odbiorczego było ograniczenie szerokości pasma pracy poprzez maksymalne zawężenie pasma przenieszenia filtra. Zastosowany filtr diametralnie zwiększył odporność na modulację skrośną oraz poprawił czułość i ogólną liczbę szumową odbiornika.

Ponadto dodatkowy wzmacniacz na tranzystorze MOSFET BF994S niweluje szczytkowe tłumienie filtra i diametralnie poprawia parametry odbiornika.

Po zastosowaniu modyfikacji toru RX-a używanie wbudowanego wzmacniacza nie jest konieczne, a nawet niewskazane.

### Tor nadawczy

W torze nadawczym znajduje się dwuobwodowy filtr pasmowo-przepustowy (rysunek 1) wykonany na karkasach filtra 7V1S. Cewki L2 i L3 są nawinięte drutem CuAg 0,5 mm, a cewki sprzęgające L1 i L3 drutem Cu 0,5 mm w izolacji.

Przygotowanie karkasu polega na usunięciu nóżek, spiłowaniu kołnierza oraz nawierceniu otworów pod cewki. Najpierw nawijamy cewkę z drutu CuAg, potem cewkę sprzęgającą. Zmontowany filtr wygląda jak na zdjęciu (na cewki nałożone są ekrany i dolutowane wyprowadzenia).

### Tor odbiorczy

Schemat zastosowanego wzmacniacza i filtra pasmowego 70 MHz jest pokazany na rysunku 2. Układ wzmacniacza jest klasyczny i nie wymaga szerszego omówienia. W aplikacji uwzględniono możliwość płynnej regulacji wzmocnienia poprzez zmianę napięcia polaryzacji bramki pierwszej G1. Potencjometr można zastąpić rezystorem stałym. Cewki sprzęgające mają po 3 zwoje drutem 0,5 mm w izolacji (o jeden więcej niż w torze nadawczym).

Poniżej jest opisana część praktyczna modernizacji.

## Rozblokowanie wersji TRX-a bez pasma 4 m

Jeżeli przystępujemy do modyfikacji radia w stanie fabrycznym, musimy zacząć od jego rozblokowania. Po uprzednim rozkręceniu obudowy od spodu TRX-a, lokalizujemy baterie podtrzymywania pamięci a obok niej punkty lutownicze 1–6, odpowiadające odpowiedniemu „programowi” procesora.

Możemy zmodyfikować zakres pracy TRX-a na dwa sposoby:

- A – bez ograniczeń pasm HF (1,8–76 MHz), VHF (137–174 MHz), UHF (410–470 MHz). Usuwamy wszelkie zworki lub elementy SMD i pozostawiamy pola 1–6 zwarte. Po usunięciu należy wcisnąć FAST i LOCK, włączając TRX.
- B – tylko pasma amatorskie HF/VHF/UHF + nowe pasmo 70 MHz.

Pozostawiamy (jeśli istnieją) zworki lub elementy SMD w polach 1, 2 i 6, pozostałe usuwamy. Po usunięciu należy wcisnąć FAST i LOCK, włączając TRX.

Do usunięcia zworek najlepiej użyć taśmy rozlutowującej np. SolderWick lub pincety chirurgicznej i lutownicy „grotowej” małej mocy. Dobrze jest po całej operacji przemyć powierzchnię płytki np. alkoholem izopropylowym, tzw. IPA.

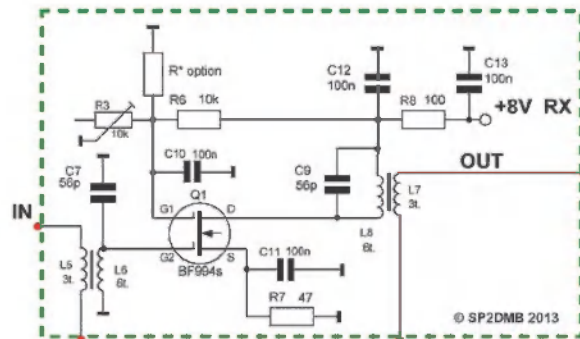
### Poprawa efektywności pracy PA transceivera

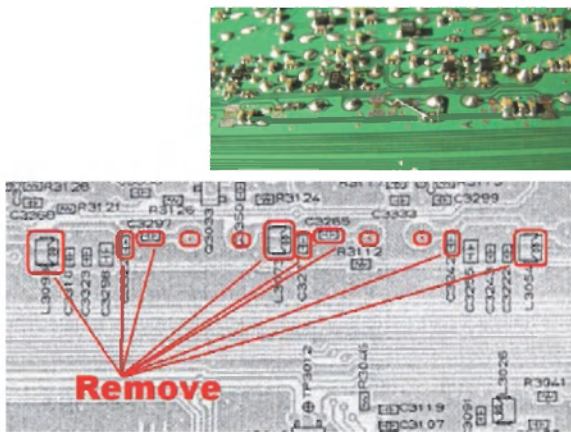
Choć przedstawione rozblokowanie umożliwia nadawanie w paśmie 4 m, to ze względu na tłumienie filtra pasmowego od drivera do PA, jak również na śmieci zawarte w widmie sygnału, warto stosować dobry zasilacz. Trzeba pamiętać, że prąd pobierany przez TRX mimo małej mocy nadajnika, est bardzo duży i sięga nawet 17 A przy mocy 10 W output (badany egzemplarz pobierał około 26 A przy 30 W).

Marc PA1O, który gruntownie przebadał cały tor TX, w celu poprawy efektywności pracy nadajnika proponuje usunięcie jednego z kondensatorów w transformatorze wyjściowym PA (szczegółowy opis jest na stronie 70mhz.org).

Po demontażu płytki mainboard od góry TRX-a (odkręceniu blachy ekranującej obie części) uzyskuje się dostęp do płyty PA z prawej strony TRX-a.

Po wykręceniu wszystkich śrubek włącznie z mocującymi tranzystory PA, należy rozlutować po-





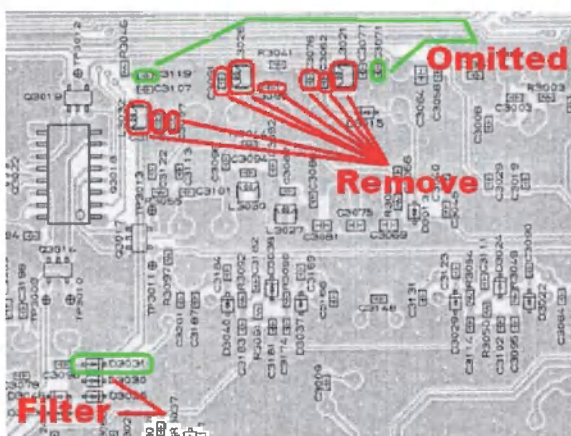
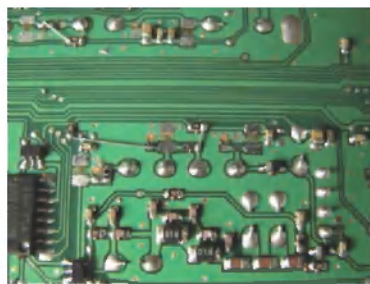
Rys. 3. Modyfikacja części odbiorczej

Warto zwrócić uwagę na elementy filtra wyjściowego TRX, a w szczególności obejrzeć cewkę L5022 i ew. poprawić lutowania cewek znajdujących się w tym łańcuchu.

Przed montażem PA w chassis, wskazane jest poprawienie mocowań tranzystorów PA. Po oczyszczeniu miejsca na radiatorze tranzystora dobrze jest nałożyć cienką warstwę pasty używanej w technice komputerowej do chłodzenia procesorów.

### Modyfikacja części odbiorczej

Po demontażu PA (mając dostęp do elementów nas interesujących) przystępujemy do modyfikacji RX-a. Najpierw usuwamy według **rysunku 3** wszystkie elementy SMD stanowiące filtr (za pomocą serwisówki dość łatwo znaleźć po-



Rys. 4. Modyfikacja toru nadajnika

zenie tych elementów, lokalizując dwa zielone dławiki SMD od strony elementów oznaczone jako L3024 i L3029; pozostałe elementy są od spodu PCB).

Zaczynamy od wylutowania dławików (za pomocą ostrego nożyka unosimy nóżkę po odessaniu cyny), a potem wylutowujemy pozostałe elementy SMD i czyszcimy miejsce niezbędne do montażu nowego modułu filtra.

Po wylutowaniu pionowo płytki filtra od strony elementów pozostaje nam dorozić mostki połączeniowe przełącznika diodowego.

### Modyfikacja toru nadajnika

Poniżej łańcucha filtra RX znajduje się interesująca nas część toru nadawczego. Na **rysunku 4** są zaznaczone elementy w obwódkach do usunięcia, w sposób analogiczny do RX.

Dalsza część modyfikacji to umieszczenie modułu filtra w pozycji pionowej, dolutowanie masy od kubka celem umasowienia i usztywnienia i montaż mostków przełącznika diodowego.

Powyższa operacja kończy modyfikację części TX i teraz możemy zamontować PCB w transceiverze. Mimo że opisane metody są całkowicie powtarzalne, wskazane jest skontrolować ustawienia wzmocnienia w torze RX (parametr RX-CHAIN w menu serwisowym). Opis poszczególnych pozycji jest zamieszczony w serwisówce do TRX-a.

### Podsumowanie

Pomiary wzmacniacza odbornika przy zastosowaniu tłumika 30 dB (NWT500 – niekalibrowany) wykazały wzmocnienie układu około 20 dB z możliwością regulacji wzmocnienia PR 10 k. Użytkowano czułość toru odbiorczego rzędu 0,12  $\mu$ V MDS, natomiast tor nadawczy osiągnął 60 W mocy

output przy diametralnej poprawie czystości widma sygnału i poprawie efektywności pracy stopnia końcowego.

Pomiary nadajnika wykonane przed modyfikacją:

- moc 10 W out, QRG 70,1 MHz: QRG 70,100MHz = +37dBm

- sygnały niepożądane: 45,600 MHz = +34 dBm, 49,035 MHz = -2dBm

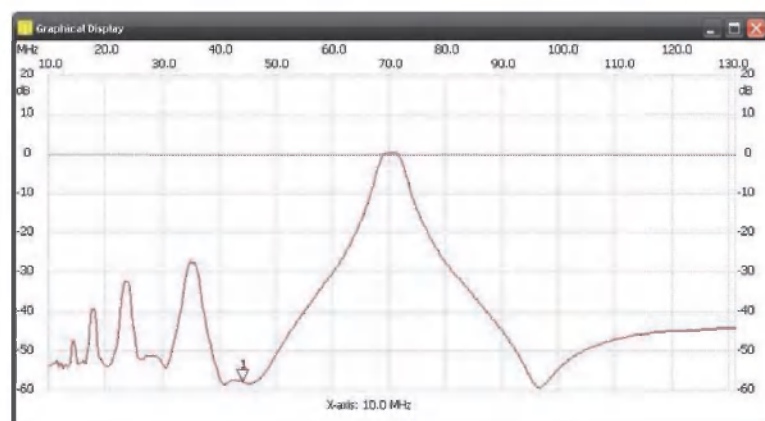
Pomiary nadajnika wykonane po modyfikacji toru TX:

- moc 10 W out, QRG 70,1 MHz: QRG 70,100 MHz = +39 dBm

- sygnały niepożądane dla 45,600 MHz = -22 dBm (poniżej nośnej 70 MHz).

Uzyskane w efekcie tłumienie sygnałów niepożądanych wyniosło około 55–60 dB, co jest w zupełności wystarczające. Tor nadawczy TRX osiągnął 60 W mocy wyjściowej, przy napięciu 13,8 V i prądzie ~13 A. Oczywiście praca na pełnej mocy zmodyfikowanego TRX stanowi złamanie przepisów dotyczących użytkowania pasma 4 m w SP (polskie przepisy zezwalają, aby maksymalna moc w paśmie 4 m nie przekraczała 20 W EIRP). Podane wyniki pomiarów służą wyłącznie celom edukacyjnym i doświadczalnym. Pełne materiały dotyczące modyfikacji FT-847 są na stronie [www.sp2dmb.cba.pl](http://www.sp2dmb.cba.pl), a dodatkowe informacje można uzyskać u autorów: [sp3rnz@wp.pl](mailto:sp3rnz@wp.pl), [sp2dmb@gmail.com](mailto:sp2dmb@gmail.com).

Piotr SP2DMB  
Grzegorz SP3RNZ



Pomiary nadajnika wykonane analizatorem NWT500 (zaznaczone tłumienie częstotliwości 45 MHz)