

BIBLIOTEKA
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

78

KRZYSZTOF DĄBROWSKI
OE1KDA

MIESZANKA FIRMOWA
TOM 5

WIEDEŃ 2025



© Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń 2025

Opracowanie niniejsze może być rozpowszechniane i kopiowane na zasadach niekomercyjnych w dowolnej postaci (elektronicznej, drukowanej itp.) i na dowolnych nośnikach lub w sieciach komputerowych pod warunkiem nie dokonywania w nim żadnych zmian i nie usuwania nazwiska autora. Na tych samych warunkach dozwolone jest tłumaczenie na języki obce i rozpowszechnianie tych tłumaczeń.

Na rozpowszechnianie na innych zasadach konieczne jest uzyskanie pisemnej zgody autora.

Mieszanka firmowa

Tom 5

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Wydanie 1
Wiedeń, listopad 2025

Spis treści

Wstęp	6
1. Oprogramowanie WPSD	8
2. Internetowa radiostacja dla cyfrowego głosu	14
3. Tryb „SuperFox” w FT8	20
4. SDRangel	22
5. Hierarchiczna sieć WLAN	25
6. Czy zmiany klimatu wpływają na stan jonosfery	27
7. WFS i straty w transformatorach antenowych	29
8. Radiostacja programowalna <i>LinHT</i>	33
9. Zastosowanie impulsów szpilkowych w miernictwie	36
10. Krótka instrukcja obsługi programu FT8CN	39
11. FT4 i FT8 pod iOS	47
12. Reflektory D-Starowe	51
13. Miniaturowy nadajnik QRP do łowów na lisa	53
14. Norma 50 Ω w technice wielkiej częstotliwości	56
15. System pomiaru poziomu zakłóceń ENAMS	59
16. Wykorzystanie synchronizowanego wzorca GPSDO	64
17. Pomiary WFS w paśmie 13 cm	66
18. ADALM Pluto	68
Dodatek A. Kanały WLAN w pasmach 2,4 i 5 GHz	71
Dodatek B. Systemy cyfrowego głosu	71
Literatura i adresy internetowe	72
Spis tomów „Biblioteki polskiego krótkofalowca”	76

Sommaire

Mélange de divers 5

Préface	7
1. Logiciel WPSD	8
2. Poste WLAN pour la voix numérique	14
3. Mode „SuperFox” en FT8	20
4. SDRangel	22
5. Réseau WLAN hiérarchique	25
6. Le changement climatique a-t-il une incidence sur l'état de l'ionosphère ?	27
7. ROS et pertes dans les transformateurs d'antenne	29
8. Poste SDR <i>LinHT</i>	33
9. L'utilisation d'impulsions courtes dans les mesures	36
10. Un bref manuel pour le programme FT8CN	39
11. FT4 et FT8 pour iOS	47
12. Réflecteurs pour D-STAR	51
13. Émetteur QRP miniature la radiogoniométrie	53
14. La norme 50 Ω en technologie haute fréquence	56
15. Système de mesure des niveaux d'interférence ENAMS	59
16. Utilisation d'un générateur synchronisé – GPSDO	64
17. Mesures ROS dans la bande des 13 cm	66
18. ADALM Pluto	68
Annexe A. Canaux WLAN dans les bandes 2,4 et 5 GHz	71
Annexe B. Systèmes de radiocommunication numérique	71
Bibliographie et les pages web	72
Liste des volumes de la „Bibliothèque de radioamateur polonais”	76

Wstęp

Zgodnie z tradycją tom 5 „Mieszanki firmowej” jest poświęcony różnym tematom uzupełniającym sprawy poruszane w poprzednich opracowaniach. W obecnym tomie, podobnie jak w poprzednich, autor stara się połączyć tematy o charakterze podstawowym (ogólnokształcącym) – oczywiście o tematach związanych z elektroniką i krótkofalarstwem – ze sprawami praktyczno-konstruktorскими.

Mikroprzezienniki z rodziny MMDVM są szeroko stosowane przez krótkofalowców korzystających z różnych systemów cyfrowego głosu. Pierwotne oprogramowanie *Pi-Star* znalazło następców. Ostatnim z nich jest obecnie WPSD. Posiada szereg dodatkowych funkcji i udoskonaleń, jest prostsze w obsłudze, ale w odróżnieniu od *Pi-Stara* nie pozwala na (dostępne od dawna użytkownikom *Openspotów*) łączności skrośne między systemami. W odróżnieniu od wielu innych rozwiązań pozwala za to na pracę w stosunkowo nowym systemie M17, opracowanym i udoskonalanym przez SP5WWP. Równolegle do systemu M17 opracowywana jest ręczna radiostacja *LinHT* oparta konstrukcyjnie na modelu Retevis C62. Pracuje ona na zasadzie cyfrowej obróbki sygnałów (COS). Dotychczas na rynku dostępne były tylko dwa modele radiostacji fabrycznych obsługujących tę emisję (CS7000-M17 i CS7000-M17 PLUS firmy CSI), a większość użytkowników korzystała albo z modemu M17 podłączanego do gniazda danych radiostacji, o ile pozwalało to na transmisję z przepływnością 9600 bit/s albo z programu *DroidStar*.

Rodzinie *Openspotów* przybył również nowy narybek. Jest nim internetowa radiostacja MIKE, pracująca nie tylko w dobrze znanych systemach cyfrowego głosu i APRS, ale eksperymentalnie także w Echolinku. Rozwiązanie to jest więc połączeniem radiostacji cyfrowego głosu z mikroprzeziennikiem *Openspot 4 Pro*. Dzięki połączeniu z lokalną siecią WLAN nie wymaga ona współpracy z żadnym innym urządzeniem – zastępuje więc kombinację radiostacji i mikroprzeziennika dzięki czemu jest bardzo praktyczna w pracy poza domem, a zwłaszcza w podróży. MIKE podobnie jak *Openspoty* posiada własny serwer http pozwalający na jej konfigurację w identyczny sposób. Główną różnicą jest brak modułu radiowego na pasmo 70 cm. Jedyne układy radiowe jest moduł na pasmo WLAN 2,4 GHz. Łączności D-Starowe i inne można więc bezproblemowo i bez narażania się na ewentualne kary za pracę w eterze bez licencji prowadzić z krajów, w których uzyskanie licencji amatorskiej jest trudne albo niemożliwe. Posiadacze *Openspotów 4 Pro* mogą zamiast MIKE skorzystać z programu *SharkRF Link* zainstalowanego na telefonie komórkowym lub dowolnym przenośnym komputerze i również nie zwracać na siebie uwagi w podróży lotniczej albo za granicą. Stosunkowo najłatwiejszym sposobem znalezienia korespondentów nie tylko we własnym kraju, ale także i w różnych rejonach świata jest skorzystanie z jednego z licznych reflektorów D-Starowych. Niektóre z nich umożliwiają także pracę skrośną czyli połączenia z sieciami innych systemów. Obecnie najbardziej rozpowszechnione są reflektory XLX, DCS i REF.

Odbiór emisji cyfrowego głosu (i modulacji analogowych) za pomocą odbiorników programowalnych (ang. SDR) połączonych z komputerem umożliwia uniwersalny program odbiorczy *SRDangel*. Program w wersjach dla Windows, Androida, Linuksa i Mac OS współpracuje z wieloma rodzajami odbiorników od najprostszych aż do eksperymentalnych urządzeń nadawczo-odbiorczych wyższej klasy, takich jak *HackRF* i *ADALM Pluto*.

Emisja FT8 cieszy się od lat nie malejącą popularnością i jest coraz częściej stosowana przez wyprawy DX-owe. Na ich potrzeby został opracowany tryb lisa i psów gończych umożliwiający na równoległe łączności z kilkoma stacjami i dzięki temu szybsze zaspokojenie potrzeb polujących stacji. Tryb *SuperFox* jest udoskonaleniem dotychczasowego trybu polowania i pozwala na równoległe prowadzenie łączności z dziesięcioma stacjami. Zawiera on cyfrowy podpis poświadczający autentyczność stacji DX-owej i uniemożliwiający podszywanie się pod nią przez stacje pirackie.

Amatorzy mający trudności w zainstalowaniu anten na fale krótkie pracują chętnie z lokalizacji terenowych. Lekkie i nieduże radiostacje KF małej mocy są wykorzystywane chętnie do pracy telegrafii. Małe i niezwracające na siebie uwagi anteny mogą być tymczasowo umieszczone nie tylko gdzieś na łące czy skraju lasu, ale również w pobliskim parku. Dobre wyniki zapewni w tych warunkach emisja FT8, pod warunkiem, że program terminalowy będzie pracował na lekkim przenośnym komputerze lub nawet na telefonie komórkowym. Przykładami takich rozwiązań są program FT8CN dla systemu operacyjnego Android i iFTx dla iOS..

W przypadku większej liczby urządzeń korzystających z dostępu do internetu przez domową sieć WLAN warto rozważyć jej podział na dwie lub trzy sieci cząstkowe łączące ze sobą kaskadowo dwa lub

trzy internetowe punkty dostępowe. Taka sama konfiguracja może być przydatna gdy z domowej sieci często korzystają goście albo trzeba odizolować komputery związane ze zdalną pracą od używanych przez dzieci, od sprzętu krótkofalarskiego, odbiorników internetowych, drukarek sieciowych itp.

Na stan jonosfery czyli na propagację fal radiowych w pierwszym rzędzie wywiera wpływ aktywność Słońca. Najważniejszym parametrem pomiarowym stanu jonosfery jest częstotliwość krytyczna warstwy F2 (foF2) nad określonym obszarem. W oparciu o nią możliwe jest obliczenie gęstości elektronów w przestrzeni powyżej. W niewielkim stopniu wpływ na nią wywiera stężenie gazów cieplarnianych, a zwłaszcza dwutlenku węgla. Wyniki kilkudziesięcioletnich badań i obserwacji wskazują na istnienie słabej, ale znaczącej statystycznie obniżki częstotliwości krytycznej F2. Nie jest ona jednakowa nad całą powierzchnią Ziemi a w niektórych rejonach zaobserwowano nawet jej lekki wzrost. Sprawa wymaga dalszych dłuookresowych badań. Skuteczność, a nawet w ogóle możliwość prowadzenia łączności zależy nie tylko od warunków propagacji ale również od poziomu zakłóceń. Nic dziwnego, że obserwacja ich poziomu i i dokumentacja jego zmian w dłuższych okresach czasu budzi dużo zainteresowania wśród krótkofalowców. Krótkofalowcy niemieccy opracowali nawet system pomiarowy ENAMS.

Anteny krótkofalowe wymagają przeważnie dopasowania do impedancji systemowej za pomocą obwodów dopasowujących. Bardzo często zawierają one jakiś rodzaj transformatora symeryzującego lub także transformującego impedancję. Straty w obwodzie i jakość dopasowania zależą w znacznym stopniu także od sposobu wykonania transformatora. Pomiary dla ich różnych rodzajów przeprowadził i opublikował w austriackim magazynie *QSP* OE6CWI. Przy okazji warto zapoznać się z możliwymi przyczynami wyboru 50 omów jako impedancji systemowej w układach antenowych.

Zastosowanie sygnałów szumowych o szerokim widmie do pomiarów nadajników i odbiorników amatorskich było już wielokrotnie opisywane w literaturze krótkofalarskiej. Koncept wykorzystania do tych celów wąskich impulsów szpilekowych o prawie równomiernym widmie w złym paśmie KF przedstawił w *Funkamateurze* DC4KU. Jako źródła szpilek użył on wprawdzie generatora dostępnego w sklepie internetowym *Funkamateura*, ale jego schemat jest na tyle nieskomplikowany, że samodzielne wykonanie nie powinno być trudne.

Trudne nie powinno się również okazać zbudowanie miniaturowego nadajnika 5 mW, który może służyć jako ćwiczebny dla zaznamiających się z *Łowami na lisa* – amatorską radioorientacją, albo w „zabawowych” odmianach tej konkurencji.

Jedną z nowoczesnych dziedzin krótkofalarstwa są łączności z użyciem satelitów. Satelity krążące po niskich orbitach lub po wydłużonych orbitach eliptycznych wymagają stałego naprowadzania anten. Pod tym względem większy komfort zapewnia geostacjonarny satelita QO-100 i dlatego przyciągnął on wielu operatorów stacji amatorskich. Sposoby wyjścia w eter i konieczne wyposażenie były już wielokrotnie opisywane w literaturze, w tym w *Świecie Radio*. Przystosowanie konwerterów LNB do odbioru w paśmie 10 GHz z przemianą na zakres 70 cm wymaga modyfikacji konwertera przez doprowadzenie odpowiedniej częstotliwości heterodyny a z kolei niektóre układy nadawczo-odbiorcze (ADALM Pluto itp.) wymagają doprowadzenia do nich sygnału częstotliwości wzorcowej stabilniejszego niż dostarczanego przez wewnętrzny TCXO. W obu przypadkach przydać się może stabilizowany GPS-sem generator GPSDO. Może on jednak wymagać dopasowania konfiguracji dzielników częstotliwości. Konstruktorzy anten na pasmo 13 cm potrzebują z kolei możliwości pomiaru współczynnika fali stojącej (WFS) zbudowanej właśnie anteny. Eksperymentatorzy nie ograniczający się do wykorzystania typowych, wielokrotnie opisywanych i sprawdzonych rozwiązań mogą zwrócić uwagę na doświadczalny moduł nadawczo-odbiorczy *ADALM Pluto* pokrywający szeroki zakres częstotliwości. Jego zastosowanie nie ogranicza się więc do łączności satelitarnych.

Zapraszamy do lektury kolejnego tomu „Mieszanki firmowej” i pozostałych tomów serii.

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń
3 listopada 2025

1. Oprogramowanie WPSD

WPSD stanowi nowszą alternatywę do oprogramowania *Pi-Star* dla mikroprzemienników z rodziny MMDVM. Oferuje ono dodatkowe funkcje, jest stabilniejsze, wydajniejsze i prostsze w obsłudze.

Kod źródłowy WPSD jest publicznie dostępny, dzięki czemu w udoskonalaniu programu mogą uczestniczyć szersze rzesze krótkofalowców wnoszących swoje życzenia i pomysły. Jest on bezpłatnie dostępny w Internecie na platformie *GitHub* i podobnych.

Jednym z rozpowszechnionych programów dla mikroprzemienników i bramek internetowych systemów cyfrowego głosu był *Pi-Star* obsługujący wszystkie popularne krótkofalarskie systemy cyfrowego głosu (DMR, D-STAR, YSF/C4FM) i niektóre używane rzadziej (P25, NXDN i M17). WPSD umożliwia optymalizację jakości połączeń DMR, uwzględnia wszystkie aktualne uzupełnienia systemu D-STAR i ułatwia płynną komunikację z radiostacjami YAESU w systemie YSF. System NXDN jest używany komercyjnie i zapewnia wydajne wykorzystanie pasma, natomiast stosowany przez służby policyjne i ratunkowe w USA system P25 może ułatwić krótkofalowcom kontakty ze służbami w łącznościach ratunkowych.

WPSD (*World of Pi-Star Digital*) jest rozwiązaniem nowocześniejszym, wydajniejszym, lepiej wykorzystującym zasoby komputera, szybszym, bardziej dostosowanym do aktualnych potrzeb i łatwiejszym w obsłudze przez użytkownika. Jego zasadniczym zadaniem jest, podobnie jak w przypadku poprzednika zapewnienie łączności mikroprzemienników i przemienników typu MMDVM (*Jumbospot*, *Euro-node*, *DVMEGA*) ze wspomaganymi internetowo sieciami cyfrowego głosu. Unowocześniona została także powierzchnia obsługi i sposób konfiguracji programu. Korzystanie z nich jest obecnie bardziej intuicyjne. Powierzchnia obsługi jest także optycznie atrakcyjniejsza niż w *Pi-Starze*, a nawigacja w niej znacznie ułatwiona dzięki nowej organizacji menu i elementów obsługi. Program znajduje się w fazie intensywnego rozwoju, co powoduje jego częste aktualizacje. Zależnie od ustawień i godzin pracy mikroprzemiennika mogą one być instalowane automatycznie np. w nocy.

Wadami rozwiązania są wyższe wymagania sprzętowe i większe obciążenie, a nawet łatwość przeciążenia słabszych komputerów, szczególnie w przypadku korzystania z kilku sieci równoległe, ograniczona dokumentacja i trudniejsze początki, zwłaszcza dla mniej doświadczonych użytkowników.

Instalacja WPSD na *Malinie* lub innych mikrokomputerach jest podobna jak dla *Pi-Stara*. Konieczne jest pobranie z Internetu obrazu (odzworowania) pamięci (z witryny [1.2]), ewentualne rozpakowanie go i zapisanie na module mikroSD o pojemności 32 GB za pomocą programu *Win32DiskImager*, *Balena Etcher*, *Raspberry Pi Imager* lub podobnego. W celu wprowadzenia danych dostępowych do własnej lokalnej sieci WiFi należy znaleźć w Internecie stronę programu *WPSD WiFi Configuration Generator*, wprowadzić na niej dane dostępne do sieci i nacisnąć przycisk ekranowy *Generate Config*. Powoduje to wygenerowanie pliku konfiguracji sieci dla WPSD, który następnie należy pobrać i dopisać do systemu na mikroSD w katalogu „/boot” po czym przełożyć pamięć do mikrokomputera. System w trakcie uruchamiania będzie nawiązywał połączenie z lokalną siecią. Parametry łączności są na bieżąco automatycznie optymalizowane, co nie tylko przyspiesza nawiązanie połączenia, ale także zapewnia obniżenie stopy błędów i minimalizację opóźnień w transmisji. Rozszerzenie systemu plików i inne prace przygotowawcze powodują, że pierwsze uruchomienie trwa wyraźnie dłużej niż zwykle. W modelach wyposażonych w łącze LAN najlepiej skorzystać z połączenia kablowego i dopiero potem ewentualnie skonfigurować dostęp przez WiFi. W wielu rozwiązaniach mikroprzemienników (*Euronode* itp.) jest ono już zainstalowane i wymaga jedynie wprowadzenia niezbędnych danych konfiguracyjnych i włączenia potrzebnych funkcji.

Dalsza konfiguracja WPSD wymaga nawiązania połączenia z mikrokomputerem za pomocą przeglądarki internetowej. Do jego nawiązania za pierwszym razem wygodnie jest znaleźć adres IP mikrokomputera w lokalnej sieci. Można użyć do tego celu programu analizującego sieć, przykładowo *Network Analyzera* dla Androida, *Advanced IP Scannera* dla Windows, *IP Scannera* dla iOS itp.

Po wywołaniu przeglądarki internetowej na dowolnym komputerze połączonym z siecią lokalną należy znaleźć adres IP wpisać do linii adresowej przeglądarki, co zaowocuje wyświetleniem okna konfiguracyjnego WPSD na ekranie. Jako pierwsze należy wprowadzić dane operatora, wybrać sieć i system cyfrowego głosu oraz wpisać częstotliwość pracy.

Użytkownicy starszego rozwiązania, *Pi-Stara*, powinni przed zainstalowaniem WPSD sporządzić kopię bezpieczeństwa konfiguracji i zainstalować WPSD na nowym module pamięci mikroSD w sposób po-

przednio opisany. Po jego uruchomieniu i sprawdzeniu prawidłowego działania użytkownicy mogą spróbować przejąć konfigurację z kopii bezpieczeństwa. Zależnie od wersji obu programów konfiguracje te mogą jednak nie być w pełni kompatybilne. Konieczne jest wówczas wprowadzenie poprawek przez użytkownika.



Rys. 1.1. Okno informacyjne o pracy WPSD. Znaczna część zajmuje informacja o odbieranych stacjach

W odróżnieniu od *Pi-Stara* WPSD nie może pracować w trybie sterowania przemiennikiem D-Starym, a jedynie w trybie MMDVM. Pole temperatury CPU u góry okna zmienia kolor na pomarańczowy lub czerwony tylko dla podwyższonej temperatury, zrezygnowano z zielonego tła sygnalizującego temperaturę w prawidłowym zakresie. Żółty kolor przycisku DMR po lewej stronie informuje o niemożliwości zameldowania się w sieci z powodu niewłaściwej nazwy użytkownika lub hasła dostępu, a pomarańczowe tło przycisków sygnalizuje emisje nieaktywne w danym momencie. Dla systemów DMR (Brandmeister), NXDN i P25 w polu korespondenta wyświetlane są używane grupy rozmówców. Funkcja bramki DMR – *DMRGateway* – pozwalającej dotąd na równoległe korzystanie z dwóch lub więcej sieci DMR jest obecnie jedyną możliwością konfiguracji i korzystania z systemu DMR. Poprzednio nie była ona potrzebna przy korzystaniu tylko z jednej sieci. WPSD pozwala na jednoczesne połączenie z sieciami Brandmeister, IPSC2 i reflektorami XLX i w zależności od używanej grupy automatycznie wybiera właściwą sieć.



Fot. 1.2. Euronode

Użytkownik może korzystać także z systemu APRS, z wywołań grup za pomocą identyfikatora DGID w YSF, z możliwości zakładania i wywoływania profili dla różnych wariantów użytkowania i z systemu przywoławczego POCSAG. Po założeniu i skonfigurowaniu profili ich przełączanie jest proste i szybkie.

Użytkownicy WPSD spotykają się na *Facebooku* w celu przedyskutowania interesujących ich spraw i problemów albo radiowo na reflektorze XLX493E lub na DMR-owej grupie TG 3170603.

Po naciśnięciu punktu *Admin* w oknie z rys. 1.1 otwierane jest okienko dialogowe zameldowania, w którym jako nazwę użytkownika należy podać *pi-star*, a jako hasło dostępu *raspberrypi*. Po zameldowaniu otwierane jest okno konfiguracyjne pokazane na poniższych ilustracjach.

WPSD Digital Voice - Configuration

15:30:06, Jan 14

Dashboard Admin Power Advanced WPSD Update Backup/Restore Factory Reset

General Configuration

Hostname:	pi-star	⚠ Do not add suffixes such as ".local", etc. Note: A reboot is required for this change to take effect.
Node Callsign:	M1ABC	⚠ Do not add suffixes such as "-G"
DMR/CCS7 ID:	1234567	ⓘ Required for DMR Mode & DMR Cross-Modes (if you don't have one, get a DMR ID from RadioID.Net)
NXDN ID:		ⓘ Required for NXDN Mode & NXDN Cross-Modes (if you don't have one, get an NXDN ID from RadioID.Net)
Radio Mode:	☒ Simplex ☐ Duplex	ⓘ Duplex mode requires Dual-Hat/Duplex Modems
Radio Frequency:	431.150.000 MHz	
Radio/Modem Type:	--	
Modem Baud Rate:	115200	
System Time Zone:	America/Chicago	Time Format: ☒ 24 Hour ☐ 12 Hour
Dashboard Language:	english_us	
Update Notifier:	☐ Disabled ☒ Enabled	Enables / Disables automatic dashboard software update notifications. When enabled, software update availability is displayed in the dashboard header.

Rys. 1.3. Okno konfiguracyjne WPSD

Parametry konfiguracyjne WPSD dla mikroprzemiennika simpleksowego (wybór w punkcie **Radio Mode**):

- **Hostname** – nazwa mikroprzemiennika, może być to znak wywoławczy albo dowolna nazwa;
- **Node Callsign** – znak wywoławczy mikroprzemiennika;
- **DMR/CCS7ID** – identyfikator DMR, przyznawany w witrynie *RadioID.net*, konieczny tylko dla systemu DMR;
- **NXDN ID** – identyfikator dla systemu NXDN, konieczny tylko do pracy w tym systemie, koordynacja w witrynie *RadioID.net*;
- **Radio Frequency** – częstotliwość pracy mikroprzemiennika w paśmie 70 cm;
- **Radio/Modem Type** – typ (model) mikroprzemiennika, jest on wybierany z rozwijanego spisu;
- **Modem Baudrate** – przepływność w komunikacji mikrokomputera z modułem modemem, przeważnie nie wymaga zmiany wartości domyślnej;
- **System Time Zone** – czas systemowy, do wyboru format 12- lub 24-godzinny;
- **Dashboard language** – wybór języka prezentacji na pulpicie mikroprzemiennika;
- **Update notifier** – włączenie lub wyłączenie informacji o aktualizacjach.

Wprowadzenie danych dostępowych do lokalnej (domowej) sieci konieczne jest w przypadku korzystania z dostępu bezprzewodowego (WLAN). Niektóre modele (np. *Euronode*) pozwalają również na połączenie za pomocą kabla ethernetowego (LAN) i wówczas podawanie danych dostępowych jest zbędne.

Dla mikroprzemiennika dwuplexowego parametry konfiguracyjne jak powyżej z następującymi różnicami:

- **Radio Frequency RX** – częstotliwość odbioru przez mikroprzemiennik;
- **Radio Frequency TX** – częstotliwość nadawcza mikroprzemiennika.

Changes pending: Click "Apply Changes" to save and activate after making all necessary changes. Apply Changes Revert Changes

Latitude: degrees (positive value for North, negative for South)

Longitude: degrees (positive value for East, negative for West)

Hint: You can use this tool to try and calculate your location coordinates.

Town:

Country:

URL:

APRS Gateway: ☒ APRS Host Pool:

Auto vs. Manual: ☒ Auto ☐ Manual
Auto vs. Manual: Auto simply creates a URL to your QRZ.com call sign page. Manual allows you to specify your own custom URL/site.

Publish APRS Data for Mode(s):
☒ DMR ☒ YSF ☒ DQid ☒ NXDN ☒ M17 ☒ ircDDB (D-Star)
(Note: Radio/MMDVM Mode must be enabled to select APRS mode publishing.)

Select APRS Symbol: Preview:

GPSd: ☐ Enabling this option, allows an externally-connected GPS device to send your location information to APRS, vs. the location information (Lat./Lon.) you have entered above. This functionality requires that you also enable APRS Gateway (above).

Rys. 1.4. Dalszy ciąg konfiguracji

Podanie lokalizacji i współrzędnych stacji nie jest obowiązkowe, chyba, że mają być nadawane komunikaty APRS. Nie obowiązkowe jest również włączenie transmisji APRS, ale po włączeniu należy wybrać serwer dostępowy do sieci APRS-IS z rozwijanego spisu (na ilustracji *euro.aprs2.net*) i symbol stacji. W polu URL można podać adres strony informacyjnej o stacji np. w *qrz.com*.

Changes pending: Click "Apply Changes" to save and activate after making all necessary changes. Apply Changes Revert Changes

Radio/MMDVMHost Modem Configuration

Main Radio Modes

D-Star Mode:	☒	RF Hangtime: 20	Net Hangtime: 20
YSF Mode:	☒	RF Hangtime: 20	Net Hangtime: 20
M17 Mode:	☒	RF Hangtime: 20	Net Hangtime: 20
DMR Mode:	☒	RF Hangtime: 20	Net Hangtime: 20
P25 Mode:	☐	RF Hangtime: 20	Net Hangtime: 20
NXDN Mode:	☐	RF Hangtime: 20	Net Hangtime: 20
POCSAG Mode:	☐	POCSAG Mode Hangtime: 5	

Radio Cross-Modes

YSF2DMR:	☐	Note: YSF Mode must be enabled & applied first.
YSF2NXDN:	☐	Note: YSF Mode must be enabled & applied first.
YSF2P25:	☐	Note: YSF Mode must be enabled & applied first.

Rys. 1.5. Wybór używanych systemów cyfrowego głosu

Następnie należy włączyć pożądane systemy cyfrowego głosu (D-STAR, DMR itd.) i ustawić konieczne parametry (domyślny reflektor, dostęp do sieci DMR itd.). Podane obok czasy oczekiwania („Hangtime”) oznaczają czas, w którym zablokowane jest przełączenie rodzaju emisji – dla uniknięcia chaosu w przypadku korzystania z przemiennika przez wielu użytkowników w różnych systemach. Czasy

podawane są oddzielnie dla sygnałów odbieranych radiowo i z sieci. Najlepiej pozostawić wartości domyślne.

Rys. 1.6. Ustawienia dla systemu D-STAR

W przykładowej konfiguracji dla systemu D-STAR możliwy jest wybór rozszerzenia własnego znaku dla pól RPT1 i RPT2 (na ilustracji 1.6 – „B”), wybór domyślnego reflektora jeśli jest to pożądane i parametry ewentualnego dostępu do bramki *ircDDBGateway*. Można także włączyć zapowiedzi czasu i odstępy między nimi, wywołanie po znaku (obecnie mało popularne) i dostęp do reflektorów XRF.

Rys. 1.7. Ustawienia dla YSF. W polu u góry wybierany jest serwer dostępowy, a u dołu zaprenumerowane grupy

M17 Callsign Suffix: ▼

Changes pending: Click "Apply Changes" to save and activate after making **all** necessary changes. Apply Changes Revert Changes

DMR Konfiguration

BrandMeister Network Settings

BrandMeister Master:	BM_2322_Austria
BM Hotspot Security:	*****
BrandMeister Netzwerk ESSID:	2320257 01
BrandMeister Netzwerk Enable:	☒
BrandMeister Netzwerk:	Hotspot/Repeater Information Edit Hotspot/Repeater (Brand Meister Selfcare)
BrandMeister Manager:	To use the BrandMeister Manager, you need a BM API Key , and then you need to enter it in the BM API Key Editor .

DMR+/FreeDMR/HBlink/Custom Network Settings

DMR+ / FreeDMR / HBlink / Custom Master:	FreeDMR_USA-Central
Network Options:	Options=
ESSID:	2320257 None
DMR+ / FreeDMR / HBlink / Custom Network Enable:	☒

Uses "8" talkgroup prefix

Rys. 1.8. Ustawienia DMR dla sieci Brandmeistra

Dla sieci Brandmeister podawany jest serwer dostępowy (w polu *Brandmeister Master*), indywidualne hasło dostępu dla mikroprzemiennika (w polu *BM Hotspot Security*), rozszerzenie własnego identyfikatora (najczęściej 01, chyba że używanych jest więcej mikroprzemienników DMR równolegle). Dostęp należy włączyć za pomocą przełącznika *BrandMeister Netzwerk Enable*.

DMR+/FreeDMR/HBlink/Custom Network Settings

DMR+ / FreeDMR / HBlink / Custom Master:	DMR+_IPSC2-DE-DMO
Network Options:	Options= StartRef=4198;RelinkTime=120;UserLink=1;TS1_1=;TS1_2=;TS1_3=;TS1_4=;TS1_5=;TS1_6=;TS1_7=;T
ESSID:	2320257 01
DMR+ / FreeDMR / HBlink / Custom Network Enable:	☒

Uses "8" talkgroup prefix

Rys. 1.9. Analogicznie wygląda konfiguracja dla IPSC2/DMR+

Parametry dla nieużywanych systemów cyfrowego głosu pozostają bez zmiany. Po wprowadzeniu zmian należy nacisnąć wyświetlany u góry okna zielony przycisk „Apply Changes” („Zastosuj”). Naciśnięcie przycisku czerwonego oznacza rezygnację z wprowadzonych zmian.

2. Internetowa radiostacja dla cyfrowego głosu

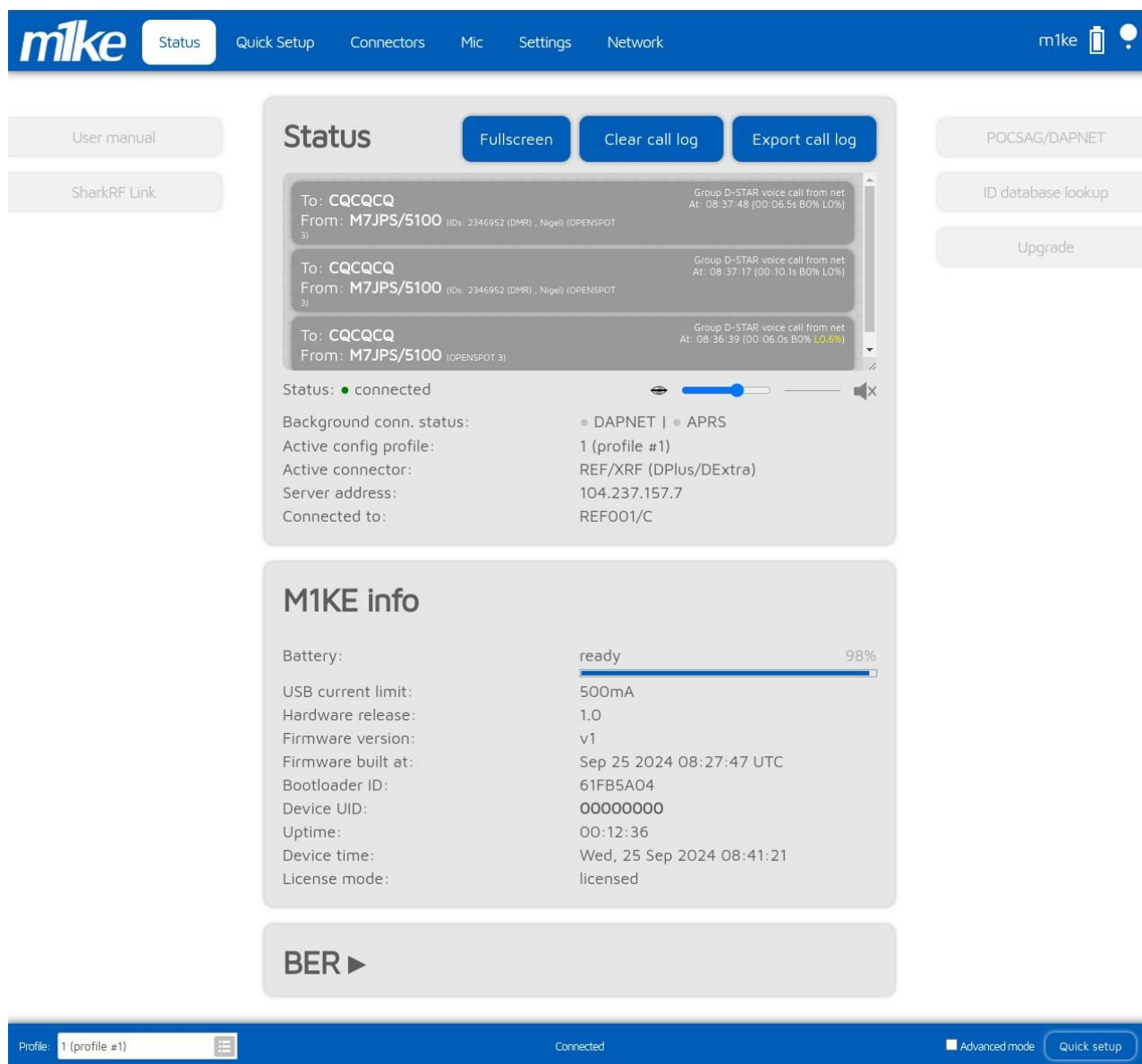
M1KE jest połączeniem radiostacji dla systemów cyfrowego głosu z mikroprzemiennikiem *OpenSpot 4 Pro*. Pracując w lokalnej sieci WLAN umożliwia dostęp do sieci systemów D-STAR, DMR, C4FM, NXDN, P25 i *AllStar*, a także na transmisję komunikatów APRS. Jej ważną zaletą jest łatwość obsługi i fakt, że oprócz połączenia z lokalną siecią nie wymaga ona współpracy z żadnym innym urządzeniem. Nie zawiera też modułu radiowego na pasmo 70 cm, a jej producent jest od wielu lat znany z serii udanych *Openspotów*.



Rys. 2.2. Elementy obsługi

Użytkownik ma więc w ręku kompletną uniwersalną radiostację WLAN – pierwszą tego rodzaju – na prawie wszystkie stosowane przez krótkofalowców systemy transmisji cyfrowego głosu i dającą dodatkowo dostęp do pracującej w technice VoIP (analogicznie jak w przypadku *Echolinku*) sieci *AllStar*. Sieć ta zresztą umożliwia korzystanie z *Echolinku*. W stadium próbnym znajduje się też bezpośredni dostęp do *Echolinku*, czego nie oferują jak dotąd żadne szerzej znane mikroprzemienniki (poza

niektórymi specjalnymi przeznaczonymi tylko dla *Echolinku*). *Echolinkowi* jest poświęcony tom 19 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”. Równolegle może ona transmitować komunikaty pozycyjne APRS do sieci APRS-IS i komunikaty przywoławcze systemu POCSAG do sieci DAPNET. Oprócz trybu sieciowego możliwa jest też bezpośrednia łączność między stacjami znajdującymi się dostatecznie blisko od siebie lub łączność z wykorzystaniem lokalnego (domowego) punktu dostępowego do Internetu (modemu internetowego) jedynie jako stacji przekaźnikowej. Pracują one wówczas jak ręczne radiostacje na pasmo 2,4 GHz i nie wymagają żadnej szczególnej konfiguracji. Połączenie funkcji radiostacji i mikroprzeziennika oznacza, że M1KE nie wymaga do pracy żadnych dodatkowych urządzeń, sterowników i innego oprogramowania, co (oprócz małych wymiarów i wbudowanego akumulatora) może okazać się wygodne w podróży i ogólnie w pracy poza domem, a szczególnie w sytuacjach kiedy radiostacja amatorska może się komuś bezpodstawnie wydawać podejrzana albo gdy o uzyskaniu licencji urlopowej nie można nawet marzyć. Użytkownicy *Openspotów 4 Pro* mogą w tych sytuacjach skorzystać z programu *SharkRF Link* i prowadzić łączności za pomocą komputera albo telefonu komórkowego. W obu przypadkach można taką łączność traktować jako zdalną obsługę odległych stacji przemiennikowych retransmitujących relację drogą radiową. M1KE nie pozwala w odróżnieniu od klasycznych radiostacji na równoległą obserwację dwóch kanałów łączności – przykładowo kanału D-Starowego i lokalnego przemiennika FM.



Rys. 2.3. Strona informująca o stanie pracy M1KE

Pomimo, że MIKE posiada wbudowany czytelny wyświetlacz OLED (o przekątnej 4,3 cm i regulowanej jasności) nie pozwala ona na odbiór i transmisję obrazów i pod tym względem ustępuje modelom radiostacji D-Starowych ID-52, IC-705 i IC-9700. Po lewej stronie obudowy umieszczony jest przycisk nadawania i dwa przyciski do regulacji siły głosu, a po prawej – wyłącznik i przyciski do nawigacji w menu.

Do standardowych akcesoriów należy kabel USB-A – USB-C przeznaczony do ładowania akumulatora i smycz do zawieszenia na rękę.

W systemie DMR operator ma do dyspozycji dostęp do sieci *Brandmeister*, IPSC2, XLX, TGIF, DMR-MARC i innych, w systemie D-STAR może korzystać z reflektorów REF, DCS, XLX i XRF, a w systemie C4FM – z reflektorów FCS i YSF. Systemy NXDN i P25 są znacznie mniej rozpowszechnione i chyba większość krótkofalowców nie planuje zakupu odpowiednich radiostacji, natomiast system M17 nie jest obecnie obsługiwany. Tym cenniejsza jest możliwość osobistego sprawdzenia właściwości i aktywności w tych systemach bez narażania się na dodatkowe koszty. W sieci WLAN radiostacja jest kompatybilna ze standardami 802.11b/g/n i pracuje z mocą maksymalną 21 dBm w paśmie 2,4 GHz.

Dzięki cyfrowej obróbce sygnałów tor mikrofonowy (modulator) jest wyposażony w poprawiające zrozumiałość mowy funkcje kompresji dynamiki nadawanego sygnału, korekcji jego barwy dźwięku i redukcji poziomu szumów. Funkcjami tymi dysponuje także tor głośnikowy. Ich ustawienia można zapisywać w profilach roboczych – a więc przykładowo oddzielnie dla każdego rodzaju emisji. Moc wyjściowa m.c. wynosi 750 mW, co zapewnia dobrą zrozumiałość nawet w głośniejszym otoczeniu. Mikrofon i głośnik pochodzą z firmy *Micro-electromechanical systems* (MEMS). Autor opracowania [2.4] doradza skorygowanie wzmocnienia w torze głośnikowym na 10 dB dla emisji D-STAR i -6 dB dla DMR oraz 0 dB w torze mikrofonowym – modulatora – (ang. *Mic Gain*).

Radiostacja ma wymiary 96 (102 z uszkiem do zawieszania) x 66 x 25 mm i masę 136 g. Wbudowany akumulator litowo-jonowy o pojemności 2900 mAh i napięciu 3,7 V ma według danych producenta zapewniać 30 godzin pracy. W rzeczywistości czas ten jest zależny od aktywności radiowej (czasu nadawania). Przed pierwszym włączeniem radiostacji należy doładować akumulator do pełna gdyż w przeciwnym przypadku nie daje się ona włączyć. Wygląd zewnętrzny urządzenia jest różnie oceniany. Spotykane są zdania zdecydowanie negatywne („brzydka jak noc”) lub oczekiwania, że następny model będzie z wyglądu bardziej podobny do zwykłych radiostacji amatorskich – do czego przyłącza się również autor. Mimo tego nie budzącego zachwyty wyglądu MIKE nie jest zabawką, a nowoczesnym urządzeniem opartym o najnowszy stan techniki. Niektórzy z użytkowników postulują wymianę wyświetlacza na nowocześniejszy w następnym modelu.

Zaprogramowanie i skonfigurowanie za pomocą narzędzi pokładowych – kilku przycisków na bocznych ściankach i miniaturowego wyświetlacza nie można uznać za lekkie, łatwe i przyjemne. Dlatego też po wprowadzeniu za pierwszym razem minimum wymaganych danych wygodnie jest uruchomić zawarty w oprogramowaniu radiostacji punkt dostępowy – własną sieć WiFi radiostacji pod fabrycznie nadaną nazwą „MIKE AP” –, połączyć się z nią za pomocą dowolnego komputera i po znalezieniu domowej sieci WiFi wprowadzić hasło dostępu do niej. Następnie można już korzystać ze stron konfiguracyjnych i informacyjnych analogicznie jak w przypadku *Openspotów* 2 – 4. Są one dostępne w lokalnej sieci pod adresem <http://mIke.local> lub <http://mIke>. Pozwala to na wprowadzenie wszelkich parametrów i dalszych informacji w wygodny sposób na ekranie komputera. Wygląd stron jest identyczny jak dla *Openspotów* i tak samo można wybierać dla nich tło białe lub czarne. Możliwe jest zapisanie pięciu zestawów danych dostępowych do sieci WLAN, z których radiostacja korzysta automatycznie w miarę możliwości. Jednym z nich może być dostęp do domowej sieci dla pracy stacjonarnej z domu, drugim dostęp oferowany przez telefon komórkowy dla pracy na spacerach albo w samochodzie i ogólnie poza domem, a trzeci i dalsze mogą służyć do zaprogramowania dostępu w hotelu, w pracy, przez lokalne sieci na imprezach krótkofalarskich itd. Użytkownik może zastąpić nazwę „MIKE AP” przez dowolnie wybraną i zabezpieczyć dostęp hasłem.

Do spraw podstawowych należy wybór rodzaju łącza internetowego („Connector”) – decydujący o połączeniu z pożądaną siecią cyfrowego głosu – i wprowadzenie jego parametrów konfiguracyjnych włącznie ze standardowo używanym reflektorem lub grupą rozmówców. Po całkowitym zakończeniu konfiguracji należy ją zapisać jako kolejny profil, co ułatwia późniejsze przywołanie. Podobnie jak

w przypadku *Openspota 4* użytkownik ma do dyspozycji 10 profili, dzięki czemu może przygotować sobie ustawienia na najczęściej potrzebne sytuacje. Konfigurację każdego z profili można wyeksportować do pliku tekstowego, zapisać na dysku komputera i w razie potrzeby wczytać dla jej przywrócenia. Dłuższe (ponad sekundowe) przyciśnięcie klawisza strzałki w dół pozwala na wybór reflektora lub grupy w ramach aktualnie używanej sieci. Pojemność pamięci pozwala na zapisanie około 900 reflektorów, grup i serwerów sieci. Bieżącą obsługę ułatwiają zapowiedzi głosowe, stosowane już od dawna również w *Openspotach*.

The screenshot shows two configuration panels. The top panel is titled 'D-STAR/DCS/XLX' and has a 'Save' button. It contains fields for 'Server:' with the value 'DCS001' and 'Module:' with the value 'A'. The bottom panel is titled 'D-STAR/REF/XRF (DPlus/DExtra)' and also has a 'Save' button. It contains a 'Mode:' section with radio buttons for 'Reflector' (selected) and 'Gateway', a 'Server:' field with the value 'REF001', and a 'Module:' field with the value 'C'.

Rys. 2.4. Konfiguracja połączenia internetowego dla reflektorów DCS i XLX (góra) i REF albo XRF (dół). Po wybraniu danych należy je zapisać w pamięci naciskając przycisk „Save”

The screenshot shows a configuration panel titled 'DMR/Homebrew/MMDVM' with a 'Save' button. It contains a 'Protocol:' section with radio buttons for 'Homebrew' (selected) and 'MMDVM'. Below this are fields for 'Server:' with the value 'master.brandmeister.hu:62030', 'SSID:' with the value '0', and 'Server password:' with a masked password '.....'. There is also a link '(show)' next to the password field and a button labeled 'BM hotspot security settings'.

Rys. 2.5. Konfiguracja połączenia internetowego DMR sieci *Brandmeister*

The screenshot shows a configuration panel titled 'DMR/DMRplus dongle' with a 'Save' button. It contains fields for 'Server:' with the value 'IPSC2-DL-HOTSPOT' and 'Reflector (or XLX module):' with the value 'ARES'.

Rys. 2.6. Konfiguracja połączenia internetowego DMR sieci IPSC2. Podobnie nieskomplikowane są okna konfiguracyjne dla pozostałych systemów cyfrowego głosu

Przy pracy w sieci *AllStar M1KE* może nadawać służące do sterowania ciągi tonów DTMF, które dają się również zapisać w pamięci. M1KE umożliwia też prowadzenie dialogów za pomocą tekstowych komunikatów APRS, w sieci DAPNET i w sieci DMR.

Podobnie jak w przypadku *Openspotów* oprogramowanie wewnętrzne jest automatycznie aktualizowane o wybranej przez operatora porze – oczywiście pod warunkiem pojawienia się nowej wersji. Radiostacja musi być naturalnie włączona w tym czasie.

Rys. 2.7. Konfiguracja APRS też nie powinna przysporzyć trudności

Do celów diagnostycznych służy wbudowana funkcja echa („papugi”) – nagrywająca i odtwarzająca głos operatora. Funkcja przedłużająca żywotność akumulatora powoduje ograniczenie stopnia jego naładowania do 80%. Radiostacja dysponuje także funkcją automatycznego wyłączania przy zaniku napięcia ładowania (podobnie jak *Openspota* 3 i 4). Pozwala to na pozostawianie jej stale w samochodzie, włączonej do gniazdka zapalniczki bez narażania akumulatora na wyładowanie w nocy. Autor testu [2.3] korzysta zarówno z M1KE jak i *Openspota 4 Pro* i uważa, że żadne z urządzeń nie może całkowicie zastąpić drugiego. Czasami bywają przydatne funkcje automatycznego włączania i wyłączania radiostacji według zadanego programu.

Niektóre ustawienia i zmiany profili możliwe są także w tak zwanej konsoli TTY – za pomocą programu terminalowego *PuTTY* (lub podobnego) po połączeniu radiostacji z komputerem przez złącze USB. Stosowana jest szybkość transmisji 115200 bit/s i norma 8N1. Niektórzy użytkownicy postulują na forach internetowych dodanie w następnej wersji złącza *Bluetooth*.

Cena radiostacji jest trochę wyższa od ceny *Openspotów* i wyraźnie wyższa od cen popularnych mikroprzemienników na bazie *Maliny*, ale przebijają ją wielofunkcyjność i łatwość obsługi. Użytkownicy lubiący eksperymentowanie z różnymi ustawieniami znajdą więcej możliwości w mikroprzemiennikach MMDVM i podobnych. M1KE jest urządzeniem nowoczesnym, które znalazło swoje pole zastosowania, nie zajęte dotąd przez innych producentów. Można je łatwo przenosić w kieszeni albo w torebce i wygodnie prowadzić łączności z całym światem z dowolnych miejsc i w różnych sytuacjach nie budząc niepotrzebnych podejrzeń.

Tabela 2.1

Najważniejsze parametry techniczne według danych producenta (nie sprawdzane w laboratorium ARRL)

Wymiary	96 x 66 x 25 mm, 102 x 66 x 25 mm z uwzględnieniem uszka dla smyczy
Masa	136 g
Zakres temperatur pracy [°C]	Normalna praca -10 – +45, ładowanie akumulatora 0 – +40
Akumulator	3,7 V/2900 mAh, litowy polimerowo-jonowy zalecana ładowarka o wydajności 1500 mA, ładowanie przez gniazdko USB-C
Pobór prądu	Maks. 1 A
Obsługiwane normy WiFi	IEEE 802.11b/g/n
Moc wyjściowa w.cz.	21 dBm (802.11b, 1 Mb/s)
Zakres częstotliwości	2,412– 2,484 GHz
Czułość odbiornika	802.11b, 1 Mb/s: -98,4 dBm
	802.11g, 6 Mb/s: -93,2 dBm
	802.11n, HT20, MCS0: -92,6 dBm
Moc wyjściowa m.cz.	750 mW

3. Tryb „SuperFox” w FT8

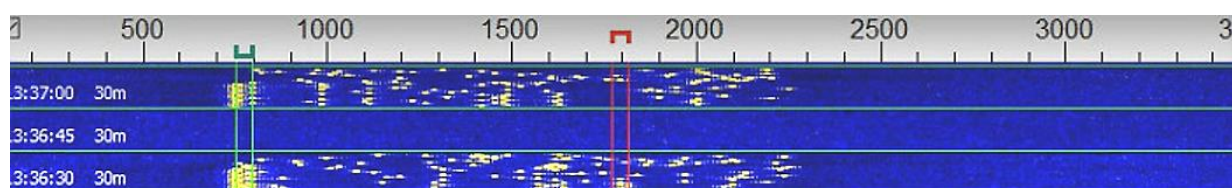
Sygnały emitowane przez stację FT8 pracującą w trybie *SuperFox* różnią się całkowicie od nadawanych w dotychczasowym trybie lisa – również dźwiękowo. Rozwiązanie to pozwala na niezawodne rozpoznanie autentyczności stacji DX-owej i prowadzenie łączności z dziewięcioma stacjami równolegle.

Najważniejszą rzeczą jest to, że tryb *SuperFox* zawiera cyfrowy podpis poświadczający autentyczność stacji. Pozwala to na odróżnienie i eliminację stacji pirackich. Trybem tym dysponują wersje WSJT-X począwszy od 2.7.0 z lipca 2024 roku. W poprzedniej wersji trybu dla ekspedycji DX-owych (trybu lisa i psów gończych) stacja DX-owa mogła nadawać do pięciu odpowiedzi do polujących na nią stacji indywidualnych („psów gończych”). Każdy z sygnałów zajmował pasmo 50 Hz, a odległości między nimi wynosiły po 60 Hz. W korzystnych warunkach stacja DX-owa mogła przeprowadzić do 500 QSO na godzinę. Z trybu DX-owego nie można było korzystać w podzakresach przewidzianych do standardowych łączności FT8. W podzakresach DX-owych stacje lisów pracują pomiędzy 300 i 1000 Hz, a stacje indywidualne pomiędzy 1000 i 4000 Hz. Program nie odpowiada stacjom wywołującym DX-a poniżej 1000 Hz. Wadą tego rozwiązania był podział mocy nadawania lisa na poszczególne kanały-odpowiedzi, co ograniczało zasięg lisa przy większej liczbie wołających stacji.

Sposób posługiwania się trybem *SuperFox* nie różni się dla użytkownika od poprzedniego. Transmitowany jest jednak sygnał o stałej obwiedni mający częstotliwość środkową 1506 Hz i szerokość pasma 1512 Hz. Zajmuje więc ona pasmo pomiędzy 750 i 2262 Hz. Rozwiązanie pozwala na równoległą transmisję do 9 sygnałów odpowiedzi bez podziału mocy, co daje w przybliżeniu zysk systemowy +10 dB w porównaniu z transmisją 5 sygnałów w systemie poprzednim. Transmitowany sygnał różni się całkowicie od standardowego i ma też inny dźwięk. Może on zawierać dowolne komunikaty z CQ i RR73 łącznie. Stacje indywidualne mogą nadawać na dowolnych częstotliwościach podnośnej od 200 Hz wzwyż i nie są one zmieniane po wywołaniu przez ekspedycję. Częstotliwość pracy w.cz. jest ustalana indywidualnie przez każdą ekspedycję i ona też publikuje tę informację. Ekspedycje używające wariantu *SuperFox* nie mogą korzystać ze standardowych podzakresów FT8.

Istotną różnicą w stosunku do poprzedniego rozwiązania jest zawarty w nadawanym sygnale podpis cyfrowy uwierzytelniający autentyczność stacji i uniemożliwiający podszywanie się pod nią stacji pirackich. Północnokaliifornijska fundacja DX-owa sprawdza dane ekspedycji i przyznaje jej klucz gwarantujący autentyczność znaku [3.2]. Stacja DX-owa nadaje ten klucz w trakcie pracy, a stacje indywidualne w oparciu o niego wyświetlają komunikaty o autentyczności znaku ekspedycji.

Dla nastawienia odbioru stacji pracujących w trybie *SuperFox* należy w oknie głównym nacisnąć przycisk „H”. Jako potwierdzenie na ekranie wyświetlany jest napis *SuperHound* („super pies”) na czerwonym tle.



Rys. 3.1. Widmo sygnału w trybie SuperFox. Dolna granica pasma musi się wypadać w miejscu zielonego wskaźnika na skali częstotliwości

Klucze są przyznawane przez fundację północnokaliifornijską organizatorom wypraw do mniej uczęszczanych rejonów lub gdy spodziewana jest intensywna aktywność FT8 i tylko na czas trwania ekspedycji. Operator musi wpisać go w konfiguracji w zakładce ustawień zaawansowanych. Stacje odbierające ekspedycję w nowym trybie – jako *SuperHound* – nie potrzebują klucza. Tryb ten nie jest przewidziany do codziennego użytku ani do pracy w zawodach. *SuperFox* nie wymaga żadnego specjalnego wyposażenia sprzętowego uczestniczących stacji, a jedynie korzystania z pasującej wersji programu. Aktualne wersje WSJT-X pozwalają na pracę w trzech trybach: standardowym FT8, poprzednim lisa i psa gończego i najnowszym *SuperFox*.

W trakcie doświadczeń przeprowadzonych przez DG2YCB dekodował on w ustalonych przez siebie warunkach w trybie poprzednim 100% komunikatów przy korzystaniu z jednego kanału odpowiedzi, w 40% przy korzystaniu z dwóch kanałów, a przy trzech do pięciu nie dekodował nic. W nowej wersji dekodowane było zawsze 100%.



Rys. 3.2. W celu włączenia trybu *SuperFox* należy nacisnąć przycisk *H* w oknie WSJT-X

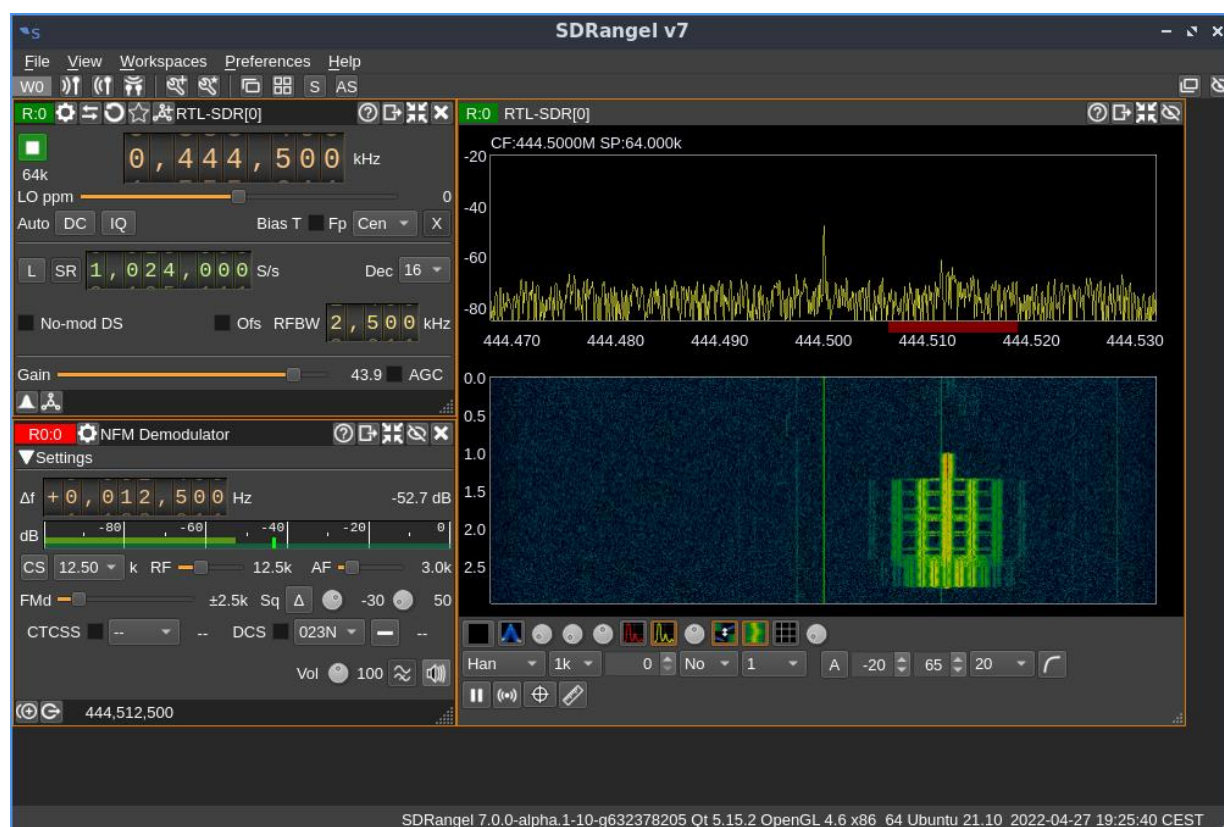
Indicativo	Propietario	País	Fecha Inicio	Fecha Fin
K8R	George Wallner AA7JV	American Samoa	07-jul-24	28-jul-24
N5J	George Wallner AA7JV	Jarvis Island	7-Aug-2024	20-Aug-2024
CY9C	Craig Thompson K9CT	Saint Paul Island	26-Aug-2024	05-sep-24
KH8T	Don Daze N5DD	American Samoa	02-sep-24	16-sep-24
VP6WR	Bill Rothwell G0VDE	Pitcairn Island	05-sep-24	22-sep-24
C21TS	Phillip Hardstaff C21TS	Nauru	06-sep-24	28-feb-25
ZD9GJ	Lance Collister W7GJ	Tristan da Cunha	10-sep-24	27-oct-24
3D22	Dominik Grzyb, 3D2USU	Rotuma	20-sep-24	30-oct-24
3D2V	Dominik Grzyb, 3D2USU	Rotuma	20-sep-24	30-oct-24
C21MM	Rolf Thieme DL7VEE	Nauru	10-oct-24	29-oct-24
YJ0VV	Nick Maslon K1NZ	Vanuatu	14-oct-24	30-oct-24
5R8CI	Leszek Przybylak SP6CIK	Madagascar	22-oct-24	06-nov-24
S9Z	Robin Alexander W7YED	Sao Tome & Principe	10-nov-24	20-nov-24
3D2Y	Gregg Marco	Rotuma	15-nov-24	4-Dec-2024
FW7AA	Al Rovner K7AR	Wallis & Futuma Islands	16-nov-24	2-Dec-2024
3D2AG/P	Antoine N'Yeurt 3D2AG	Rotuma	TBD	TBD
FY/WE9G	Richard Lewis WE9G	French Guiana	14-nov-24	25-nov-24
TO9W	John Sweeney K9EL	Saint Martin	30-nov-24	14-Dec-2024
TO0J	Joe Roemming OZ0J	French Guiana	20-Dec 2024	31 Dec-2024
S21DX	Fazlay Rabby S21RC	Bangladesh	9-Dec-2024	19-Dec-2024
V6WG	Richard Lewis WE9G	Micronesia	18-mar-25	1-Apr-2025
5N9DTG	Dom Gryzb 3D2USU	Nigeria	25-Jan-2025	15-feb-25
VK9XU	Elmar Compans DF4GV	Christmas Island	18-feb-25	11-mar-25
VK9CU	Elmar Compans DF4GV	Cocos Keeling Island	18-feb-25	11-mar-25
TO1P	Janusz Wegrzyn SP9FIH	St. Barthelemy	19-mar-25	5-April-2025

Rys. 3.3. W spisie przyznanych kluczy są również Polacy

4. SDRangel

SDRangel jest uniwersalnym programem dla PC i komputerów androidowych współpracującym z odbiornikami i radiostacjami programowalnymi. Obsługuje wiele modeli od najprostszych odbiorników SDR-RTL począwszy aż do eksperymentalnych TRX *HackRF* i dysponuje kilkunastoma modułami demodulatorów-dekoderów emisji AM, FM, APRS, DSTAR, DMR, DAB+, radiosond i wielu innych.

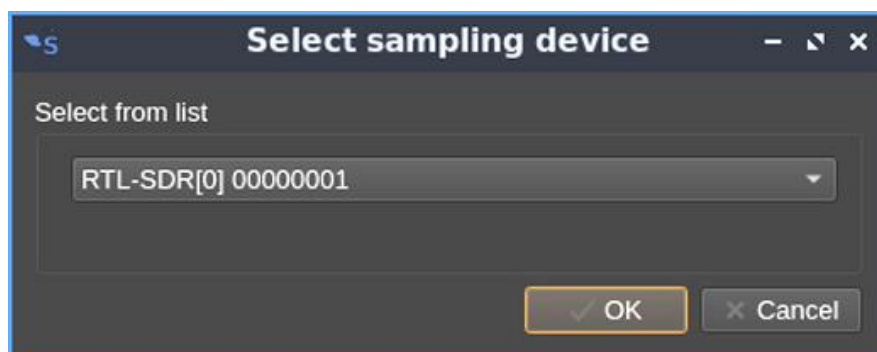
SDRangel w wersjach dla Windows, Androida, Linuksa i Mac OS jest dostępny bezpłatnie w witrynie [4.2]. Również jego kod źródłowy jest publicznie dostępny. Instalacja pod systemem Windows polega na wywołaniu programu instalacyjnego (dla Windows 10 lub 11), natomiast dla Linuksa i Mac OS konieczna jest kompilacja kodu źródłowego. Dla systemu Android należy pobrać program ze sklepu internetowego *Play Store*.



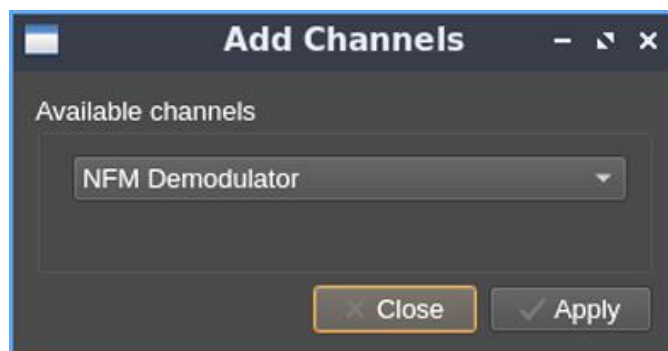
Rys. 4.1. Okno główne: wybrany odbiornik RTL-SDR i demodulator NFM

Program pozwala na odbiór analogowych emisji AM, FM, CW, SSB, DSB, radiofonii UKF-FM (z dekodowaniem sygnału RDS), systemów ILS i VOR oraz (co jest już przeważnie interesujące głównie dla krótkofalowców) telewizji w systemie PAL. Gama dekodowalnych emisji cyfrowych jest znacznie szersza i obejmuje między innymi amatorskie systemy D-STAR, DMR, dPMR, M17, FreeDV (stosowany eksperymentalnie na falach krótkich), packet radio (AX.25), APRS, POCSAG, RTTY, FT8, radiofonię DAB+, telewizję DVB-S i DVB-S2, komunikację z rozpraszaniem widma w standardzie *LoRa*, odbiór sond meteorologicznych RS41, odbiór komunikatów dla żeglugi w systemie NAVTEX, dekodowanie nadawanych na 1090 MHz komunikatów lotniczych ADS-B i wiele innych. Satelity meteorologiczne NOAA nadające w paśmie 137 MHz czarno-białe zdjęcia niestety zostały wyłączone w sierpniu 2025 roku więc dekodery APT NOAA stały się nieprzydatne. Możliwe jest równoległe korzystanie z kilku demodulatorów i uzupełnienie o dodatkowe moduły dekodujące. Do wyboru demodulatora-dekodera służy okienko „Channels” („Kanały”) zawierające rozwijany spis kilkudziesięciu dekodów. Przed rozpoczęciem pracy konieczne jest też wybranie w oknie „Select Sampling Device” („Wybierz źródło próbek sygnału”) odbiornika z rozwijanego spisu, a następnie dostrojenie go do pożądanego częstotliwości. Dla każdego z dekodów użytkownik może ustawić zasadnicze parametry pracy w jego oknie. Odbiorniki mogą być połączone bezpośrednio z komputerem przez złącze USB, przez

lokalną sieć WiFi – pozycja „RemoteTCPInput” albo kablem z wyjścia słuchawkowego odbiornika do wejścia m.cz. (mikrofonowego) komputera – pozycja „Audio Input”. W tym ostatnim przypadku mogą to być odbiorniki dowolnego rodzaju, niekoniecznie tylko programowalne, a *SDRangel* służy jako dekodery FT8, RTTY, APRS itp.



Rys. 4.2. Okienko dialogowe wyboru źródła sygnału



Rys. 4.3. Okienko dialogowe wyboru demodulatora

SDRangel współpracuje z odbiornikami programowalnymi wielu typów: popularnymi RTL-SDR, różnymi modelami firmy *Airspy*, *Fun Cube*, *HackRF*, *Kiwi SDR*, *LimeSDR*, *LimeSDR Mini*, *Lime RFE*, *Perseus*, *PlutoSDR*, odbiornikami firmy *SDRplay* i innymi. *HackRF*, *Lime*, *Adalm Pluto* i *PlutoSDR* pozwalają również na nadawanie wieloma emisjami i prowadzenie własnych eksperymentów radiowych (w bardziej zaawansowanych eksperymentach lepiej skorzystać z oprogramowania GNU-Radio). Minimalne moce nadajników *HackRF* i pozostałych ograniczają zasięgi do pomieszczenia laboratoryjnego i nie pozwalają na wykorzystanie ich zamiast radiostacji amatorskich. Uzyskanie dalszych zasięgów wymaga dodania wzmacniacza mocy.



Fot. 4.4. Eksperymentalny TRX *HackRF One*

Oprócz odbioru i ewentualnie nadawania program może służyć badaniu anten, do obserwacji i analizy sygnałów na wskaźnikach oscyloskopowych i wodospadowych, do analizy protokołów komunikacyj-

nych, do obserwacji radioastronomicznych, sporządzania radiowych map nieboskłonu lub badania zjawisk jonosferycznych, do śledzenia i dekodowania sond meteorologicznych, do pomiarów szumowych sprzętu radiowego i wielu innych.

Korzystanie z tej szerokiej gamy zastosowań ułatwia możliwość założenia i wybierania różnych, dopasowanych do konkretnych potrzeb i wyposażenia, profili konfiguracyjnych.

Odebrane i zdekodowane komunikaty APRS pozwalają na śledzenie położenia stacji na mapie, a na podstawie zdekodowanych komunikatów balonowych radiosond program może wyświetlać wykresy wybranych wielkości meteorologicznych i dodatkowo także wskazywać położenie sondy na mapie lub na tle satelitarnych zdjęć powierzchni ziemi. Na tle uproszczonej mapy wyświetlane są też pozycje samolotów odczytane z komunikatów ADS-B. *SDRangel* dekoduje również lotnicze radiolatarnie VOR. Oprócz demodulatorów emisji analogowych CW, AM, FM i SSB program dysponuje dekoderm dla systemu cyfrowego głosu *FreeDV* (opartego o publicznie dostępny wokoder programowy *Codec 2*) używanego eksperymentalnie na falach krótkich – głównie w paśmie 20 m – przez krótkofalowców. Grono eksperymentatorów jest wprawdzie stosunkowo niewielkie, ale mimo to możliwość rozejrzenia się na tym polu bez dodatkowych inwestycji pozostaje atrakcyjna. *Codec 2* jest stosowany także w eksperymentalnym systemie M17 na falach ultrakrótkich.



Fot. 4.5. SDR-RTL – najpopularniejszy odbiornik programowalny

Pomimo multum funkcji graficzna powierzchnia obsługi jest łatwa w obsłudze i zrozumiała. Program posiada wskaźniki widma i wodospadowy ułatwiające rozpoznanie sygnałów i analizę ich parametrów. Pozwala on także na nagrywanie i późniejsze odtwarzanie odbieranych sygnałów.

Słuchaczom zainteresowanym wyłącznie odbiorem stacji radiofonicznych AM i FM oraz stacji krótkofalarskich SSB, CW, i NFM wystarczą prostsze i łatwiejsze obsłudze programy SDR#, HDSDR i podobne, ale zainteresowani odbiorem eksperymentalnych emisji, praktycznym zapoznaniem się z emisjami dotąd nieużywanymi (transmisjami cyfrowego głosu itp.) albo rzadziej stosowanymi przez krótkofalowców znajdą w *SDRangelu* wygodne i przydatne narzędzie pozwalające na zaspokojenie nawet wyższych wymagań.

5. Hierarchiczna sieć WLAN

W większości przypadków domowa sieć WLAN koncentruje się wokół jednego modemu internetowego. Udostępnia on kontakt z Internetem wszystkim równouprawnionym urządzeniom – komputerom wszelkiej maści, telefonom komórkowym, radioodbiornikom internetowym, konsolom do gier, drukarkom sieciowym, mikroprzebiegnikom sieci cyfrowego głosu, węzłom sieci Meshcom lub Meshtastic itd. Wszystkie te urządzenia mogą, zależnie od ich funkcjonalności, także kontaktować się między sobą i świadczyć sobie wzajemnie usługi. Sytuacja ta nie budzi żadnych zastrzeżeń dopóki dotyczy to jedynie własnych urządzeń. W przypadku udostępnienia wejścia do sieci gościom albo własnym dzieciom czyli ogólnie osobom, które być może nie będą w należytnym stopniu dbać o bezpieczeństwo sieci i mogą ściągnąć do niej różne szkodniki internetowe albo już je mieć z innego źródła i przy okazji rozpowszechniać je w sieciach, z których korzystają gościnnie praktycznym rozwiązaniem może okazać się podział własnej sieci na dwa obszary.

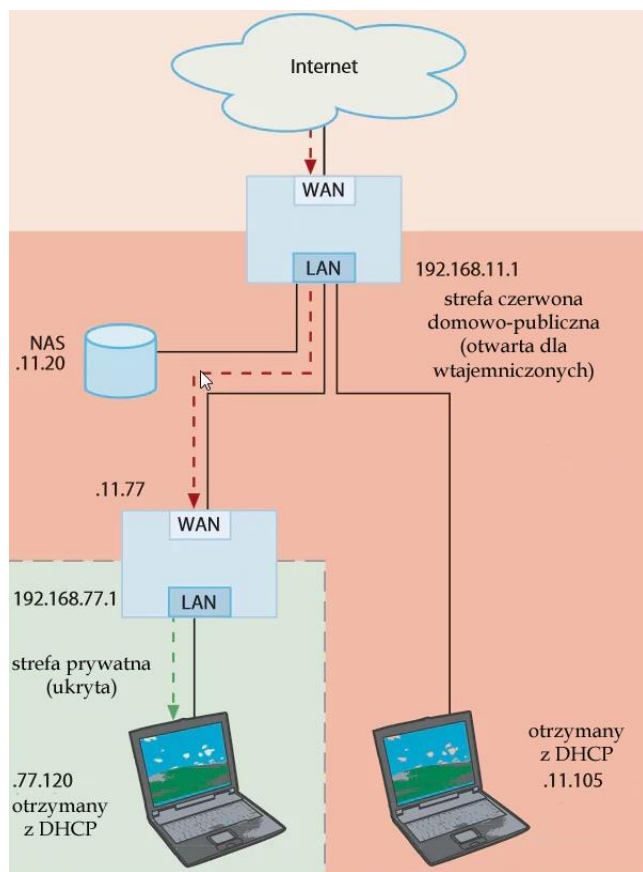
Jeden z nich jest przeznaczony do szerszego użytku (nazwijmy go publicznym lub domowo-publicznym, chociaż w rzeczywistości jest on co najwyżej ograniczenie publicznym) i jego dane dostępne mogą być udostępniane gościom lub innym użytkownikom, a drugi prywatny jest dostępny tylko dla domowników. Oba obszary korzystają ze wspólnego dostępu do Internetu, przy czym sprzęt użytkowników z obszaru prywatnego nie jest dostępny dla urządzeń z obszaru publicznego, ale w przeciwną stronę jest to możliwe.

Cel ten najłatwiej osiągnąć łącząc kaskadowo dwa modemy internetowe (rys. 5.1). Jeden z nich, główny, jest połączony bezpośrednio z internetem i zapewnia dostęp do internetu dla wszystkich. Drugi, którego wyjście sieciowe (WAN) jest połączone z jednym z gniazd ethernetowych – LAN – modemu głównego stanowi centrum sieci obszaru prywatnego i zapewnia jej pośredni dostęp do Internetu przez modem główny. Modem prywatny widzi lokalną sieć modemu głównego już jako Internet. Oba obszary noszą różne oznaczenia SSID i mają oczywiście różniące się hasła dostępu. Strefa prywatna jest w większym stopniu zabezpieczona przed nieuprawnionym dostępem ze strony internetowej ponieważ potencjalni włamywacze muszą się przebić przez oba modemy. Jest więc ona nazywana także strefą bezpieczną. Powinny się w niej znaleźć w pierwszym rzędzie komputery i telefony komórkowe domowników, serwery zawierające prywatne dane lub w przypadku pracy zdalnej dane z nią związane. Wszystkie inne urządzenia zainstalowane w domu lub należące do gości powinny korzystać ze strefy domowo-publicznej.

Jako modem prywatny może służyć dowolny modem internetowy (punkt dostępu do Internetu, ang. *router*) wyposażony w gniazdo WAN. Mogą być to modele domowe stacjonarne identyczne jak modem główny lub zbliżone do niego np. różne modele *Fritz!Boxów* lub firmy TP-LINK, ale dobrze nadają się także proste modemy podobne firmy *TP-Link (AC750 Wireless Travel Router, TL-WR902AC, TL-WR802N, TL-MR3020 itp.)*. Ewentualne modemy DSL, kablowe i inne muszą być wyłączone. Konieczne może być też wstępne skonfigurowanie modemu prywatnego, zwłaszcza jeśli jest to – bardziej rozbudowany – modem stacjonarny. Wymaga to połączenia go przed użyciem w sieci z dowolnym komputerem za pomocą kabla ethernetowego i wywołanie powierzchni obsługi w przeglądarce internetowej, a następnie wpisanie jego adresu IP w konfiguracji. W wariantach połączenia jego gniazdzka WAN z gniazdkiem LAN modemu głównego zalecane jest, aby adres ten różnił się od adresu modemu głównego w trzecim (przedostatnim) polu. Można również pozwolić, aby pobierał on adres IP z serwera DHCP modemu głównego. W przypadku gdy modem oferuje wybór operatora internetowego (rodzaju dostępu) – przykładowo *Fritz!Box* – należy wybrać tam pozycję WAN.

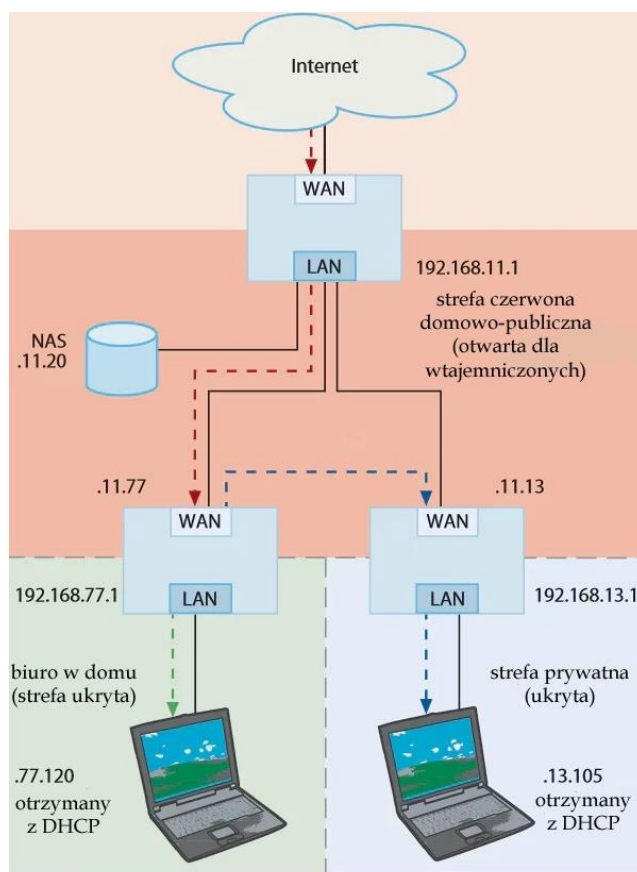
Bardziej rozbudowane instalacje zawierają dwa modemy pomocnicze podłączone do modemu głównego, przez co powstają dwie rozdzielne względem siebie strefy prywatne o opisanych powyżej właściwościach (rys. 5.2). Strefa domowo-publiczna pozostaje niezmienną.

Zamiast sieci hierarchicznej można utworzyć dwie rozłączne równoległe strefy sieci domowej po włączeniu w modemie internetowym dostępu dla gości. Dysponuje on oddzielnym obszarem adresowym IP, nazwą sieci i hasłem dostępu. Niepotrzebny jest wówczas drugi modem, ale urządzenia połączone z jedną ze stref (np. domowo-publiczną) nie są dostępne dla korzystających z drugiej.



== == przekierowywanie kanałów logicznych (ang. port)

Rys. 5.1. Organizacja sieci dwupoziomowej z jedną strefą ukrytą i przykładowym przydziałem adresów IP



== == przekierowywanie kanałów logicznych (ang. port)

Rys. 5.2. Organizacja sieci z dwoma prywatnymi strefami ukrytymi i przykładowym przydziałem adresów IP



Fot. 5.3. Podróżny modem TL-W902AC

W celu skonfigurowania TL-W902AC jako punktu dostępowego w sieci hierarchicznej należy przełącznik przesunąć na pozycję *AP/Rng EXT/Client* i po włączeniu zasilania i podłączeniu urządzenia do modemu internetowego za pomocą kabla ethernetowego w przeglądarce internetowej na dowolnym komputerze podać adres <http://tplinkwifi.net> w celu wywołania strony konfiguracyjnej. Można pozostawić domyślną nazwę sieci i hasło dostępu lub zmienić je na dowolne inne.

6. Czy zmiany klimatu wpływają na stan jonosfery

Aktywność Słońca wywiera wpływ na stan otoczenia Ziemi czyli na tzw. pogodę kosmiczną¹. Pomimo oddalenia Słońca od Ziemi o około 150 mln km pogoda kosmiczna wywiera wpływ na stan jonosfery. Najważniejszym parametrem pomiarowym stanu jonosfery jest częstotliwość krytyczna warstwy F2 nad określonym obszarem (foF2). W oparciu o nią można obliczyć gęstość elektronów w przestrzeni powyżej. Dane pomiarowe foF2 są zbierane za pomocą sond jonosferycznych od dziesięcioleci, co pozwala na określenie długookresowego charakteru zmian przez uśrednienie wyników bieżących. W ten sposób dało się zaobserwować tendencję do obniżania się częstotliwości krytycznej foF2 związaną ze wzrostem stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze, a zwłaszcza stężenia dwutlenku węgla (CO₂). Narzuca się więc pytanie czy zmiany klimatyczne wywierają wpływ na warunki propagacji fal radiowych.

Częstotliwość krytyczna foF2 stanowi najważniejszy parametr opisujący bieżący stan jonosfery, a zbierane od dziesięcioleci wyniki pomiarów prowadzonych na wszystkich kontynentach uczyniły z niej najczęściej badany wskaźnik opisujący zmiany długookresowe [6.2]. Pomiary stężenia CO₂ na wysokościach do 110 km wykazały, że wzrasta ono o około 5% na dziesięciolecie i przyrost ten jest niezależny od wysokości [6.3]. W wyniku efektu cieplarnianego temperatura troposfery wzrasta w miarę wzrostu stężenia dwutlenku węgla. W leżących powyżej termosfery i jonosferze występuje zjawisko odwrotne [6.4]. Wzrost stężenia dwutlenku węgla i innych gazów powoduje tam ochładzanie promieniowania i obniżenie zarówno gęstości jak i temperatury warstw leżących powyżej 100 km.

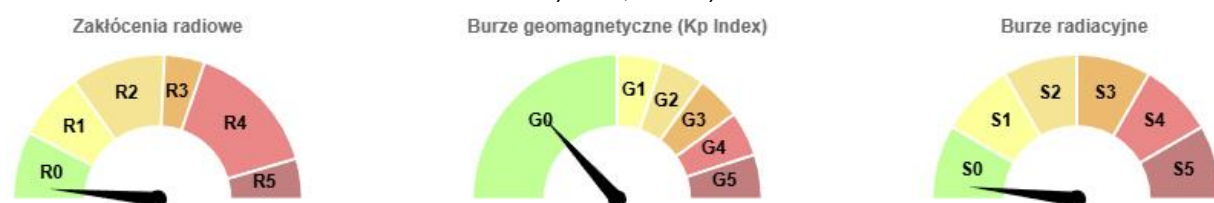
Zmiany te wpływają pośrednio na szybkości jonizacji i rekombinacji cząstek w warstwie F2. Wypadkowo w ich wyniku maleje liczba wolnych elektronów, a co za tym idzie – ich gęstość. Teoretycznie mogłoby to spowodować, że stabilne łączności możliwe dotąd przykładowo w paśmie 17 m musiałyby się przenieść na pasmo 20 m.

Istotne staje się więc zbadanie rzeczywistej skali zmian. Według opublikowanego na początku lat 1990-tych modelu obliczeniowego podwojenie stężenia dwutlenku węgla powinno spowodować obniżenie foF2 o 0,2 – 0,5 MHz [6.5]. Rzeczywiste zmierzone w latach 1947 – 2017 stężenie wzrosło tylko z 305 do 405 x 10⁻⁶.

Faktyczne występowanie mierzalnych zmian foF2 potwierdza analiza wielu zbieranych przez dziesiątki lat wyników pomiarów. Analiza danych zebranych w leżącym na szerokości północnej 30° Wuhan w środkowych Chinach w ciągu ostatnich 70 lat potwierdza występowanie słabej, ale znaczącej statys-

¹ Pogoda kosmiczna to zespół zjawisk zachodzących na Słońcu oraz w naszej ziemskiej magnetosferze i jonosferze. Intensywność zjawisk zachodzących w środowisku kosmicznym ma bezpośrednie przełożenie na funkcjonowanie człowieka we współczesnym świecie. Niekorzystne warunki pogody kosmicznej przekładają się na zakłócenia w łączności radiowej i satelitarnej. Mogą wystąpić awarie lub uszkodzenia elektroniki, w którą wyposażone są sztuczne satelity Ziemi. W trakcie dużej aktywności zjawisk zachodzących na Słońcu mogą także nastąpić zakłócenia w funkcjonowaniu sieci energetycznych. Oczywiście oprócz skutków negatywnych, występują także pozytywne. Obserwatorzy mogą obserwować piękne zjawisko zorzy polarnej. Niemniej jednak z punktu widzenia gospodarczego i bezpieczeństwa energetycznego społeczeństwa, liczba ujemnych skutków jest dominująca nad aspektami korzystnymi. Do opisu pogody kosmicznej powszechnie stosuje się trzy indeksy: burze geomagnetyczne (ang. *geomagnetic storm*, czyli zaburzenia ziemskiego pola magnetycznego wywołane warunkami w wietrze słonecznym), burze radiacyjne (ang. *solar radiation storm*, czyli wzrost promieniowania towarzyszący wzrostowi liczby cząstek energetycznych) oraz zakłócenia radiowe (ang. *radio blackout*, czyli zakłócenia jonosfery spowodowane słoneczną emisją promieniową X). W celu ostrzegania społeczeństwa przed negatywnymi skutkami stosuje się alerty opracowane w oparciu o indeksy. /Wikipedia/

Alerty pogody kosmicznej (stan z 10.11.2025, godz. 16.30 MEZ; foF2 wynosiła 9,350 MHz; MUF (3000 km) – 31,6 MHz)



tycznie obniżki foF2. Najwyraźniejsza zmiana występowała przy zachodzie Słońca w latach 2000 – 2015. W porównaniu z rokiem 1947 foF2 obniżyła się o ponad 0,2 MHz [6.6].

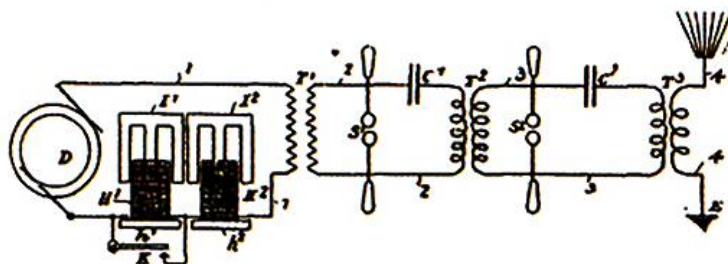
Analogicznie zaobserwowano na wyższych szerokościach geograficznych na obu półkulach tendencję zniżkową [6.7], ale nie wszędzie. W pewnych rejonach (np. w Ahmedabadzie – 22°59' N) zaobserwowano nawet lekki wzrost częstotliwości krytycznej F2.

Według obecnych wyników badań może dojść w dłuższych okresach czasu do zmian stanu jonosfery, który odbije się ujemnie na warunków propagacji fal krótkich. Zmiany te jednak nie będą miały znaczących rozmiarów w okresie życia obecnego pokolenia krótkofalowców i będą ginąć w zwykłych okresowych zmianach aktywności Słońca. Nie można jednak lekceważyć wyników przeprowadzonych dotąd badań. Wskazują one na możliwość zmian globalnej zawartości elektronów w jonosferze, a to może wywrzeć wpływ rozchodzenie się fal i na dokładność satelitarnych systemów nawigacyjnych. Sprawy te są obecnie dokładniej badane.

Tekst jest tłumaczeniem poz. [6.1].

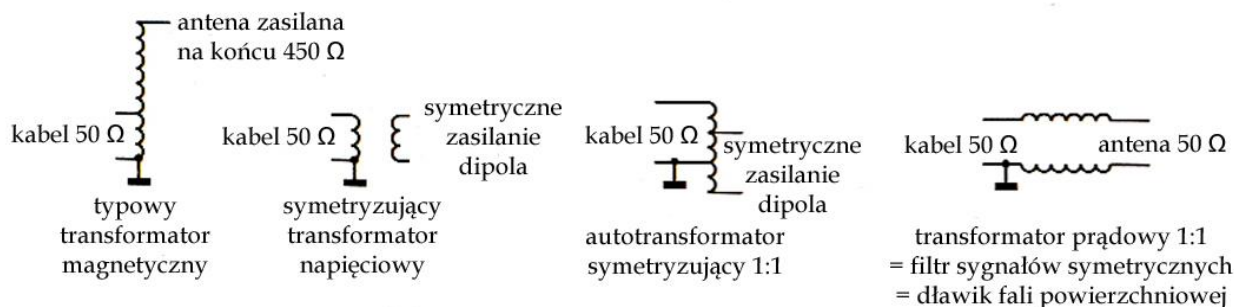
7. WFS i straty w transformatorach antenowych

Już Marconi w 1901 roku w trakcie swoich prób łączności transatlantycznej korzystał z układów dopasowujących antenę i z symetryzatorów. Rozwiązania tego typu układów można bez trudu znaleźć obecnie w Internecie. Niestety brakuje przeważnie wyników pomiarów WFS i strat w funkcji częstotliwości dla prawie wszystkich rozwiązań fabrycznych i dla konstrukcji krótkofalarskich. W poz. [7.1] OE6CWI przedstawia wyniki własnych pomiarów dla najbardziej rozpowszechnionych rodzajów obwodów. Zestawienie to ma charakter ogólny i nie jest pomyślane jako rodzaj klasyfikacji dostępnych produktów. W podsumowaniu autor wykazuje, że najprostszy i najłatwiejszy w realizacji symetryzator prądowy, łatwy do wykonania w postaci kilku zwojów kabla koncentrycznego nawiniętego na rdzeniu pierścieniowym zapewnia dobre rezultaty.



Rys. 7.1. Nadajnik iskrowy Marconiego: moc doprowadzona 25 KW, moc wyjściowa w.cz. 11 kW na falach średnich. Najprawdopodobniej po drugiej stronie Atlantyku została odebrana harmoniczna wypadająca na falach krótkich, a nie fala podstawowa, dla której prawdopodobieństwo odbioru przy użyciu ówczesnych środków było w najlepszym wypadku znikome

Symetryzatory i transformatory magnetyczne mogą powodować straty przekraczające 50%, przesuwają fazy z przeciwnych na wyjściach symetrycznych na szkodliwą zgodność faz i wprowadzają wysoki współczynnik fali stojącej (WFS). Anteny wymagają wówczas korekty dopasowania. Wprowadzenie symetryzatora do instalacji wymaga przeprowadzenia pomiarów i zbadania w jakim stopniu spowodował on poprawę lub pogorszenie sytuacji.



Rys. 7.2. Schematy transformatorów magnetycznych, symetryzatorów napięciowych i prądowych

Transformator magnetyczny

Anteny o wysokiej impedancji wejściowej j.np. anteny zasilane na końcu wymagają użycia transformatora dopasowującego (transformatora magnetycznego w przypadku anten nierezonansowych lub obwodu Fuchsa dla anten półfalowych). Układ autotransformatora zapewnia, że tylko część energii jest przenoszona na drodze magnetycznej co zmniejsza straty w układzie zasilania. Na przytoczonym dalej wykresie WFS wyraźnie widoczna jest dolna granica zakresu pracy. Poniżej impedancja transformatora dąży do zera – do zwarcia. Dla wyższych częstotliwości WFS rośnie i maleje dobroć uzwojenia. Transformatory magnetyczne nawinięte na rdzeniach z materiału 61 (przykładowo uzwojenia 6+3 zwoje przewodu 1,5 lub 2,5 mm² nawinięte na dwóch złożonych rdzeniach Fair-Rite 5961001201) mają

na 30 MHz około 10% strat, a na 52 MHz – około 30%. Popularny materiał 43 powoduje w transformatorach napięciowych około 70% strat na 30 MHz.

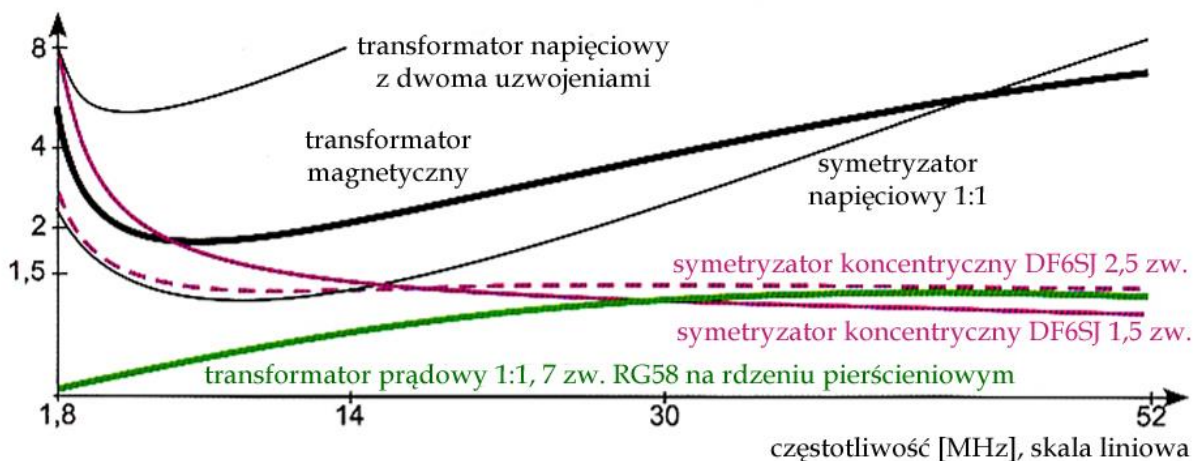
Transformator magnetyczny powinien być jako przeciwwaga dla przewodu anteny dobrze uziemiony, gdyż w tym przypadku brakuje drugiego ramienia dipola, a pole powinno się rozłożyć w stosunku do ziemi, a nie w stosunku do ekranu kabla koncentrycznego. Dławik tłumiący falę powierzchniową na kablu powodowałby w takim przypadku przerwę w połączeniu z ziemią.

Napięciowe transformatory symetryzujące

Analogicznie jak transformatory zasilające są one włączane równolegle do źródła napięcia. Teoretycznie idealny symetryzator z dwoma izolowanymi uzwojeniami powinien w pełni wyeliminować problemy z powstawaniem fali powierzchniowej i zapewniać całkowitą symetrię. Pomiary wykazały jednak pogorszenie WFS i dla rdzenia z materiału 61 straty wynosiły 50% na 30 MHz, gdyż cała moc była przekazywana magnetycznie, a nie jak w przypadku autotransformatorów częściowo na drodze elektrycznej. Zaradzić temu można stosując (mniej rozpowszechniony) autotransformator o przekładni 1:1. Uzwojenie połączone z kablem koncentrycznym składa się z 4 zwojów z odczepem na środku. Daje to poprawę WFS i zmniejszenie strat do 25% przy 30 MHz. Wszystkie podane w tekście straty odnoszą się do mocy 100 W i anteny dopasowanej ze współczynnikiem fali stojącej bliskim jedności. Poniżej z grubsza 20 MHz straty te są niewielkie.

Na rys. 7.4. przedstawiony jest wariant symetryzatora wykonanego z kabla współosiowego o średnicy wewnętrznej 110 mm i 1,5 lub 2,5 zwoja kabla RG58 (na ilustracji 7.4 w kolorze białym) i nawiniętego w odwrotnym kierunku przewodu o przekroju 4 mm² (na ilustracji 7.4 w kolorze czarnym). Koncept pochodzi najprawdopodobniej z książki G. Janzena, DF6SJ „Kurze Antennen” [„Anteny krótkie”], wyd. w Stuttgarcie w 1988 r. Pomysł długości uzwojeń 3,5 zwoja pochodzi na pewno od DF6SJ. Dla uzwojeń po 1,5 zwoja bez karkasu symetryzator wykazuje minimalne straty w zakresie do 52 MHz. W wariantcie 1,5 zwojowym oba napięcia wyjściowe zachowują w pełnym zakresie fal krótkich przeciwne fazy, ale w zakresie poniżej 10 MHz występuje między nimi 25% różnica amplitud.

WFS symetryzatorów i transformatorów magnetycznych



Rys. 7.3. Przebieg współczynnika fali stojącej w funkcji częstotliwości dla omówionych typów symetryzatorów i obwodów dopasowujących

Symetryzator prądowy

Odpowiada on stosowanym w obwodach zasilania filtrom zakłóceń symetrycznych lub dławikom tłumiącym falę powierzchniową. Dla sygnałów niesymetrycznych oba uzwojenia leżą w szereg z nimi, a ich pola magnetyczne kompensują się. Wypadkowa indukcyjność jest zerowa i symetryzator nie stanowi dla nich żadnej przeszkody. Symetryzator stanowi natomiast zaporę dla sygnałów symetrycznych. W wariantcie podstawowym nie występuje ani transformacja napięcia ani impedancji. W przypadku nawinięcia symetryzatora kablem koncentrycznym WFS w zakresie do 52 MHz leży przeważnie poniżej 1,3. Tłumienie sygnałów symetrycznych zmierzone przyrządem *tinyVNA* (dla połączenia żyły

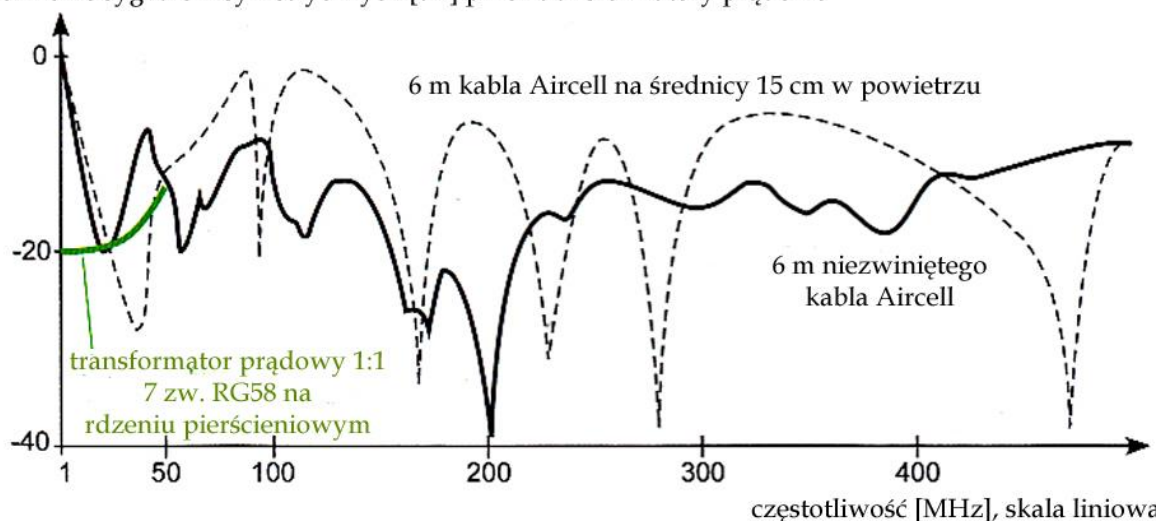
środkowej lub ekranu kabla między wyjście i wejście przyrządu) wynosi dla pokazanego na ilustracji symetryzatora z 7 zwojami RG58 -20 dB w zakresie do 14 MHz, -18 dB na 30 MHz i -15 dB na 52 MHz. Symetryzator ma najlepszy WFS ze wszystkich porównywanych na wykresie 7.3 i do prawie 30 MHz praktycznie nie ma istotnych strat ponieważ sygnał niesymetryczny nie jest przekazywany na drodze magnetycznej przez rdzeń transformatora.



Rys. 7.4. Symetryzator ze zwiniętego kabla RG58 (białym) z dodatkowym uzwojeniem z drutu (w kolorze czarnym), źródło: DF6SJ „Kurze Antennen”

Dla skutecznego tłumienia sygnałów symetrycznych transformatory prądowe muszą mieć znaczną indukcyjność (a co za tym idzie oporność indukcyjną – reaktancję). Dlatego też korzystnym materiałem na rdzenie jest materiał 43 lub stosowany w większości filtrów przeciwzakłóceńowych. Wiele rdzeni rurkowych nakładanych na kable może dawać nawet lepsze efekty i dodatkowo skutecznie tłumić wyższe częstotliwości w.c.z. Indukcyjność rośnie kwadratowo ze wzrostem ilości zwojów, dlatego też dla stłumienia najniższych częstotliwości (1,8 MHz) konieczna jest większa liczba rdzeni rurkowych lub stosowania rozwiązań zawierających kombinację rdzeni rurkowych i pierścieniowych.

tłumienie sygnałów symetrycznych [dB] przez transformatory prądowe



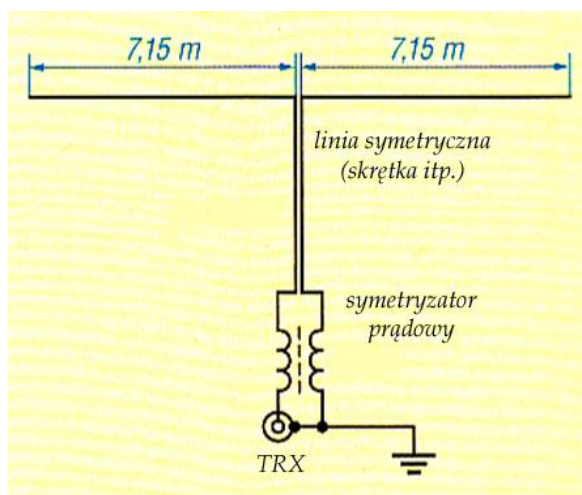
Rys. 7.5. Tłumienie sygnałów symetrycznych przez transformatory prądowe w funkcji częstotliwości w zależności od wykonania

W transformatorach prądowych nie występują problemy z niepożądanymi przesunięciami fazy w całym zakresie ich tłumienia składowych symetrycznych. Transformatory można nawinać nie tylko kablami koncentrycznymi, ale również zwykłymi przewodami. Nie zapewnia to jednak równie dobrej symetrii.

W przypadku różnic indukcyjności uzwojeń ich pola magnetyczne nie kompensują się całkowicie i sygnał użyteczny napotyka na swojej trasie wypadkową tłumiącą go indukcyjność.

Zaleca się, aby dławik fali powierzchniowej dla wyższych częstotliwości składał się z kilku zwoi kabla koncentrycznego. Powoduje to jednak powstanie przypadkowych rezonansów zależnych od pojemności uzwojenia i międzyzwojowych, co nie występuje w przypadku niezwiniętego kabla. Lepsze wyniki, nawet na falach krótkich, daje zdaniem autora kabel niezwinięty, ale o większej długości.

W artykule opublikowanym w numerze 11/2025 *Funkamateura* [7.2] DK6ED przedstawia konstrukcję dipola zasilanego linią symetryczną. Na jej końcu od strony radiostacji włączony jest symetryzator prądowy. Dla pasma 30 m składa się on z 12 zwojów kabla koncentrycznego nawiniętego na rdzeniu pierścieniowym FT240-77. Jako linii zasilającej autor użył wojskowej skrętki 2 x 24 z 0,2 mm w izolacji z PCW. Spotykane w Niemczech skrętki w zależności od szczegółów wykonania mają impedancję falową od 102 do 120 Ω . Wynikające stąd niedopasowania mogą być bezproblemowo skorygowane przez obwody dopasowujące na wyjściu radiostacji. Dla wyższych częstotliwości krótkofalowych dają się jednak zauważyć straty w izolacji. Oczywiście można skorzystać z linii symetrycznej w dowolnym innym wykonaniu, ale nie narusza to samej proponowanej zasady. Indukujące się w przewodach linii symetrycznej prądy symetryczne kompensują się częściowo w samej linii a resztę tłumienia zapewnia symetryzator. Uzyskane laboratoryjnie wyniki tłumienia fali powierzchniowej były zdaniem autora lepsze, aniżeli w przypadku symetryzatora umieszczonego bezpośrednio przy antenie i zasilania jej w typowy sposób za pomocą kabla współosiowego.



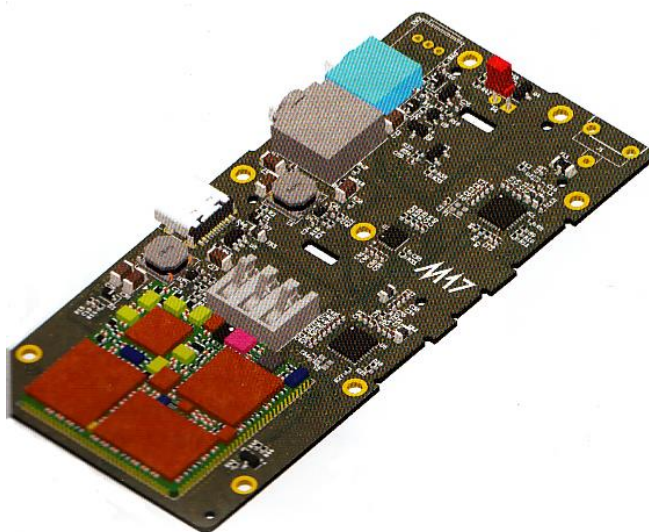
Rys. 7.6. Konstrukcja i zasilanie dipola na przykładzie dipola na pasmo 30 m. Długości ramion obliczono ze wzoru $l [m] = 72,25 / f [MHz]$. W wykonaniu ze skrętki ramiona stanowią rozciągnięte końce odcinka skrętki

Rys. 7.7. Sposób wykonania opisanego w tekście symetryzatora

8. Radiostacja programowalna *LinHT*

W odróżnieniu od fabrycznych radiostacji wyposażonych w oprogramowanie wewnętrzne przygotowane i utrzymywane w tajemnicy przez producenta *LinHT* ma być ręczną radiostacją posiadającą oprogramowanie dostępne publicznie. Jest ono opracowywane i udoskonalane przez grupę *LinHT* (*Linux Handheld Transceiver*) związaną z fundacją M17. Programowalna radiostacja (SDR) ma pracować na zasadzie cyfrowej obróbki sygnałów, a wszystkie szczegóły konstrukcji i oprogramowania mają być dostępne publicznie dla użytkowników.

Sam concept został poważnie uproszczony w stosunku do poprzednich. Konstruktorzy zrezygnowali z użycia programowalnych układów logicznych FPGA i zastąpili je przez concept instalacji systemu Linuks w module (SoM). Oprócz uproszczenia układu uzyskuje się w ten sposób obniżkę kosztów i zwiększenie przystępności sprzętu dla użytkowników.



Rys. 8. 1. Widok płytki głównej sporządzony w *KiCadzie*, źródło [8.1]

Fot. 8.2. Radiostacja w obudowie Retevisa C62, źródło [8.1]

Podstawą konstrukcji jest zainstalowanie w module radiostacji systemu Linuks (w dystrybucji Yocto) pracującego na podwójnym procesorze ARM Cortex-A55 taktowanym z częstotliwością 1,7 GHz i koprocesorze ARM Cortex-M33 zawierającym zmiennoprzecinkową jednostkę arytmetyczną taktowanym z częstotliwością 250 MHz. Procesor jest wyposażony w pamięć 2 GHz.

Rozwiązanie to pozwala użytkownikom na ładowanie własnych programów opracowanych przy użyciu systemu programowania graficznego *GNU Radio*. Mogą oni w ten sposób modyfikować istniejące funkcje lub dodawać własne.

Zainstalowany system w module zawiera także jednostkę sieci neuronowej (NPU) z biblioteką *TensorFlow Lite* usprawniającą dekodowanie dla wokodera *Codec 2*.

Blok w.cz. radiostacji zawiera kwadraturowy (I/Q) modulator i demodulator SX1255 firmy Semtech. Pozwala on na programowe kodowanie i dekodowanie różnych emisji i pracuje w zakresie 420 – 450 MHz. Przy odbiorze M17 z maksymalną częstotliwością próbkowania SX1255 (500 kHz) prototyp *LinHT* pobiera 0,2 A z oryginalnego akumulatora C62 o pojemności 2000 mAh – łącznie z podświetleniem klawiatury i wyświetlacza.

Czas uruchamiania systemu wynosi obecnie 25 sekund, ale można się spodziewać, że ulegnie on skróceniu.

Wszechstronność

Dzięki programowalności *LinHT* może obecnie pracować następującymi emisjami:

- M17 – nadawczo i odbiorczo;
- FM – nadawczo i odbiorczo z wykorzystaniem pre- i deemfazy i tonów CTCSS;

- SSB – nadawczo i odbiorczo;
- TETRA – odbiorczo, przeprowadzone były udane próby odbioru;
- 64QAM – udane próby nadawania i odbioru z przepływnością 1,5 i 2 Mbit/s.

W przyszłości można się spodziewać dodania systemu *FreeDV* i przyszłych.

Znaczenie dla krótkofalowców

LinHT stanowi platformę dla eksperymentów i nowych opracowań krótkofalarskich. Dzięki całkowicie otwartej architekturze pozwala to krótkofalowcom na:

- opracowywanie i wypróbowywanie własnych programów i protokołów komunikacyjnych;
- eksperymenty z różnymi rodzajami emisji poza modulacją częstotliwości (FM);
- naukę programowania w systemie *GNU Radio* w rzeczywistych warunkach;
- dalszy rozwój platformy.

Znany w świecie pionier powszechnie dostępnego oprogramowania Bruce Perens (K6BP) uważa *LinHT* za obecnie najważniejszy projekt rozwoju sprzętu krótkofalarskiego. W ograniczonym zakresie użytkownicy mogą też korzystać z gry *Doom*.

Wykorzystanie *Retevisa C62* jako podstawy sprzętowej

Dla przyspieszenia i zoptymalizowania procesu rozwojowego został on oparty o gotową podstawę sprzętową w postaci radiostacji *Retevis C62*. Płytką główną *LinHT* zastępuje bezpośrednio standardową płytkę główną *Retevisa*. Wykorzystano z niej także obudowę, klawiaturę, wyświetlacz i inne elementy mechaniczne.

Pozwala to konstruktorom na skoncentrowanie się na opracowaniu płytki głównej, bloku wysokiej częstotliwości (radiowego) i oprogramowania. W rozwiązaniu docelowym znajduje zastosowanie także oryginalny akumulator C62.

Zespół i stan zaawansowania prac

Zespół pracujący nad *LinHT* składa się z następujących osób (są one również autorami reprodukowanych zdjęć):

- Wojciecha Kaczmareckiego (SP5WWP) zajmującego się opracowywaniem układu elektronicznego i oprogramowania, testami i budową pierwszych prototypów;
- Vlastimila Sintáka (OK5VAS), którego zadaniem jest opracowanie płytki drukowanej;
- Andreasa Schmidbergera (OE3ANC), zajmującego się integracją układu elektronicznego i oprogramowania włącznie z instalacją Linuksa.

Pierwsze prototypy zostały już uruchomione z dobrym skutkiem: Linuks startuje, łączy się z Internetem i współpracuje z większością bloków układu.

Programy opracowane w środowisku GNU Radio mogą być załadowane i wykonywane w układzie. Uzyskano moc wyjściową w.cz. 5 mW. Obecnie trwają prace nad uzupełnieniem radiostacji o wzmacniacz w.cz. (GRF5604). Pozwoliłoby to na uzyskanie mocy wyjściowej 3 – 5 W. Koncepcja została zweryfikowana na Konferencji M17 w 2025 r.

Koszty pierwszej serii prototypowej wynoszą 490 \$ za pięć zmontowanych w firmie PCBWay płytek drukowanych i 469 \$ za pięć jednostek SoM, dodatkowo do ceny wykorzystywanych radiostacji *Retevis C62*.

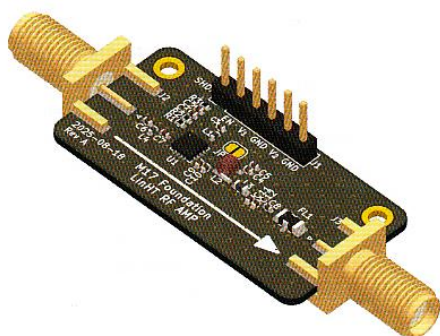
Decyzje konstruktorów

Wybór GRF5604 do stopnia mocy wiązał się z jego małymi wymiarami, sprawnością i możliwością dostarczenia mocy 5 W przez przenośną radiostację. Napięcia zasilania 3 – 5,25 V dostarcza pojedynczy akumulator litowo-jonowy albo dodatkowy zasilacz sieciowy.

Moduł i.MX93 wystarcza w pełni do dekodowania cyfrowego głosu; wokoder M17 *Codec 2* pracuje bez zarzutu, a próby odbioru TETRY również zakończyły się sukcesem. Powinno być nawet możliwe

uruchomienie bardziej wymagającego wokodera IMBE/AMBE (stosowanego w systemach P25, DMR itd.) na procesorze Cortex-A55 i z koprocesorem Cortex-M33 bez wykorzystania NPU.

Dotychczasowe rozstrzygnięcia umożliwiły uruchomienie pierwszej serii prototypowej. Funkcjonująca radiostacja na zakres 70 cm ze wzmacniaczem mocy 5 W i działającym wokoderem *Codec 2* pracująca w systemie M17 stanowi wystarczający dowód poprawności przyjętego konceptu.



Rys. 8.3. Widok płytki wzmacniacza mocy sporządzony w KiCadzie

Fot. 8.4. Widok płytki prototypowej

Plany na przyszłość:

- Całkowite uruchomienie układów na głównej płytce drukowanej;
- Integracja i optymalne zestrojenie wzmacniacza mocy;
- Rozszerzenie możliwości oprogramowania, zwłaszcza zarządzania przez sieć lokalną, udoskonalenie powierzchni obsługi i lepszej integracji programów sporządzanych w środowisku GNU Radio.

Zainteresowani dalszym rozwojem projektu mogą zgłaszać gotowość współpracy lub wsparcia finansowego pod adresem [8.2] albo [8.3]. Szczegółowe dyskusje dostępne są w blogu pod adresem [8.4].

9. Zastosowanie impulsów szpilkowych w miernictwie

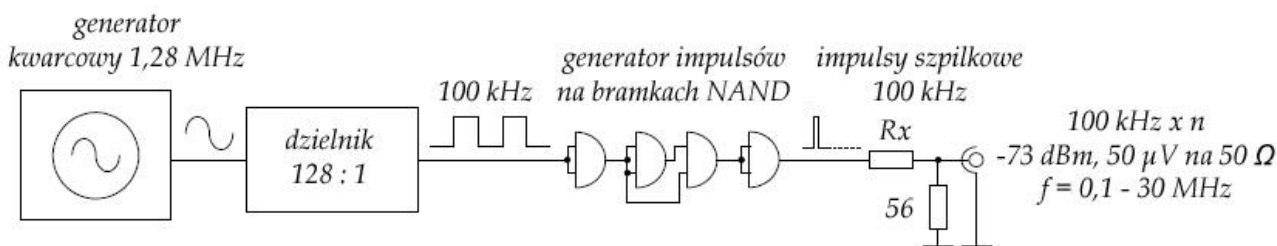
Generator impulsów szpilkowych wytwarza szerokie widmo sygnału i równomiernie rozmieszczonych prążkach o amplitudzie nie ulegającej zmianom w dość szerokim zakresie. Oczywiście jak w przypadku każdego widma sygnału impulsowego jego obwiednia w funkcji częstotliwości jest opisana funkcją $\sin(x)/x$ ale czym węższe są generowane impulsy szpilkowe tym dalej wypada pierwsze zero funkcji i tym większe są odstępy między poszczególnymi zerami. W pewnej części zakresu można więc przyjąć amplitudy prążków jako stałe. Przykładowo generator impulsów szpilkowych oferowany w sklepie internetowym *Funkamateura* dostarcza widma o stałej amplitudzie w zakresie 100 kHz – 30 MHz o prążkach odległych co 100 kHz. Prążki mają poziom -73 dBm co odpowiada sile S9 – 50 μ V na 50 Ω . Tak wykalibrowany generator może służyć do badania lub kalibracji wskazań mierników siły sygnałów w odbiornikach.

Poziom n-tego prążka widma jest obliczany ze wzoru

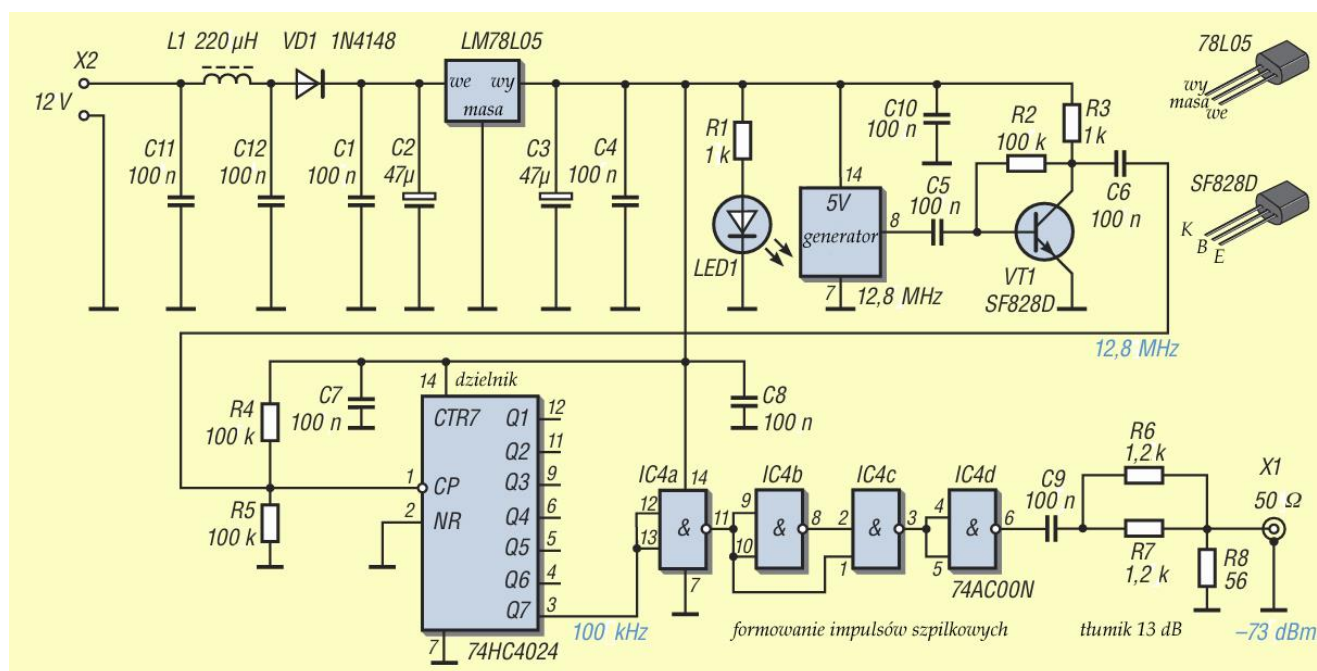
$$C_n = 2 U_s \frac{t_0}{T} \frac{\sin(n \pi / 2)}{n \pi / 2}$$

Gdzie U_s jest wartością szczytową impulsów, t_0 – szerokością impulsów, T – okresem powtarzania impulsów, (t_0/T – jest więc współczynnikiem wypełnienia ciągu impulsów), n – numerem prążka.

Dla generowanego ciągu impulsów o wartości szczytowej 0,4 V, szerokości 4 ns i częstotliwości powtarzania 100 kHz ($T = 10 \mu$ s) otrzymujemy poziom pierwszego prążka C1 – 226 μ V (-60 dBm na 50 Ω), i poziom 300 prążka (odpowiadającego częstotliwości 30 MHz) C300 = 215 μ V (-60,34 dBm na 50 Ω).



Rys. 9.1. Schemat blokowy generatora impulsów szpilkowych 100 kHz



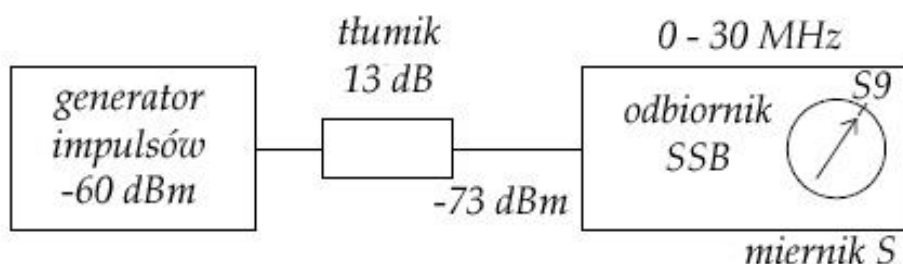
Rys. 9.2. Schemat ideowy generatora (zestaw BX-099 *Funkamateura*)

Układ kalibratora składa się z generatora kwarcowego o częstotliwości 12,8 MHz, dzielnika przez 128 i układu na bramkach logicznych NAND wytwarzającego impulsy szpilkowe o szerokości 4 nsek –

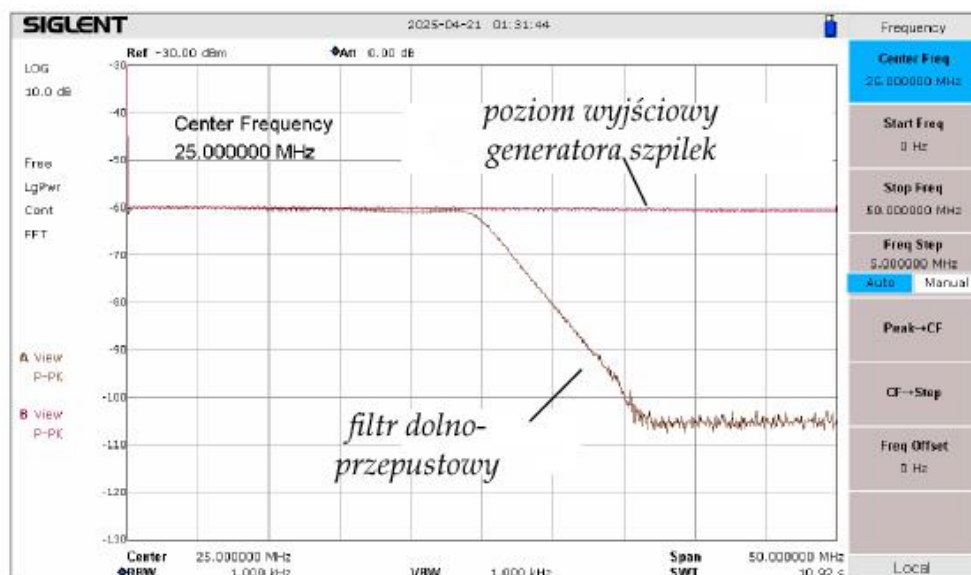
o widmie sięgającym gigaherców. Na wyjściu układu znajduje się tłumik 13 dB. Dla leżących poniżej 30 MHz pierwszych 300 prążków poziom można przyjąć za stały i równy podanej powyżej wartości. Występujące tutaj różnice można praktycznie pominąć – na 30 MHz spadek poziomu wynosi 0,34 dB. Zmiany poziomu prążków wynikające z przebiegu funkcji $\sin(x)/x$ dają się zaobserwować dopiero powyżej 30 MHz. Pierwsze zero obwiedni wypada na częstotliwości:

$$f_0 = 1/t_0 = 1/4 \text{ [ns]} = 250 \text{ MHz.}$$


Fot. 9.3. Wygląd generatora z zestawu BX-099



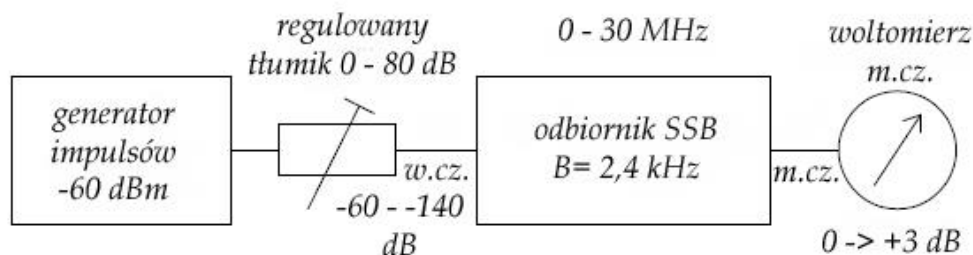
Rys. 9.4. Kalibracja miernika siły sygnału



Rys. 9.5. Pomiar charakterystyki przenoszenia filtra dolnoprzepustowego 25 MHz za pomocą generatora impulsów szpilekowych. Ustawiony zakres częstotliwości analizatora widma 0 Hz – 50 MHz (dzięki czemu szczyty prążków tworzą linię ciągłą), dynamika 45 dB

Oprócz badania miernika siły odbioru generator można wykorzystać do pomiarów charakterystyk częstotliwościowych filtrów i transformatorów w.cz. albo czułości i współczynników szumów odborników

krótkofalowych. W pierwszym przypadku do obserwacji charakterystyki służy, podobnie jak przy pomiarach z użyciem generatora szumów, analizator widma.



Rys. 9.6. Schemat blokowy układu do pomiaru czułości odbiornika

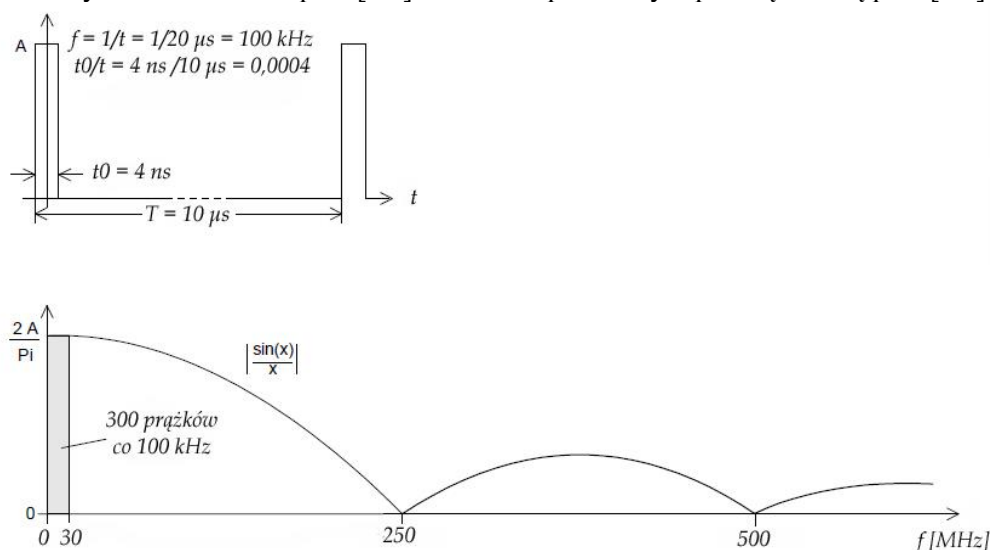
Przy pomiarach czułości i poziomu szumów należy na wyjście m.c.z. odbiornika włączyć miliwoltomierz i za pomocą regulatora siły głosu ustawić poziom wyjściowy np. na 100 mV. Następnie należy połączyć wyjście generatora impulsów szpilkowych z wejściem antenowym odbiornika przez regulowany (przełączany) tłumik w.c.z. Tłumik ten zastępuje standardowy tłumik 13 dB, a więc na jego wejściu poziom sygnału wynosi -60 dB.

Odbiornik należy dostroić do częstotliwości odpowiadającej wielokrotności 100 kHz, przykładowo 14,2 MHz, tak aby w głośniku był słyszalny ton dudnień około 500 Hz. Następnie należy wyregulować tłumik tak, żeby miliwoltomierz wskazywał 141 mV (lub ogólniej – wskazania początkowe $\times 1,41$). Odpowiada to wzrostowi siły sygnału o 3 dB.

Jeżeli przykładowo tłumienie wynosi 67 dB to czułość graniczna odbiornika (ang. *MDS*) jest równa:
 $n = -60 \text{ dB}/2,4 \text{ kHz} + (-67 \text{ dB}) = 127 \text{ dBm}/2,4 \text{ kHz}$.

W przykładzie przyjęto szerokość pasma przenoszenia odbiornika 2,4 kHz.

Opierając się na czułości granicznej oblicza się następnie współczynnik szumów odbiornika. Przeliczając uzyskaną dla pasma 2,4 kHz czułość na teoretyczną szerokość pasma 1 Hz otrzymujemy stosunek 2400 co odpowiada 34 dB ($= 20 \log(2400 \text{ [Hz]}/1 \text{ [Hz]})$). Następnie odejmując 34 dB od obliczonej czułości granicznej dla 2400 Hz otrzymujemy -161 dB ($-127 \text{ dBm}/2,4 \text{ kHz} - 34 \text{ dB} = -161 \text{ dBm}/1 \text{ Hz}$). Teoretyczna czułość graniczna odpowiadająca poziomowi szumów termicznych wynosi -174 dBm/1 Hz, co oznacza, że współczynnik szumów odbiornika wynosi $-161 \text{ dBm/Hz} - (-174 \text{ dBm/Hz}) = 13 \text{ dB}$. Tekst jest skróconym tłumaczeniem poz. [9.1]. Tematom pokrewnym poświęcone są poz. [9.4] – [9.6].

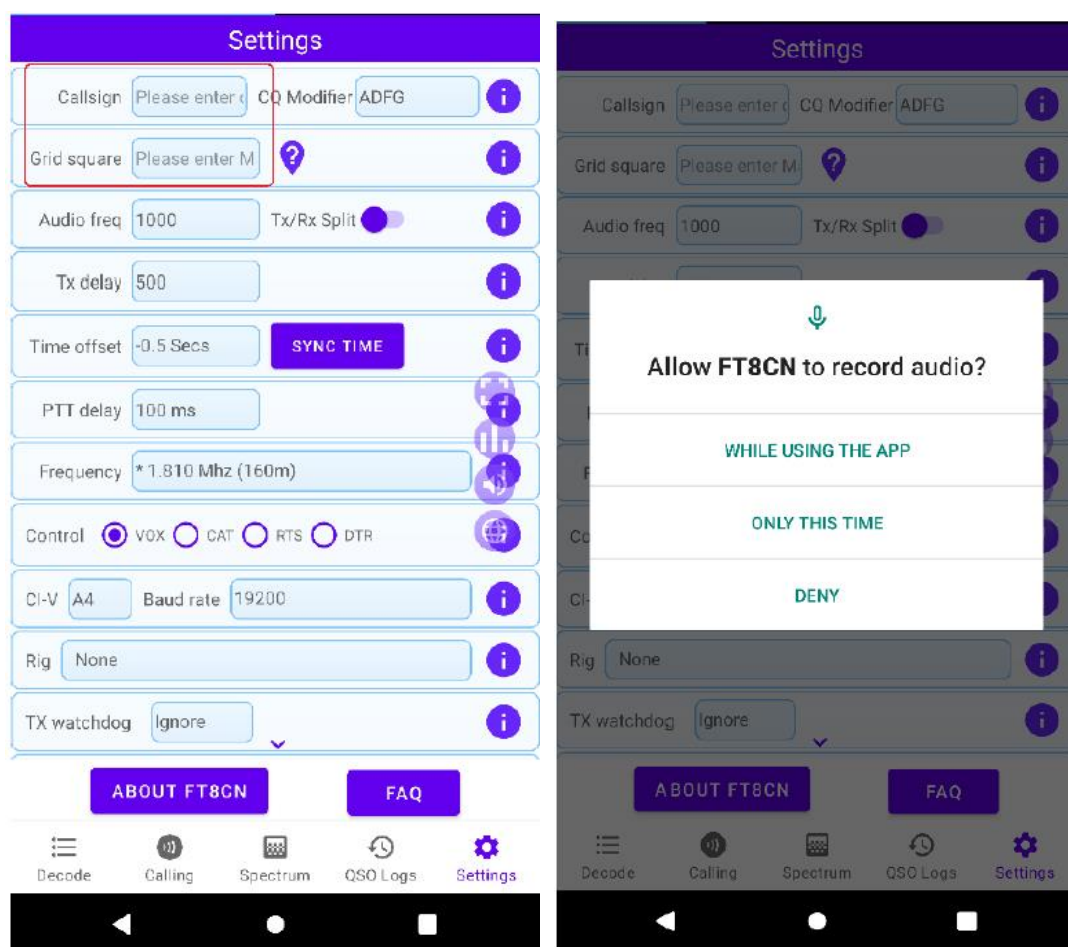


Rys. 9.7. Ciąg impulsów pomiarowych i jego widmo

10. Krótka instrukcja obsługi programu FT8CN

FT8CN jest programem terminalowym FT8 dla przenośnych komputerów i telefonów komórkowych pracujących pod systemem operacyjnym Android. Jest on pomyślany tak, aby umożliwić wygodną pracę emisją FT8 w warunkach terenowych. Program autorstwa BG7YOZ wymaga Androida w wersji 6.0 lub nowszej.

Po pierwszym uruchomieniu programu konieczne jest wprowadzenie własnego znaku wywoławczego i kwadratu lokatora (rys. 10.1).



Rys. 10.1. Podstawowe dane konfiguracyjne

Rys. 10.2. Zapytanie czy przyznać uprawnienia do nagrywania

Program wymaga uprawnień do nagrywania odbieranego głosu. Dodatkowo można przyznać uprawnienia do odczytu własnej pozycji i dostępu do łącza *Bluetooth (BT)*, jeżeli operator korzysta z radiostacji w nie wyposażonej. W niektórych przypadkach po przyznaniu uprawnień do nagrywania konieczne może być ponowne uruchomienie programu FT8CN. W celu sprawdzenia czy nagrywanie funkcjonuje prawidłowo należy otworzyć okno wskaźnika wodospadowego i sprawdzić czy wyświetlają się na nim odbierane sygnały. W przypadku niemożności nagrywania wyświetla się zapytanie jak na ilustracji 10.2. Wskaźnik wodospadowy w czasie odbioru przedstawia ilustracja 10.3.

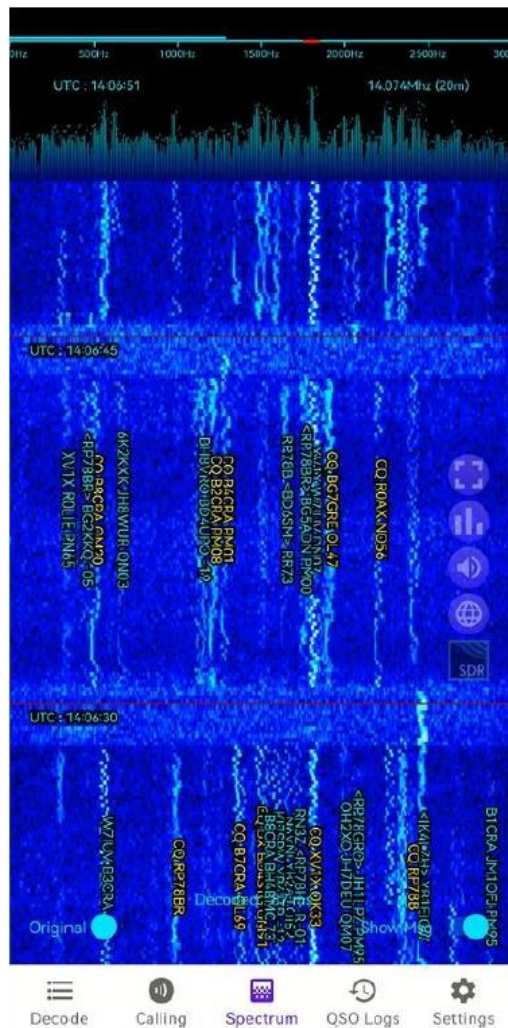
Sterowanie radiostacją

FT8CN może sterować radiostacją przez złącze USB, złącze szeregowo, przez BT albo przez sieć lokalną WLAN. Przez sieć mogą być sterowane m.in. niektóre modele radiostacji Icoma i FlexRadio z serii 6000.

Wiele modeli radiostacji pozwala na sterowanie za pośrednictwem złącza USB (CAT) i posiada własne podsystemy dźwiękowe. Pozwala to na zdalne przestrajanie radiostacji, kluczowanie nadajnika, zmiany

rodzajów emisji i ewentualnie na odczyt WFS i ALC zależnie od modelu radiostacji. Komputer musi dysponować funkcją OTG lub konieczne jest zastosowanie przejściówki OTG.

Przed połączeniem z radiostacją konieczne jest wybranie jej modelu (od czego zależy zestaw używanych poleceń) i nastawienie szybkości transmisji (rys. 10.4). Po podłączeniu kabla USB należy przyznać FT8CN prawa do korzystania ze złącza szeregowego (rys. 10.5). Po ich przyznaniu wywołanie FT8CN powoduje otwarcie okna wyboru złącza szeregowego. Użytkownik musi wybrać złącze przeznaczone do sterowania radiostacją (rys. 10.6).



Rys. 10.3. Wskaźnik wodospadowy (na ekranie w pozycji pionowej)

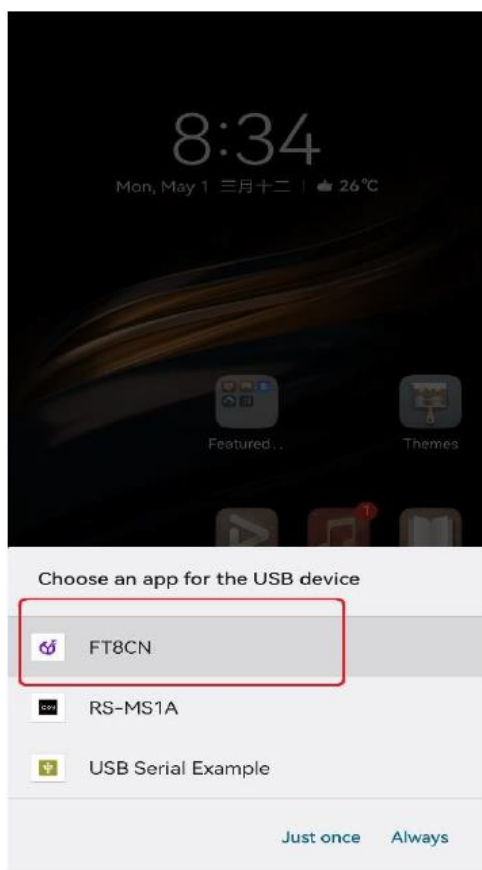
Control ☐ VOX ☒ CAT ☐ RTS ☐ DTR

Connection type ☒ USB ☐ Bluetooth ☐ Network

CI-V 70 Baud rate 19200

Rig ICOM IC-7000

Rys. 10.4. Ustawienia dla zdalnego sterowania radiostacją

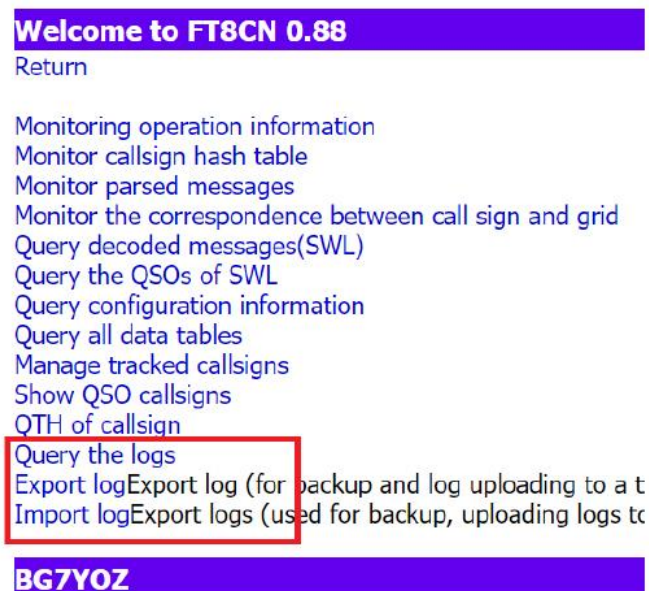


Rys. 10.5. Uprawnienia dla FT8CN



Rys. 10.6. Wybór złącza szeregowego

Import i eksport dzienników łączności



Rys. 10.9. Wywołanie funkcji importu i eksportu

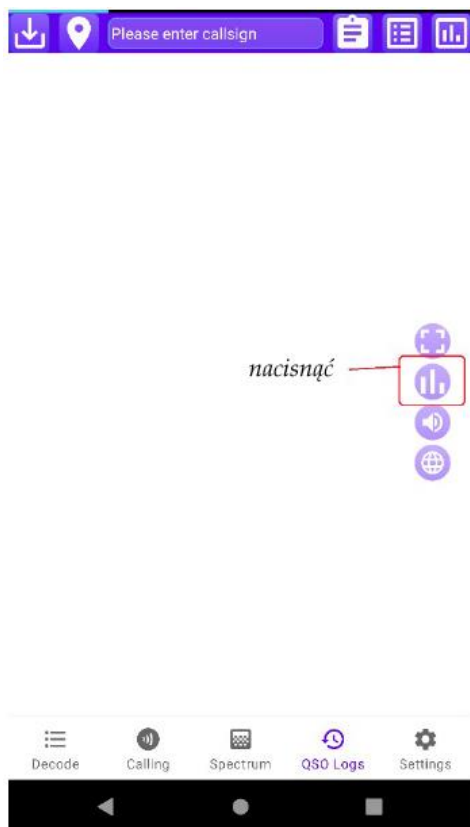
Import z Internetu, eksport (przykładowo na serwery LotW albo QRZ) i sporządzanie kopii bezpieczeństwa wymaga przyznania FT8CN dostępu do plików przez sieć. Wymaga to naciśnięcia przycisku strzałki w dół na stronie wpisywania kontaktów (rys. 10.7). Otwierane jest okno dialogowe dla podania adresu internetowego pokazane na rysunku 10.8. W trakcie importu danych program rozpoznaje duplikaty danych.



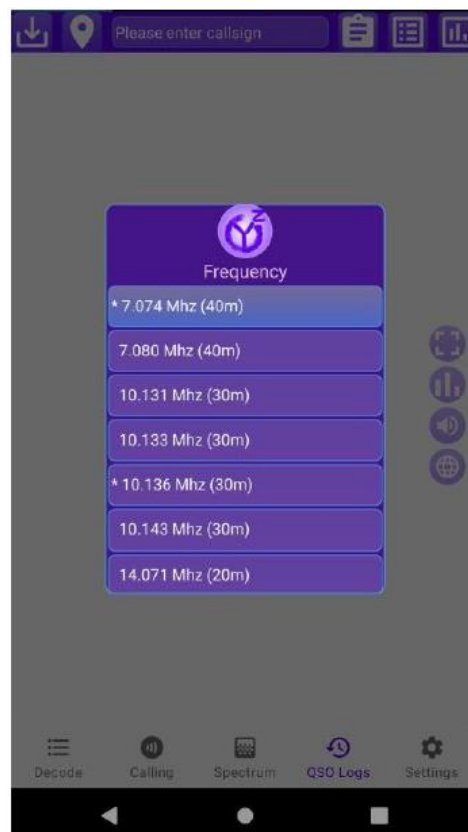
Rys. 10.7. Przyznanie uprawnień

Rys. 10.8. Okno dialogowe do wprowadzenia adresu *http*

Po naciśnięciu przycisku strojenia (rys. 10.10) otwierane jest okno dialogowe wyboru częstotliwości (rys. 10.11).



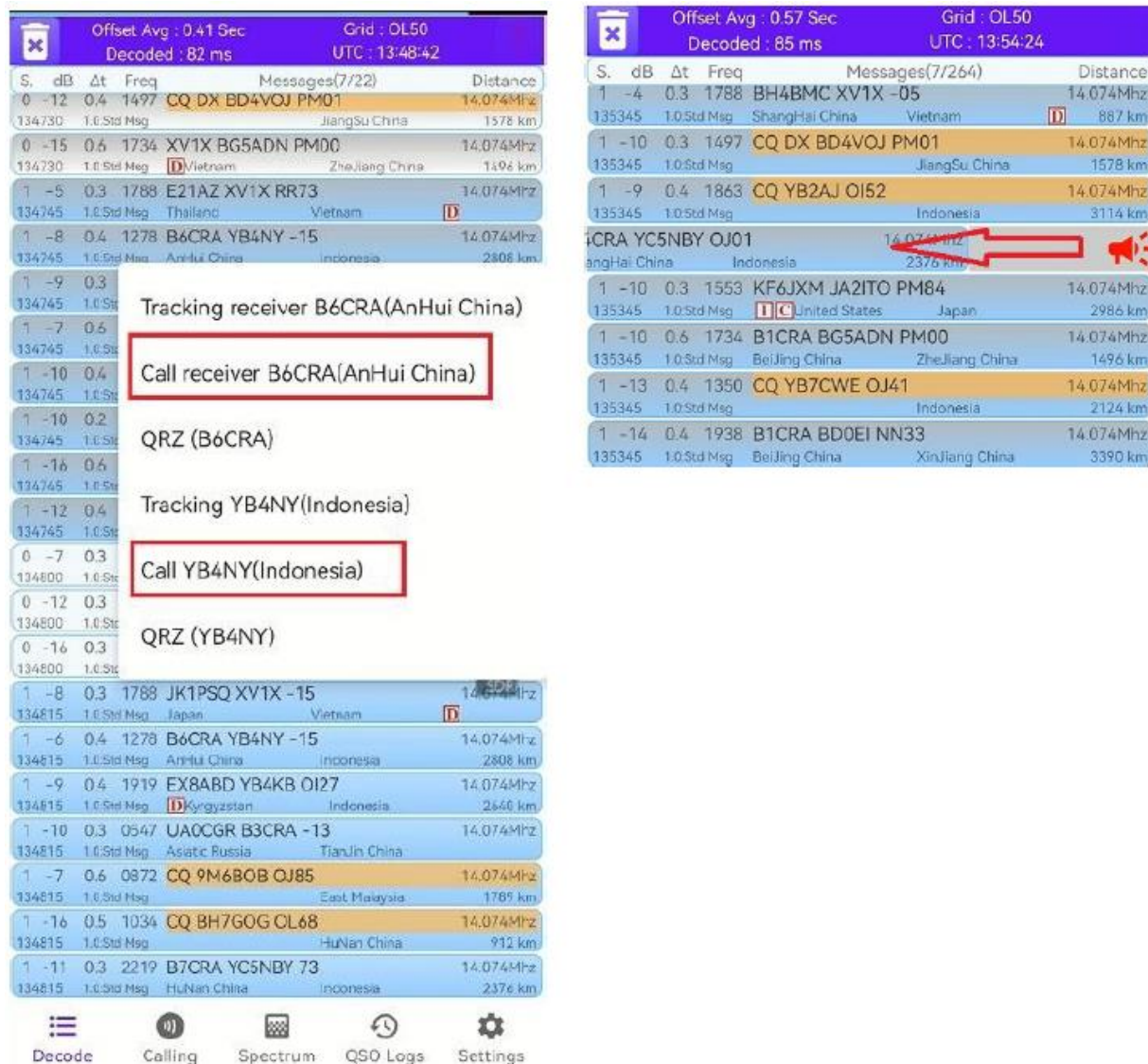
Rys. 10.10. Przycisk strojenia



Rys. 10.11. Wybór częstotliwości

Wywołanie stacji z okna odbiorczego

W oknie zdekodowanych komunikatów („Decode”) i wywołań („Call”) należy dłużej przycisnąć wybrany komunikat, który jest następnie wyświetlany w okienku tekstowym. FT8CN przejmuje znak stacji jako cel wywołania. FT8CN wywołuje stację automatycznie, konieczne jest przesunięcie komunikatu w lewo na ekranie (rys. 10.12 po prawej). Jeżeli nastąpi to najpóźniej w ciągu 2,5 sekundy od początku cyklu wywołanie rozpoczyna się natychmiast, jeszcze w tym cyklu.



Rys. 10.12. Wywołanie odbieranej stacji

Po obróceniu telefonu (komputera) do pozycji poprzecznej – zwanej też krajobrazową (ang. *landscape*) – na ekranie wyświetlany jest wskaźnik wodospadowy i obok niego okno odbiorcze (rys. 10.13). W celu wybrania stacji na ekranie wodospadowym należy dotknąć jej na wskaźniku (rys. 10.14). Na ekranie wyświetlana jest odpowiadająca jej częstotliwość akustyczna.



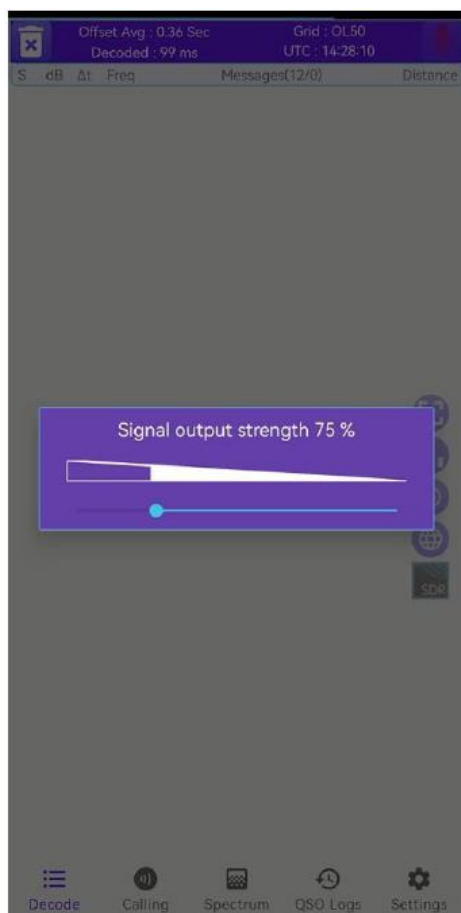
Rys. 10.13. Wyświetlanie wskaźnika wodospadowego i okna odbiorczego obok siebie na ekranie położonym poziomo



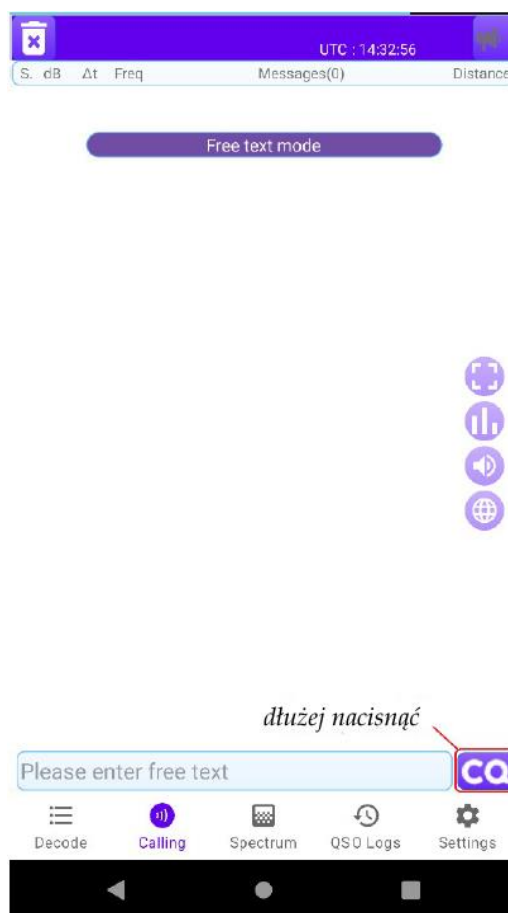
Rys. 10.14. Wybór stacji na wskaźniku wodospadowym

Regulacja stopnia wymodulowania

W emisji SSB moc nadawanego sygnału zależy od poziomu wymodulowania nadajnika. W przypadku gdy jest ona zbyt niska należy spróbować wyregulować siłę głosu w telefonie (komputerze). Jeżeli jest to niewystarczające należy nacisnąć symbol głośniczka w oknie FT8CN – trzeci po prawej stronie na ilustracji 10.10. Otwierane jest okno regulatora siły głosu (poziomu modulacji FT8CN) – patrz rys. 10.15. Poziom modulacji należy ustawić tak, aby wskazania ALC (automatycznej regulacji mocy nadawania) radiostacji były na poziomie jak najbliższym zera lub najwyżej minimalnie ponad, aby uzyskać maksymalny poziom jeszcze nie zniekształconego sygnału nadawanego.



Rys. 10.15. Regulacja poziomu modulacji



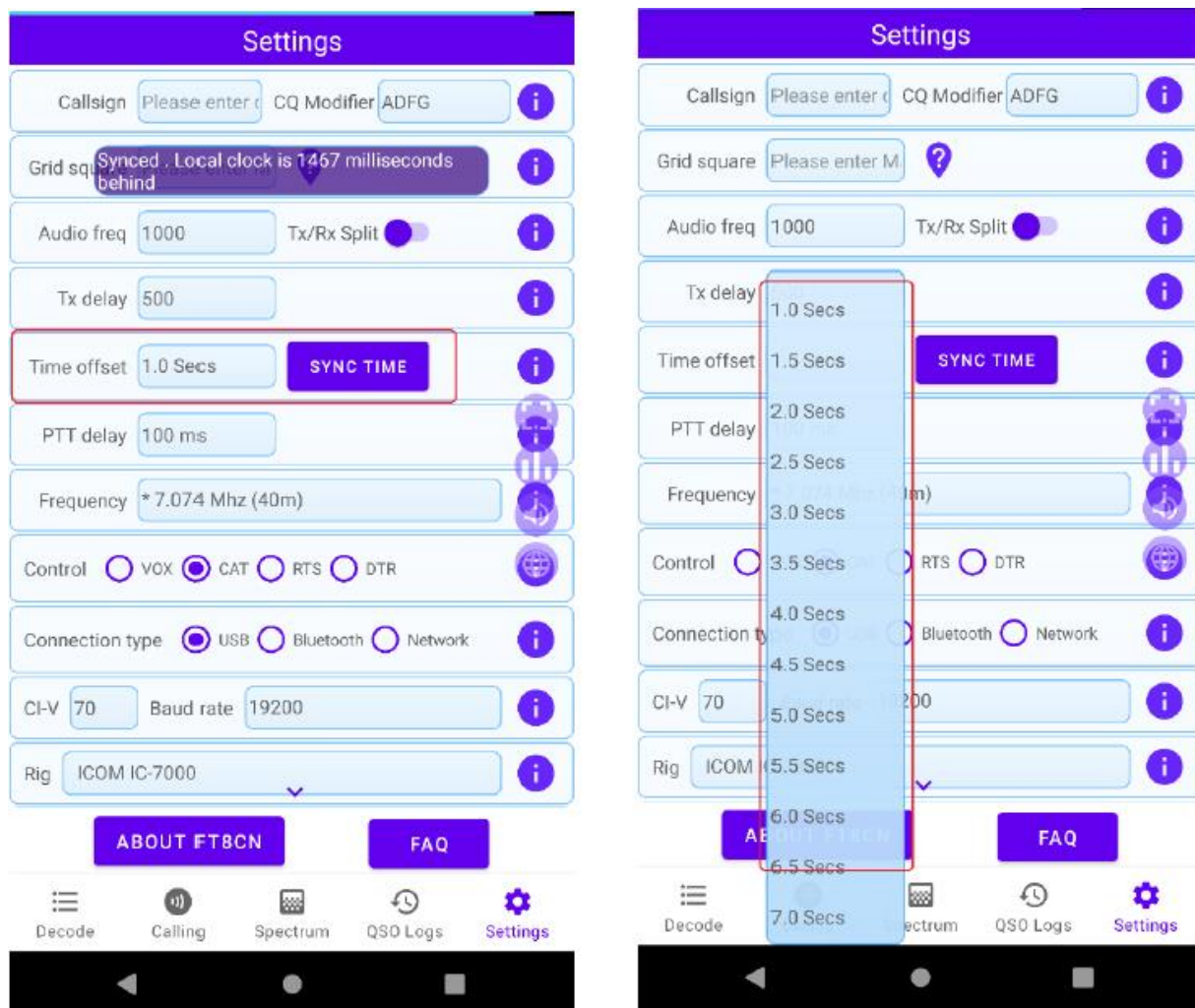
Rys. 10.16. Nadawanie dowolnych tekstów

Teksty dowolne

W celu dekodowania i nadawania tekstów dowolnych należy w oknie odbieranych komunikatów nacisnąć dłużej przycisk CQ (rys. 10.16). Teksty dowolne mogą zawierać do 13 znaków alfanumerycznych. Tekst jest wpisywany do pola widocznego na lewo od przycisku „CQ”.

Synchronizacja czasu

Do prawidłowej pracy FT8CN wymaga synchronizacji czasu — najlepiej z dokładnością poniżej 1 sek. Zbyt duża odchyłka uniemożliwia dekodowanie transmisji korespondentów, a własna transmisja nie będzie przez nich dekodowana. Jeśli telefon lub komputer, na którym pracuje FT8CN ma dostęp do internetu czas systemowy jest automatycznie synchronizowany po włączeniu urządzenia. Możliwa jest także ręczna synchronizacja czasu po naciśnięciu w oknie konfiguracyjnym przycisku „SYNC TIME”. Przy braku dostępu do Internetu można wybrać wartość w spisie poprawek czasu (rys. 10.17 po prawej).



Rys. 10.17. Synchronizacja lub korekcja czasu

Dla sprawdzenia na bieżąco zasięgu własnej stacji można w witrynie www.pskreporter.info w polu obserwowanej stacji podać własny znak i otrzymać spis stacji ją odbierających.

11. FT4 i FT8 pod iOS



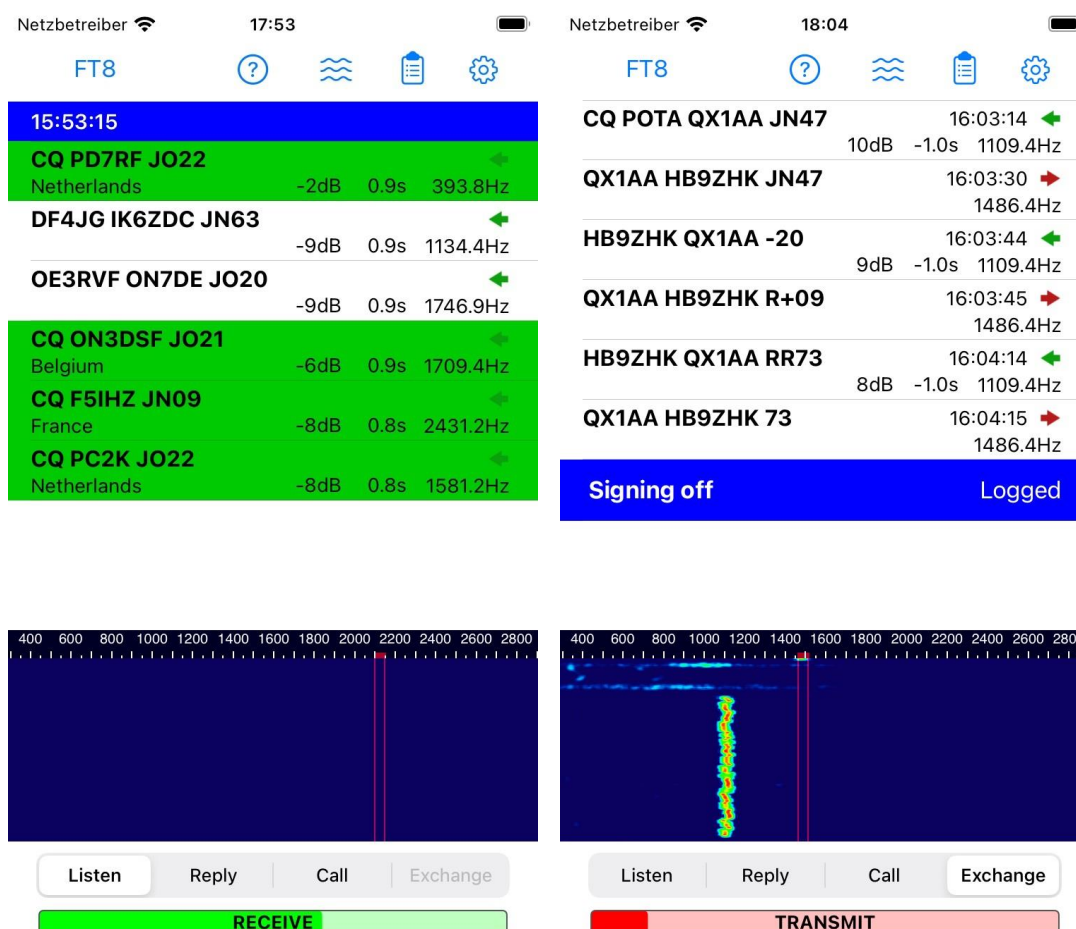
Program *iFTx* dla systemu operacyjnego iOS pozwala na prowadzenie łączności emisjami FT4 i FT8 za pomocą urządzeń przenośnych: *iPhonów* i *iPadów*. Program może współpracować z wieloma modelami radiostacji, chociaż nie zawsze w tak wygodny sposób jak rozwiązanie dla IC-705 z *SDR-Control Mobile* [11.2], [11.3], [11.7].

Wykorzystanie urządzeń przenośnych wskazuje, że program *iFTx* jest przeznaczony w pierwszym rzędzie do pracy terenowej, gdy zabieranie ze sobą komputerów o większych rozmiarach może okazać się niewygodne. Wybór emisji jest ograniczony do dwóch obecnie najpopularniejszych: FT8 i FT4. Praca z terenowego QTH pozwala jednak na uniknięcie wysokich poziomów zakłóceń (zwłaszcza krótkofalowych) często zatruwających operatorom życie w miejscu zamieszkania.

Dzięki dostosowaniu powierzchni obsługi do stosunkowo niedużych wyświetlaczy korzystanie z programu jest proste i intuicyjne.

Za pierwszym razem konieczne jest jedynie wpisanie własnego znaku i kwadratu lokatora. Po zmianie QTH na terenowe może okazać się konieczne podanie aktualnego lokatora (przycisk konfiguracji – trybik – znajduje się u góry okna).

U dołu okna poniżej wskaźnika wodospadowego (rys. 11.1) znajdują się cztery przyciski ekranowe sterujące pracą w eterze. Przycisk „Listen” („Odbiór”) powoduje wyświetlanie wszystkich odbieranych komunikatów stacji. Udzielenie odpowiedzi pożądanej stacji wymaga wybrania jej komunikatu na ekranie i naciśnięcia przycisku „Reply” („Odpowiedz”). W oknie odbiorczym wyświetlane są wówczas tylko wywołania CQ.



Rys. 11.1. Okno odbiorcze Rys. 11.2. Przebieg QSO w oknie programu

W oknie głównym u góry widoczne są kolejno wskaźnik i przycisk rodzaju emisji FT4/FT8 (jego naciśnięcie powoduje przełączenie emisji), znak zapytania (informacja o programie), przycisk z symbo-

lem fal (powoduje włączenie wskaźnika wodospadowego), kartka papieru (otwarcie okna dziennika łączności) i trybik (otwarcie okna konfiguracji).

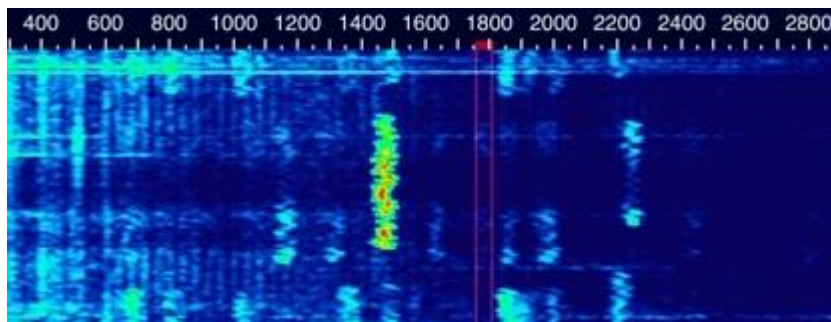
Poniżej znajdują się przyciski sterujące pracą programu:

- „Listen” – odbiór i wyświetlanie komunikatów wszystkich stacji,
- „Reply” – nadanie odpowiedzi na wybrane wywołanie; w oknie odbiorczym wyświetlane są tylko wywołania i odpowiedzi, naciśnięcie jednej z nich rozpoczyna QSO,
- „Call” – nadanie własnego wywołania, naciśnięcie jednej z odpowiedzi rozpoczyna QSO, naciśnięcie na jeden z pozostałych przycisków przerywa nadawanie wywołań.

W oknie odbiorczym widoczne są wtedy jedynie odpowiedzi na wywołanie.

Odbiór odpowiedzi na wywołanie powoduje automatyczne przejście programu w tryb łączności („Exchange”) – rys. 11.2 – czyli automatycznego przeprowadzenia QSO. Po jego zakończeniu u dołu wyświetla się meldunek o zapisaniu w dzienniku, po czym operator może nadawać następne wywołanie. Dziennik otwiera się za pomocą symbolu kartki u góry okna programu. Niedokończone łączności są automatycznie przerywane po upływie ustalonego czasu.

Naciśnięcie przycisku z symbolem fal powoduje otwieranie lub zamykanie okienka wskaźnika wodospadowego. Kolor wyświetlanych sygnałów zależy od ich siły: od zielonego do czerwonego dla bardzo silnych. Dotknięcie wybranego sygnału na ekranie powoduje dostrojenie do niego. Regulacja kontrastu („Contrast”) może poprawić wyświetlanie słabych sygnałów, a regulacja szerokości („Width”) pozwala na zmianę szerokości wyświetlanego zakresu.



Rys. 11.3. Wskaźnik wodospadowy



Rys. 11.4. Regulacja kontrastu i szerokości wskaźnika wodospadowego

W zależności od możliwości technicznych radiostacji komputer albo telefon;

- można po prostu położyć obok radiostacji i włączyć automatyczne kluczowanie nadawania (VOX),
- połączyć radiostację z telefonem kablowo i korzystać z VOX-u (konieczne może być przygotowanie samemu pasującego kabla; między wejście mikrofonowe i masę należy włączyć opornik 2,2 kΩ od strony telefonu albo komputera, aby zasymulować podłączenie słuchawek),

- dodać jeden z modemów opisanych w tomie 58 „Biblioteki polskiego krótkofalowca” albo skorzystać z gotowego modemu w rodzaju *Signalinku*, *DigiRig* itp.

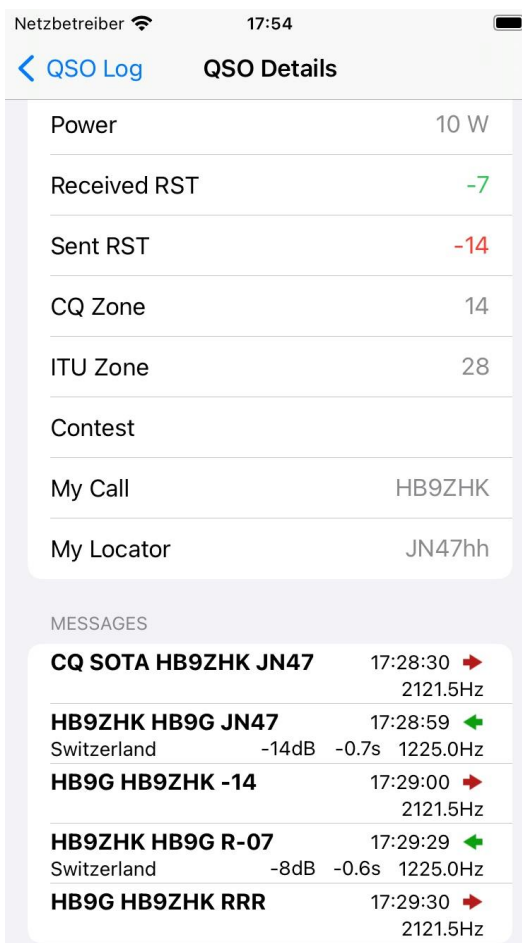


Netzbetreiber 17:54

Back QSO Log

EA3CJ	JN01	FT8	-02 -14	10.136 MHz
Spain				17.01.23, 07:24:58
IZ8XYJ	JN71	FT8	-17 -07	10.136 MHz
Italy				17.01.23, 07:23:28
IU8BPS	JN70	FT8	-04 +01	10.136 MHz
Italy				17.01.23, 07:04:13
RU3DAB	KO96	FT8	-14 -09	10.136 MHz
European Russia				17.01.23, 07:00:13
RA3QSV	LO01	FT8	+02 -12	10.136 MHz
European Russia				17.01.23, 06:45:13
R1MA	KO59	FT8	-24 -02	10.136 MHz
European Russia				17.01.23, 06:36:43
YO7LCB	KN15	FT8	-06 +00	10.136 MHz
Romania				17.01.23, 06:12:58
IZ0MYH	JN63	FT8	-14 -06	10.136 MHz
Italy				16.01.23, 20:12:58
RA4UDC	LO24	FT8	-22 -13	10.136 MHz
European Russia				16.01.23, 20:00:58
EA3DVP	JN11	FT8	-13 -14	10.136 MHz
Spain				16.01.23, 19:57:58
IK0CHU	JN62	FT8	-07 -08	10.136 MHz
Italy				16.01.23, 19:45:28
IZ5MDD	JN53	FT8	-06 -09	10.136 MHz
Italy				16.01.23, 19:35:58
F1HSY	JN25	FT8	-15 -07	10.136 MHz
France				16.01.23, 19:24:13
MODPK	IO80	FT8	-12 +09	10.136 MHz
England				16.01.23, 18:22:28
G0GFC	IO92	FT8	-11 -16	10.136 MHz
England				16.01.23, 18:10:00

Rys. 11.5. Okno dziennika stacji



Netzbetreiber 17:54

QSO Log QSO Details

Power	10 W
Received RST	-7
Sent RST	-14
CQ Zone	14
ITU Zone	28
Contest	
My Call	HB9ZHK
My Locator	JN47hh

MESSAGES

CQ SOTA HB9ZHK JN47	17:28:30	➔
	2121.5Hz	
HB9ZHK HB9G JN47	17:28:59	➔
Switzerland	-14dB -0.7s	1225.0Hz
HB9G HB9ZHK -14	17:29:00	➔
	2121.5Hz	
HB9ZHK HB9G R-07	17:29:29	➔
Switzerland	-8dB -0.6s	1225.0Hz
HB9G HB9ZHK RRR	17:29:30	➔
	2121.5Hz	

Rys. 11.6. Okno szczegółów QSO

W oknie dziennika stacji jest wyświetlany spis zarejestrowanych łączności. Naciśnięcie przycisku udostępniania (drugiego od prawej) pozwala na wyeksportowanie całego dziennika albo tylko nowych wpisów od czasu poprzedniego eksportu za pomocą poczty elektronicznej. Naciśnięcie wybranego wpisu powoduje otwarcie okna zawierającego szczegóły łączności. Przesunięcie wpisu z prawej na lewą powoduje skasowanie go z dziennika. Kasowanie wpisów nie jest zalecane gdyż zawarty w nim znak jest brany pod uwagę dla informowania użytkowników czy już mieli łączność z tą stacją.

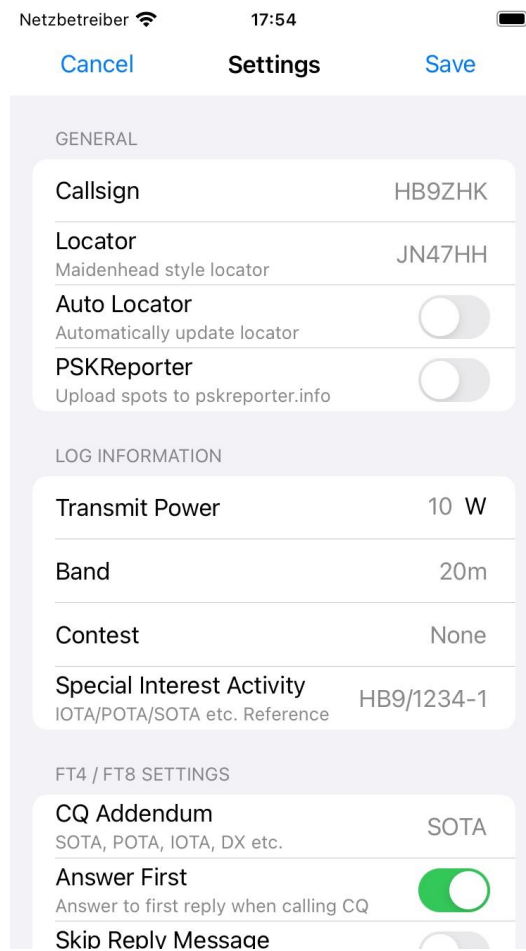
Po pierwszym wywołaniu programu okno konfiguracyjne jest otwierane automatycznie. Konieczne jest podanie własnego znaku wywoławczego i kwadratu lokatora, bez których program nie może rozpocząć nadawania. Pozostałe parametry konfiguracyjne można dobrać w zależności od potrzeb i sytuacji.

Pasmo, moc i ewentualnie nazwę zawodów należy wprowadzić przed rozpoczęciem pracy, gdyż dziennik łączności nie może być później modyfikowany.

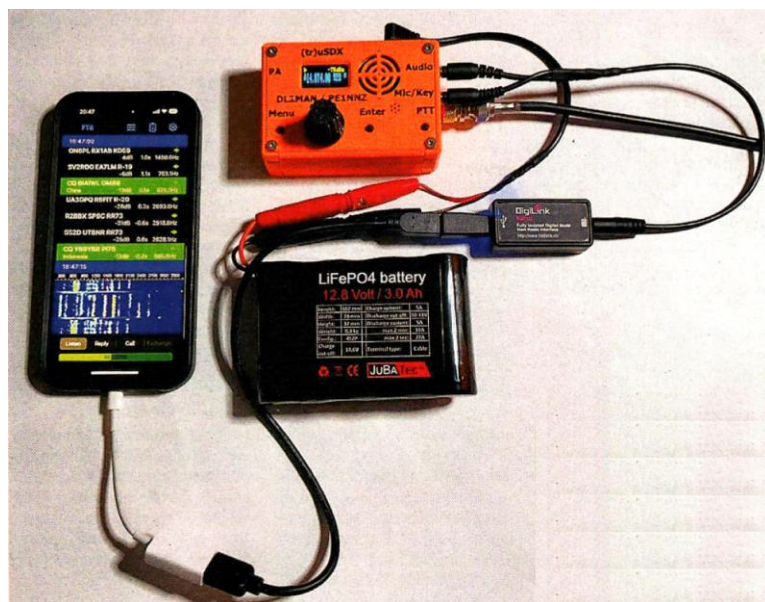
Maksymalna liczba transmisji („Max number of transmissions...”) powoduje czasowe ograniczenie liczby prób w przypadku braku odpowiedzi.

Pominięcie standardowej odpowiedzi na CQ („Skip reply message”) powoduje wprawdzie skrócenie łączności, ale korespondent może nie poznać kwadratu lokatora (jeśli nie odebrał go już wcześniej w trakcie obserwacji poprzednich łączności).

Rodzaj ostatecznego pokwitowania („Use RR73 instead RRR”) – daje również skrócenie czasu trwania QSO i ponieważ odpowiedź jest rozpoznawana przez większość programów komunikacyjnych FT4/FT8 można korzystać z tego wariantu bez zastrzeżeń. Po zakończeniu konfiguracji należy dane zapisać naciskając przycisk „Save”.



Rys. 11.7. Okno konfiguracji



Fot 11.8. Przenośna stacja FT8

Program jest do nabycia w sklepie internetowym *AppStore*.

12. Reflektory D-Starowe

W sieci D-Star występuje kilka rodzajów reflektorów (kółeczek konferencyjnych) – począwszy od najstarszych REF aż po najnowsze XLX. Obecnie najczęściej używane są reflektory REF, DCS i XLX, natomiast XRF cieszą się niewielką i malejącą popularnością. Było to pierwsze rozwiązanie z kodem źródłowym dostępnym publicznie.

Pierwszym opracowanym rozwiązaniem są oparte o protokół DPLUS reflektory REF. Są one przeznaczone jedynie do komunikacji w systemie D-STAR i nie są bezpośrednio dostępne z innych sieci. Korzystanie z nich wymaga rejestracji w sieci. Jest ona na szczęście jednorazowa i bezpłatna. Reflektory zawierają pięć kółeczek od A do E przy czym kółeczko (lub moduł) E jest funkcją echa pozwalającą na sprawdzenie jakości własnej transmisji. Radiostacje wyposażone w tryb DR pozwalają na wybór połączenia z reflektorami REF z poziomu menu. Opracowane później oprogramowanie reflektorów DCS miało za zadanie zastąpienie reflektorów REF z uzupełnieniem o dalsze funkcje. Pierwsze reflektory DCS zostały uruchomione w 2012 roku.

Reflektory XLX są rozwiązaniami uniwersalnymi pozwalającymi na połączenia skróśne z innymi systemami cyfrowego głosu i innymi rodzajami reflektorów D-Starowych. Obsługują protokoły DPLUS (dla reflektorów REF), Dextra (dla reflektorów XRF), DCS i własny protokół XLX.

Połączenia skróśne z innymi systemami wymagają zastosowania sprzętowego transkodera, którym może być przykładowo wokoder AMBE. Reflektory XLX (analogicznie jak DCS) dysponują 26 kółeczkami oznaczanymi literami A – Z. W reflektorach XRF jest to przeważnie 3 – 5 kółeczek.

Zasadniczo nie wymagają one rejestracji w sieci D-Starowej, dzięki czemu nowi użytkownicy systemu mogą od razu prowadzić łączności. Reflektory XLX są wyposażone w pulpity internetowe (ang. *dashboard*) pozwalające na obserwację aktywności stacji w sieci. Kod źródłowy XLX jest również dostępny publicznie.

Tabela 12.1

Najważniejsze cechy charakterystyczne reflektorów REF i XLX

Cecha	Protokół REF (DPLUS)	Protokół XLX
Współpraca z systemami	Tylko D-STAR	Wielosystemowy: D-STAR, DMR, YSF itd.
Połączenia skróśne	Tylko D-STAR	Możliwość połączenia różnych systemów, transkodowanie
Rejestracja	Przeważnie potrzebna	Przeważnie niepotrzebna
Elastyczność	Niska, sztywne struktury w sieci	Wysoka, pozwala na indywidualne konfiguracje i rozwiązania reflektorów
Opracowanie	Pierwszy i najstarszy system	System nowy i dalej rozwijany
Sposób nawiązania połączenia	W wielu modelach radiostacji bezpośredni wybór reflektora (w trybie DR)	Przez polecenia nadawane tonami DTMF lub polecenia w polu adresowym URCALL

Do najpopularniejszych polskich reflektorów należą REF032 A – E, DCS002G, XLX 132D i XLX132G.

Najbardziej znanym sposobem połączenia z pożądanym reflektorem jest wpisanie do pola znaku docelowego jego oznaczenia, kółeczka i na ósmej pozycji litery L, przykładowo REF032AL lub DCS002GL. Użytkownicy domowych mikroprzebiegnienników mogą dokonywać połączeń za komputerze w programie konfiguracyjnym lub w przypadku nowszych modeli (przykładowo *Openspotów*) w oknie konfiguracyjnym wyświetlanym przez przeglądarkę internetową po podaniu w jej polu adresowym adresu (lub numeru IP) w lokalnej sieci.

Wygodną, choć nie w każdym przypadku dostępną metodą jest łączenie z reflektorami za pomocą kodów DTMF. Zapisane w pamięci DTMF radiostacji polecenia można podawać na każdej częstotliwości i dla każdego przebiegniennika publicznego lub prywatnego bez konieczności zajmowania nimi pamięci kanałowych.

Dla połączenia z reflektorem REF032A należy podać ciąg znaków DTMF *32A lub *3201 – gdzie gwiazdka oznacza adresowanie reflektorów REF, a w przypadku klawiatury 12-klawiszowej bez liter A,B, C, D podawany jest numer litery w alfabecie (A = 01).

Dla reflektora DCS002G podawany jest ciąg D207. Dla reflektorów XRF numer reflektora i kółeczka (modułu) nie jest poprzedzony żadnym znakiem, przykładowo dla połączenia z reflektorem XRF022F nadawany jest ciąg 2206. Znak krzyżyka („#”) służy do rozłączenia.

Korzystanie z reflektorów ułatwia też tryb DR, w który są wyposażone nowsze modele radiostacji Icoma.

13. Miniaturowy nadajnik QRP do łowów na lisa

Opisany w poz. [13.1] układ nadajnika jest dostępny w sklepie internetowym *Funkamateura* jako zestaw montażowy BX-037. Nadajnik można jednak wykonać samemu, a jedyną trudnością może być zdobycie zaprogramowanego mikrokomputera. Majsterkowicze mający doświadczenie w programowaniu mikrokomputerów mogą sami opracować program kluczujący, ewentualnie o uproszczonej funkcjonalności, nawet na *Arduino*. Nadajnik pracuje z mocą 5 mW na częstotliwości łatwo dostępnych kwarców 3,5795 MHz. Niska moc nadawania oznacza, że nadajnik nie znajdzie zastosowania w oficjalnych zawodach radioorientacji sportowej, a jedynie do celów ćwiczebnych, dydaktycznych, demonstracyjnych albo w uproszczonych konkurencjach „zabawowych”. Jest on zasilany z pojedynczej baterii 1,5 V typu AA i pobiera najwyżej 9 mA prądu. W zależności od połączenia wejść programujących nadawane są identyfikatory MOE, MOI, MOS, MOH lub MO5. Szybkość telegrafowania wynosi 50 słów/min. W oryginalnej konstrukcji elementy montowane powierzchniowo można zastąpić we własnej konstrukcji przez klasyczne elementy przewlekane.



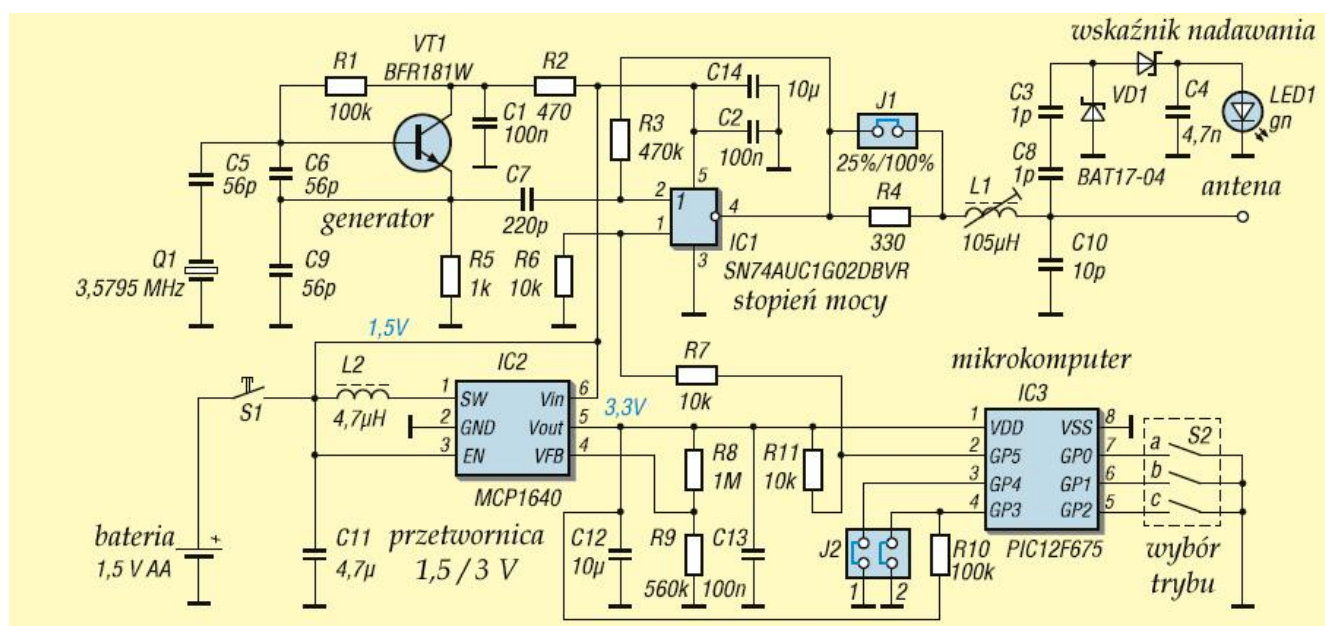
Rys.13.1. Widok ogólny Rys. 13.2. Płytkę drukowaną w obudowie

Generator sterujący pracuje na tranzystorze BFR181W w układzie Colpittsa i jest sterowany standardowym kwarcem 3,5795 MHz. Jako wzmacniacz mocy pracuje bramka NOR zawarta w układzie scalonym SN74AUC1G. Napięcie zasilania układów logicznych z tej serii wynosi nominalnie 1,8 V, ale pracują one prawidłowo jeszcze przy napięciu 0,8 V. Na jedno z wejść bramki doprowadzony jest sygnał z generatora, a na drugie sygnał kluczujący. Sygnał wyjściowy jest podawany przez opornik R4 – 330 Ω – na obwód rezonansowy L1 i C10 eliminujący harmoniczne. Antena nadawcza jest podłączona równolegle do C10. Opornik R4 powoduje obniżenie mocy wyjściowej, ale można go zewrzeć za pomocą zwieracza J1.

Sygnał w.cz. jest podawany przez pojemność 0,5 pF otrzymaną w wyniku szeregowego połączenia kondensatorów C3 i C8 na prostownik dwupołówkowy złożony z dwóch diod Schottkiego typu BAT17-04 zasilający wskaźnik nadawania – zieloną diodę świecącą LED1 o niewielkim poborze prądu. W oryginalnej konstrukcji dioda jest umieszczona w głębi obudowy i jej świecenie jest widoczne dopiero po zajrzeniu do wnętrza przez otworek.

Kluczowaniem zajmuje się mikrokomputer PIC12F685. Połączone z nim pole kontaktowe pozwala na wybór identyfikatora i odstępów czasu między kolejnymi transmisjami. Napięcia 3,3 V niezbędnego do zasilania mikrokomputera dostarcza przetwornica MCP1640 w obudowie SOT-23 wyposażona w dławik magazynujący L2. Napięcie wyjściowe jest ustalane za pomocą dzielnika R8 i R9. Napięcie kluczujące bramkę jest obniżane za pomocą dzielnika R6 i R7. Opornik R11 powoduje wyłączenie nadajnika w momencie włączania zasilania.

Wejścia mikroprocesora są wyposażone w oporniki podciągające i wobec tego otwarte (przy otwartych kontaktach S2a, b, c) przyjmują poziom wysoki. Wyjątkiem jest wejście GP3, które wymaga jednak podłączenia opornika R10.



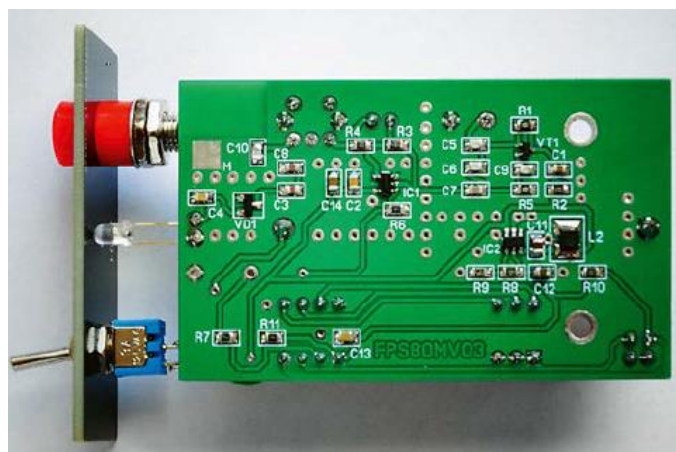
Rys. 13.3. Schemat ideowy nadajnika

W stanie spoczynkowym nadajnik pobiera prąd 5 mA, a w czasie nadawania 8,5 mA, co odpowiada dodatkowemu poborowi mocy 5 mW. Moc wyjściowa wynosi w przybliżeniu właśnie te 5 mW.

Jako antena służy pręt spawalniczy lub szprycha rowerowa o długości 290 mm umocowana na wtyczce bananowej. Elektrycznie stanowi ona część obwodu wyjściowego L1 i C10.

Przy otwartych wejściach S2a – S2c nadajnik po włączeniu emituje falę nośną przez 30 sekund do celów strojeniowych. Jako alternatywę można bez włożonego do podstawki mikroprocesora zewrzeć jej kontakty 2 i 8, dzięki czemu fala nośna jest emitowana bez ograniczenia.

Mikrokomputer jest zamontowany w podstawce aby można było go wyjąć do zaprogramowania. W oryginalnej konstrukcji większość elementów jest montowana powierzchniowo. Płytką drukowaną (o wymiarach w oryginale 70 x 43 mm) jest też wyposażona w pojemnik na baterijkę paluszkową AA. Dostępne tryby pracy podano w tabeli 13.1. W zależności od funkcji przy pracy kilku nadajników należy wybrać tryb 1 – 5, a w przypadku pracy solo – tryb 6. Nadawany jest wówczas bez żadnego opóźnienia i bez przerw identyfikator MOE.



Rys. 1.3.4. Widok płytki drukowanej od dołu

Dla zsynchronizowania ze sobą kilku nadajników należy je postawić obok siebie i włączyć jak najszybciej jeden po drugim. Przy poprawnej konfiguracji nadajniki nadają kolejno swoje identyfikatory

przez minutę i pozostaje nieczynny przez czas zadany za pomocą zworek J2 (tabela 13.2). Czas przerwy w minutach powinien odpowiadać liczbie nadajników minus 1, przykładowo dla trzech nadajników będą to 2 minuty, dla 4 – 3 itd.

Ponieważ mikrokomputer korzysta z wewnętrznego generatora częstotliwości zegarowej 4 MHz nie sterowanego kwarcem przy dłuższej pracy mogą pojawić się odchyłki czasu od wartości nominalnych.

Tabela 13.1

Tryby pracy (funkcje) nadajnika

Tryb	S2a	S2b	S2c	Identyfikator	Opóźnienie
1	x	—	—	MOE	0
2	—	x	—	MOI	1 min.
3	x	x	—	MOS	2 min.
4	—	—	x	MOH	3 min.
5	x	—	x	MO5	4 min
6	x	x	x	MOE	0
0	—	—	—	30 sek. nośna	

x: kontakt zwarty,

—: kontakt otwarty.

Tryby 1 i 6 są prawie identyczne, ale w trybie 6 nie są uwzględniane ustawienia J2 i transmisja odbywa się bez przerw.

Tabela 13.2

Czasy przerwy

Zworka J2/1	Zworka J2/2	Długość przerwy [min.]
Zwarta	Zwarta	1
Otwarta	Zwarta	2
Zwarta	Otwarta	3
Otwarta	Otwarta	4

Tabela 13.3

Przykład konfiguracji dla trzech nadajników

Nadaj-nik	Tryb S2	Przer-wa J2	Przebieg dla pierwszych 10 minut									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1 MOE	2 min.	MOE	P	P	MOE	P	P	MOE	P	P	MOE
2	2 MOI	2 min.	S	MOI	P	P	MOI	P	P	MOI	P	P
3	3 MOS	2 min.	S	S	MOS	P	P	MOS	P	P	MOS	P

S – opóźnienie startu, P – przerwa.

14. Norma 50 Ω w technice wielkiej częstotliwości

W technice wielkiej częstotliwości najpopularniej spotykaną impedancją falową jest impedancja 50 Ω . Przyczyny jej przyjęcia są słabo znane albo krążą na ten temat przeróżne opowieści. Stanowi ona jeden z możliwych kompromisów.

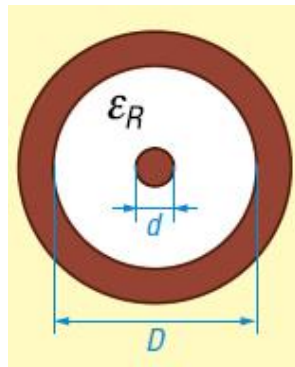
Krótkofalowcy na codzień spotykają się z koncentrycznymi liniami zasilającymi i wszelkiego rodzaju wtyczkami, gniaздkami albo przejściówkami zgodnymi z tą normą. Przestrzeganie jednolitego standardu pozwala unikać nadmiernych strat przez odbicia energii w.cz.

Impedancja falowa wolnej przestrzeni Z_F wynosi 120π [Ω] ≈ 377 [Ω] i różni się zasadniczo od impedancji falowej linii zasilających anteny. Zadaniem anten jest dopasowanie impedancji instalacji do impedancji wolnej przestrzeni.

Impedancję falową dla kabli koncentrycznych oblicza się ze wzoru:

$$Z_0 = \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_R}} \ln \frac{D}{d}$$

Gdzie D jest średnicą ekranu, d – średnicą przewodu wewnętrznego, a ϵ_R – względną stałą dielektryczną dielektryka znajdującego się pomiędzy nimi (rys. 14.1). W przeważającej części przypadków impedancja falowa stosowanych kabli wynosi 50 Ω , a w dalszej części – 75 Ω .



Rys. 14.1. Przekrój kabla koncentrycznego

Podstawowym kryterium wyboru impedancji falowej są właściwości fizyczne kabli. Należą do nich tłumienie, wytrzymałość napięciowa i obciążalność. W idealnym przypadku pożądane jest minimalne tłumienie, jak największa wytrzymałość napięciowa i obciążalność. Zwiększenie średnicy ekranu D pozwala na poprawę wszystkich trzech parametrów, ale ze względów oszczędnościowych dąży się do jej zmniejszenia.

W praktyce przy zadanej średnicy D i wybranym rodzaju dielektryku właściwości kabla zależą już tylko od średnicy przewodu środkowego d .

Tłumienie kabla a w wyraża się wzorem:

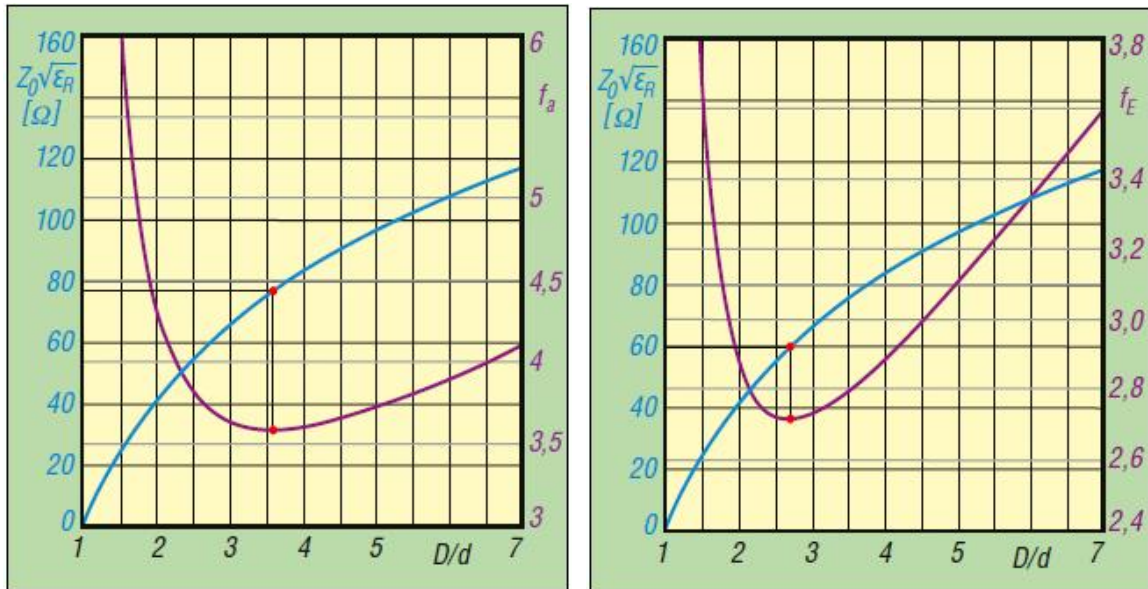
$$a = \frac{R_p \sqrt{\epsilon_R}}{Z_F D} \cdot \frac{1 + D/d}{\ln(D/d)}$$

$$= \frac{R_p \sqrt{\epsilon_R}}{Z_F D} \cdot f_a$$

gdzie R_p jest opornością właściwą powierzchni. W danych warunkach pierwszy z ułamków przyjmuje stałą wartość, a więc dla znalezienia minimum tłumienia wystarczy rozważyć drugi z nich oznaczony w dalszym ciągu jako f_a . Jego wartość w zależności od stosunku D/d wraz z impedancją falową pomnożoną przez pierwiastek kwadratowy z ϵ_R przedstawiono na wykresie 14.2. Bez uwzględnienia tego pierwiastka (przeskalowania) konieczne byłoby sporządzanie oddzielnych wykresów dla każdego dielektryka.

Stosunek $D/d \approx 3,6$ dla minimum tłumienia można odczytać z wykresu albo znaleźć lokalne minimum korzystając z rachunku różniczkowego. Z otrzymanego stosunku wynika impedancja falowa kabla

$$Z_0 \approx 77 \sqrt{\epsilon_R} [\Omega].$$



Rys. 14.2 (po lewej). Zależność tłumienia od stosunku D/d dla kabli koncentrycznych

Rys. 1.4.3 (po prawej). Zależność wytrzymałości napięciowej

W kolejnym kroku poszukiwana jest maksymalna wytrzymałość napięciowa – wymagająca minimalnego natężenia pola E na przewodzie środkowym.

Natężenie pola na przewodzie środkowym w zależności od przyłożonego napięcia U jest obliczane ze wzoru:

$$E = \frac{2U}{D} \cdot \frac{D/d}{\ln(D/d)}$$

$$= \frac{2U}{D} \cdot f_E$$

Analogicznie do pierwszego przypadku w danych warunkach wartość zmienia tylko drugi z ułamków, oznaczony w dalszym ciągu jako f_E . Z wykresu z rysunku 14.3 wynika, że minimum to występuje dla stosunku $D/d \approx 2,72$, z czego wynika impedancja falowa:

$$Z_0 \approx 60 \sqrt{\epsilon_R} [\Omega].$$

Jako ostatnia poszukiwana jest maksymalna obciążalność kabla przy założeniu obciążenia go na wyjściu opornością równą jego oporności (impedancji) falowej i podanej wytrzymałości napięciowej dielektryka E_{maks} . Obciążalność kabla oblicza się ze wzoru:

$$P = \frac{E_{maks}^2 D^2 \sqrt{\epsilon_R}}{240 \Omega} \cdot \frac{\ln(D/d)}{2 (D/d)^2}$$

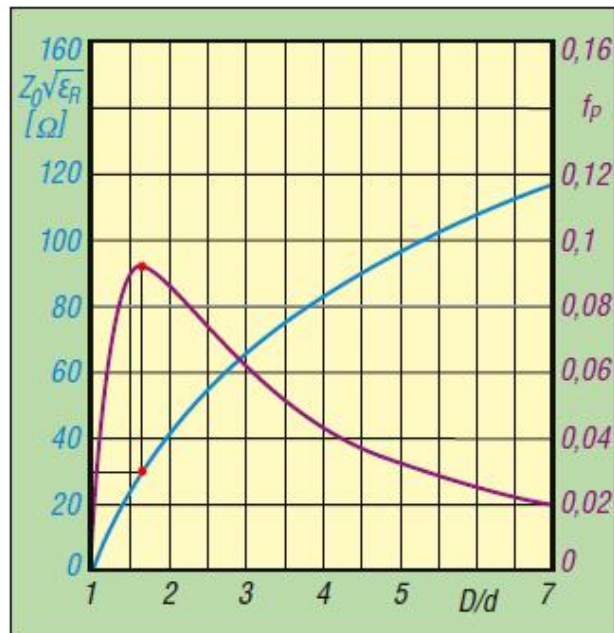
$$= \frac{E_{maks}^2 D^2 \sqrt{\epsilon_R}}{240 \Omega} \cdot f_P$$

Analogicznie w danych warunkach wartość pierwszego ułamka pozostaje stała, a zmienia się jedynie wartość drugiego oznaczonego w dalszym ciągu jako f_P .

Z wykresu na rysunku 14.4 otrzymuje się optimum dla $D/d \approx 1,65$, co odpowiada impedancji falowej

$$Z_0 \approx 30 \sqrt{\epsilon_R} [\Omega].$$

Wyniki zestawiono w tabeli 14.1.



Rys. 14.4. Zależność obciążalności od stosunku D/d dla kabli koncentrycznych

Tabela 14.1

Porównanie wyników

Parametr	D/d	$Z_0 \sqrt{\epsilon_R} [\Omega]$.
$a_{\min}$	3,6	77
$U_{\max}$	2,72	60
$P_{\max}$	1,65	30
Wartość kompromisowa	2,3	50

W początkowym okresie rozwoju radiotechniki stosowane były przeważnie kable z dielektrykiem powietrznym ($\epsilon_R \approx 1$). Wymogi transmisji większych mocy w.c.z. na większe odległości z możliwie małym tłumieniem spowodowały przyjęcie dla jako wartości kompromisowej dla 77, 60 i 30 Ω impedancji kompromisowej 50 Ω .

Współczesne kable 50-omowe z typowym dielektrykiem polietylenowym ($\epsilon_R = 2,29$) są, jak wynika z zależności

$$Z_0 \sqrt{\epsilon_R} \approx 76 \Omega$$

dobrze do transmisji z minimalnym tłumieniem.

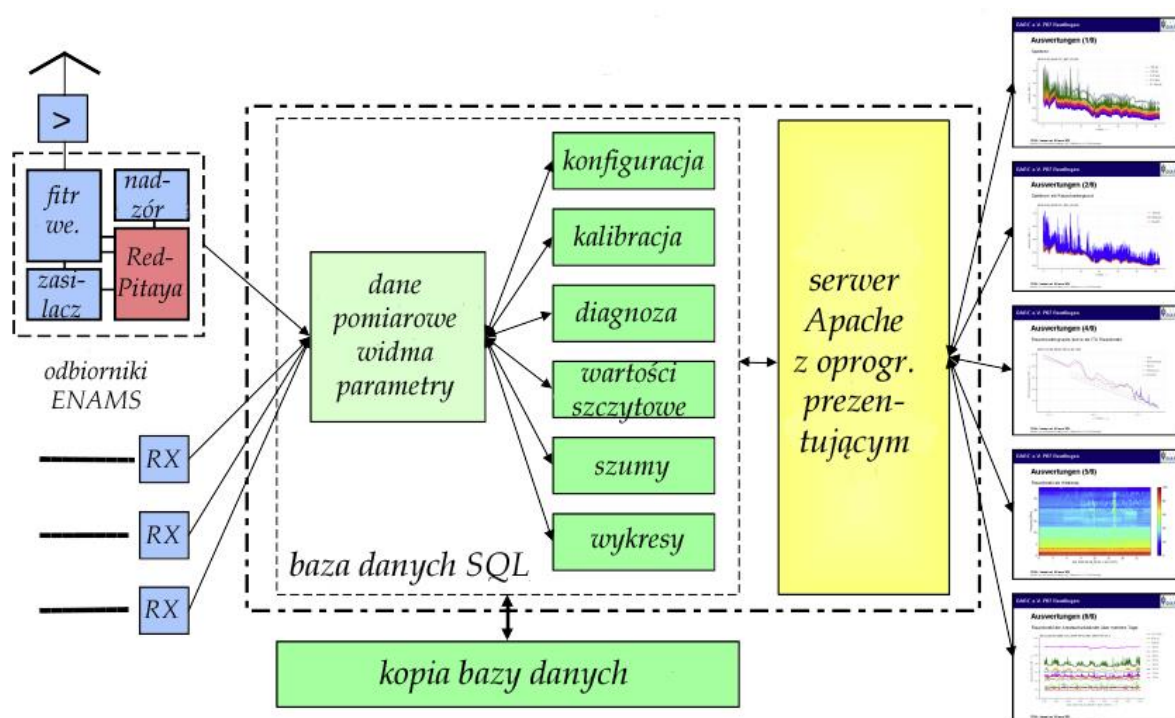
Opracowanie na podst. [14.1].

15. System pomiaru poziomu zakłóceń ENAMS

Opracowany przez niemieckich krótkofalowców pod auspicjami DARC system ENAMS (ang. *Electrical Noise Area Monitoring System*) służy do długookresowych pomiarów poziomu zakłóceń technicznych (powstające w wyniku transmisji danych przez sieci energetyczne – PLC, internetowe VDSL, telewizji kablowej itd.) w zakresie 66 kHz – 31 MHz. Zebrane na serwerze dane – odpowiadające normom ITU-R P.372 – pozwalają nie tylko na prezentację wyników bieżących, ale również na obserwację tendencji zmian w dłuższych (wieloletnich) okresach czasu.

W miarę wzrostu liczby urządzeń elektrycznych i elektronicznych poziom lokalnych zakłóceń technicznych na falach krótkich i poniżej niestety systematycznie rośnie i wymaga systematycznej obserwacji. Początkowo rozważano możliwość zastosowania odbiorników programowalnych *KiwiSDR*, ale w ostatecznym rozwiązaniu sercem jest mikrokomputer pomiarowy *Red Pitaya* z oprogramowaniem odbiorczym autorstwa DK5HH. Obecnie w Niemczech pracuje kilkadziesiąt stacji pomiarowych i kilkanaście w innych krajach, większość w Europie, kilka z nich także w USA i w Nowej Zelandii.

Każda ze stacji składa się z anteny aktywnej i odbiornika programowalnego (SDR). Elektryczna antena aktywna jest zasilana zdalnie z zasilacza sieciowego przez zwrotnicę. Dla otrzymania wyników zgodnych z wymaganiami ITU konieczne jest wprowadzenie korekcji częstotliwościowych. Antena elektryczna charakteryzująca się współczynnikiem $k = 1/\text{m}$ (0 dB/m) jest umieszczana bezpośrednio na powierzchni ziemi i ma razem z podstawą długość 2,5 m. Posiada ona osiem leżących na ziemi przeciwstaw o długościach 2,5 m. W zależności od sposobu ułożenia zajmują one powierzchnię 25 – 35 metrów kwadratowych. Podstawę anteny stanowi krzyżak wykonany z aluminium, do którego końców podłączone są po dwie przeciwwagi. Sam promiennik ma długość 1 m i jest umieszczony na wysokości 1 m nad powierzchnią ziemi, a poniżej umieszczony jest wzmacniacz antenowy. Kąt od podstawy anteny do szczytów zabudowań i roślinności nie może przekraczać 45°.



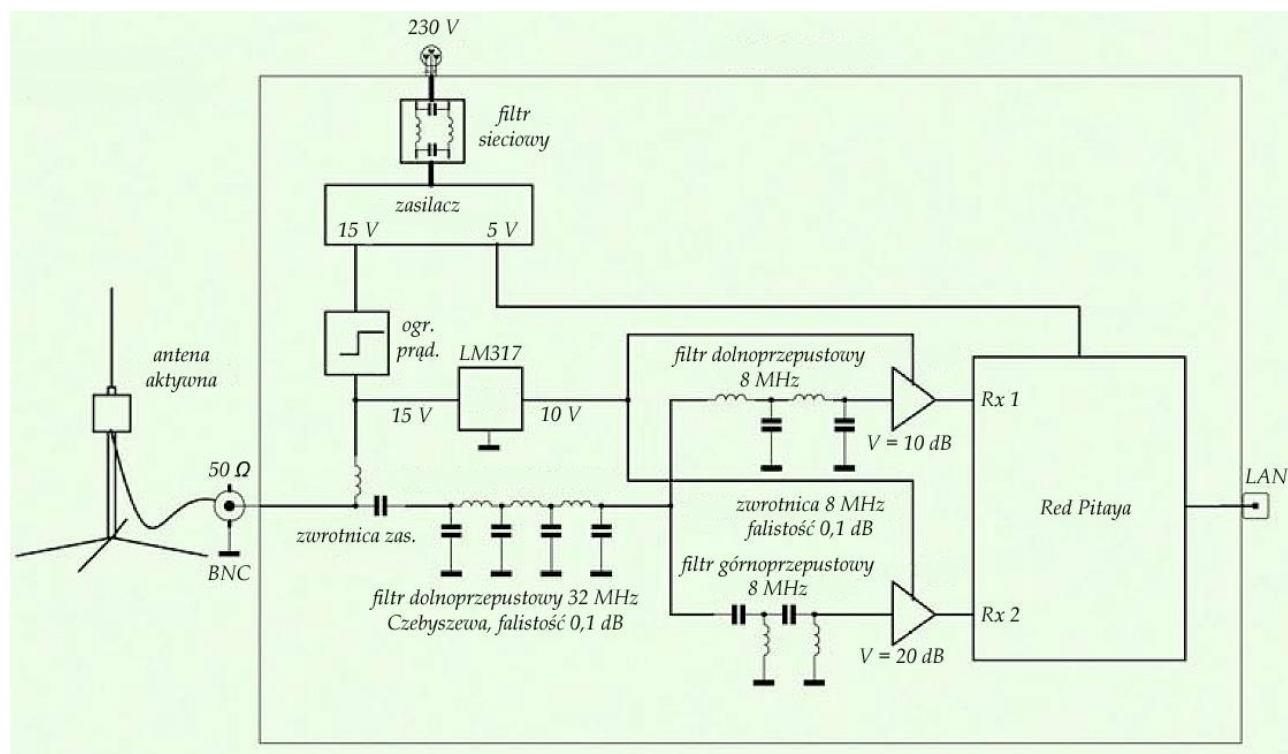
Rys. 15.1. Zasada działania systemu ENAMS

Antena powinna więc być umieszczona w odległości od zabudowań, roślinności i przedmiotów przewodzących równej co najmniej ich wysokości. Standardowo jest do niej dodany niskostratny kabel RG-58 o długości 25 m wyposażony w cztery dławiki fali powierzchniowej w postaci rurek ferrytowych. Ze względu na kalibrację odbiornika nie wolno używać innego kabla antenowego niż załączonego w komplecie. Odbiornik jest wbudowany do oddzielnej obudowy razem ze zwrotnicą zasilającą, filtrem

dolnoprzepustowym i filtrem o częstotliwości 8 MHz dzielącym zakres odbiorczy na dwa podzakresy. Dla każdego z nich przewidziano osobny niskoszumny wzmacniacz o wzmocnieniu 10 dB dla dolnego zakresu i 20 dB dla górnego. Odbiornik na *Red Pitaya* koryguje różnice wzmocnienia dzięki czemu otrzymuje się płaską charakterystykę częstotliwościową.



Fot. 15.2. Antena ENAMS. Na ziemi widoczne przeciwwagi



Rys. 15.3. Schemat blokowy odbiornika

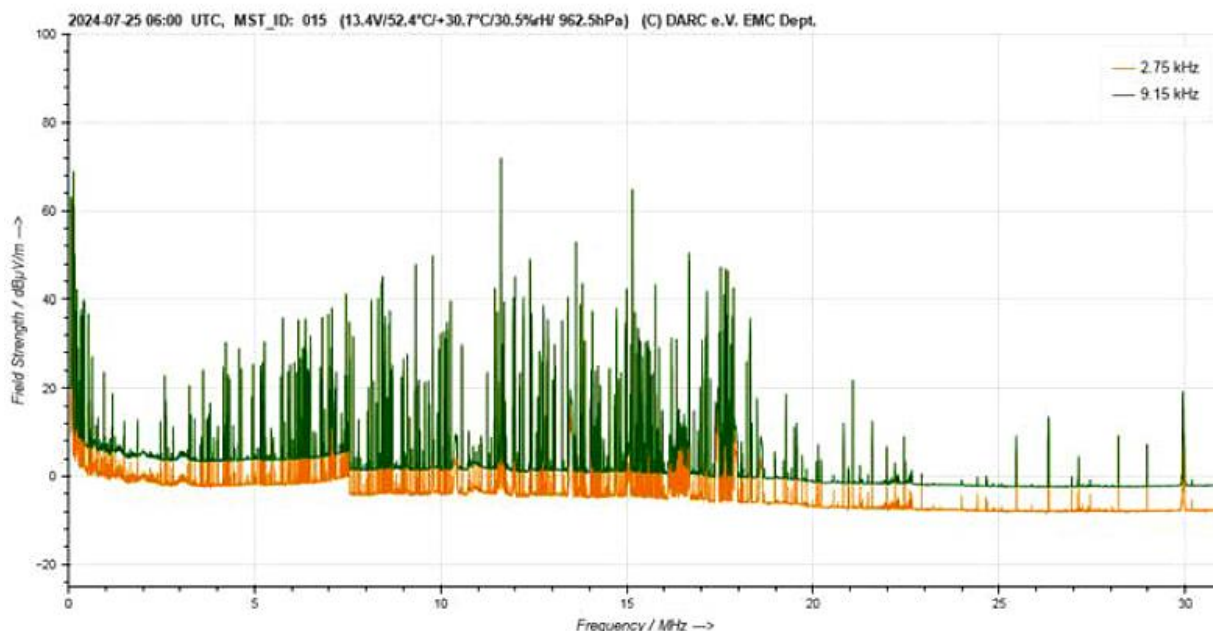
Odbiornik musi być, tak jak antena, umieszczony na powierzchni ziemi, aby przewód zerujący w kablu zasilającym nie stał się dodatkową anteną. Zalecane jest instalowanie stacji pomiarowych w miejscach zamieszkałych przez krótkofalowców lub w rejonach o szczególnym natężeniu zakłóceń.

Po włączeniu zasilania i podłączeniu odbiornika do sieci lokalnej za pomocą kabla ethernetowego jest on gotowy do pracy i sam automatycznie melduje się na serwerze. Włączenie odbiornika jest sygnalizowane za pomocą diody świecącej na zielono, a jej świecenie na czerwono informuje o zwarcu w kablu zasilającym wzmacniacz antenowy.

Odbiornik wykonuje automatycznie serię pomiarów z ponad 100 000 kanałów o szerokości 305 Hz w zakresie 66 kHz – 31 MHz. Cykl pomiarowy trwa około 4 minut i jest powtarzany co 10 minut. Mierzona jest wartość skuteczna napięcia uśredniona przez czas jednej sekundy. Zmierzone wartości szczytowe napięcia nie są przekazywane dalej. Do serwera transmitowane są wartości zmierzone dla dwóch szerokości pasma i współczynnik szumów. Stosowane są dwa algorytmy pomiarowe: pomiar dla całego zakresu w czasie jednej sekundy (ENAMSLRS) i wielokrotne pomiary w wąskim paśmie przenoszenia w kolejnych podzakresach (ENAMSHRS). Odbiorniki nie wymagają żadnej kalibracji ani konfiguracji u użytkownika. W przypadku gdyby serwer nie był dostępny dane pomiarowe są w nich magazynowane i przekazywane w późniejszym terminie. Każdy z odbiorników wytwarza rocznie około 12 GB danych.

Oprócz wartości mierzonych odbiorniki dostarczają do serwera informacji o napięciu zasilania, temperaturze wewnątrz obudowy, temperaturze procesora, ciśnieniu atmosferycznym i wilgotności w miejscu instalacji. Ich czułość nie tylko spełnia wymagania normy ITU dla terenów wiejskich, ale pozwala na pomiar wartości niższych o 10 dB. W normalnych warunkach pracy błąd pomiaru nie przekracza 0,5 dB. Pobór energii z sieci 230 V nie przekracza 0,5 kWh dziennie.

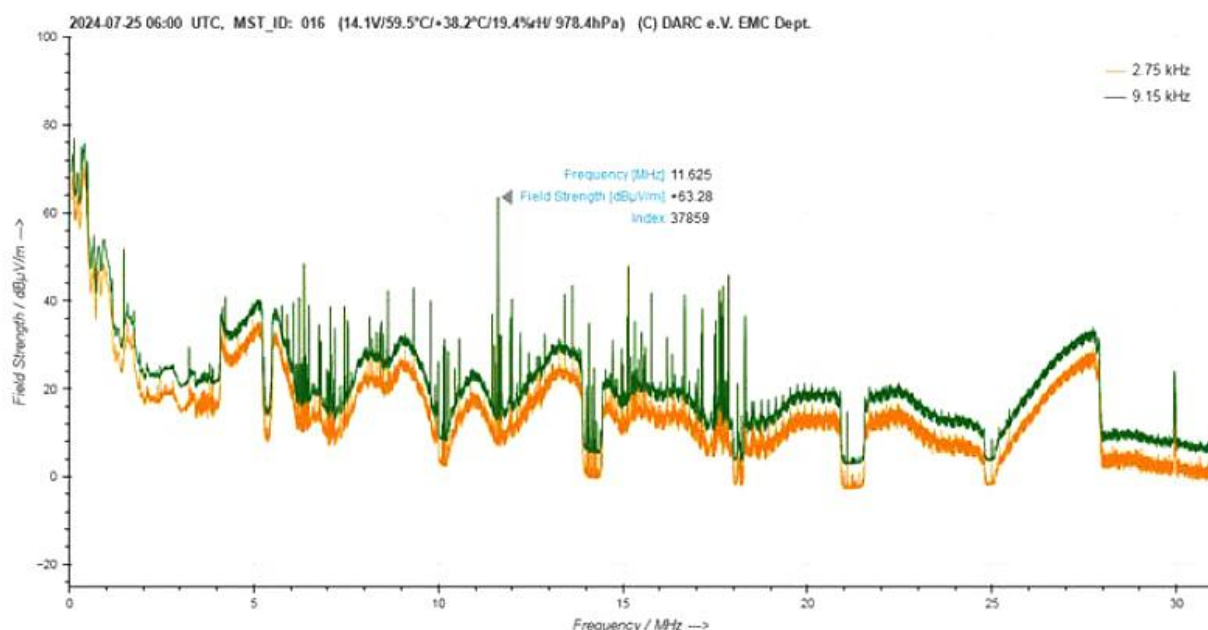
Serwer rejestruje w bazie danych GNU informacje z sześciu pomiarów co godzinę dostarczanych przez każdy z odbiorników. Po sprawdzeniu wiarygodności dane są zapisywane w tabelach bazy danych SQL i obliczany jest poziom zakłóceń tła.



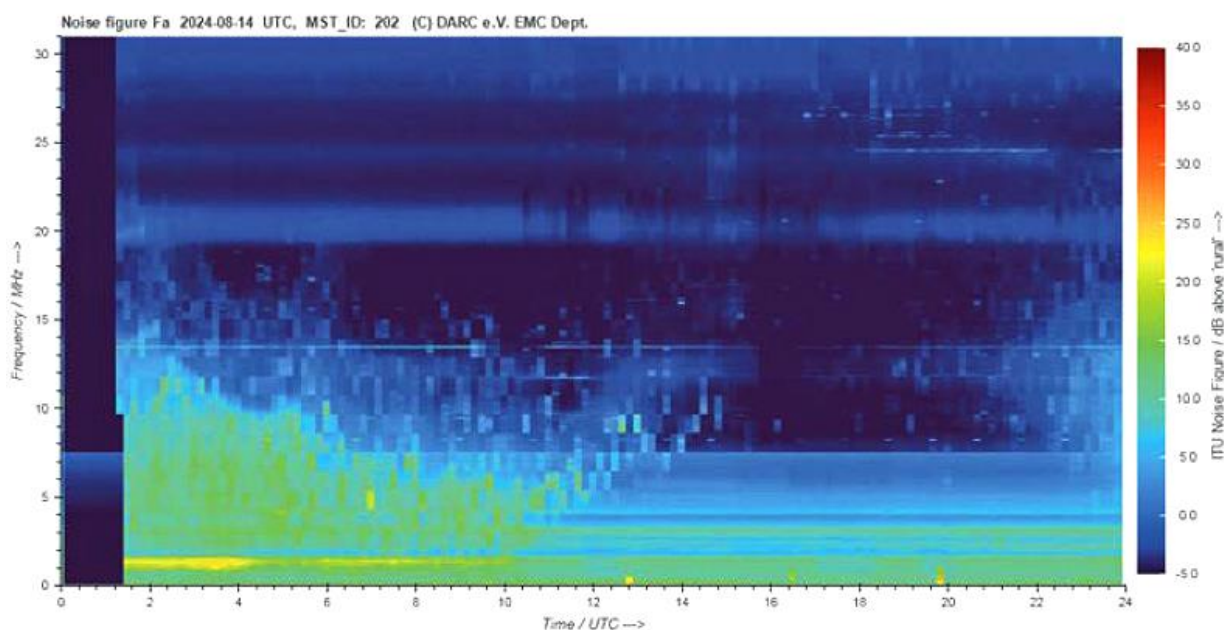
Rys. 15.4. Przykładowe widmo dla terenu wiejskiego, źródło [15.1]

Wyniki i zestawienia danych są dostępne w witrynie [15.2]. Należą do nich: sześć rodzajów wykresów widm wykonanych dla różnych szerokości pasma przenoszenia (2,75 i 9,15 kHz), wykresy natężenia pola sygnałów zakłócających i poziomu szumów według standardu ITU w funkcjach czasu i częstotliwości, mapę temperaturową, analogiczne wykresy trójwymiarowe, wykresy poziomu szumów dla pasm amatorskich w wybranym okresie czasu oraz wykres poziomu szumów w pasmach amatorskich dla wszystkich stacji w wybranym okresie czasu. Na ilustracjach poniżej przedstawiono przykłady wykresów widma dla terenów wiejskich, osiedli mieszkaniowych i miejskich. Różnica tła szumów i zakłóceń pomiędzy tymi przykładami wynosi około 8 dB. Mapa termiczna przedstawia poziom tła

szumów w ciągu 24 godzin. Szczególne nasilenie emisji zakłócających zaobserwowano w zakresie poniżej 8 MHz. Sytuacja w pasmach amatorskich powyżej 10 MHz była stosunkowo korzystna. Na wykresie widać wyraźnie wycinanie zakłóceń pochodzących od sygnałów VDSL w pasmach amatorskich, zgodnie z przepisami obowiązującymi w Niemczech. W wielu krajach nie obowiązują niestety tak korzystne przepisy. Wycinanie zakłóceń w pasmach amatorskich może być także widoczne na mapie temperaturowej w postaci niebieskich pasków na częstotliwościach pasm amatorskich ciągnących się przez całą dobę.



Rys. 15.5. Przykładowe widmo dla terenu miejskiego. Powyżej 10 MHz widoczne wycinanie zakłóceń w pasmach amatorskich, źródło [15.1]



Rys. 15.6. Przykładowa dobowa mapa termiczna dla terenu wiejskiego. Na osi X skala czasu 0 – 24 h, Y – skala częstotliwości 0 do 30 MHz, źródło [15.1]

Sygnałów zakłócających nie można wprawdzie zdekodować w ten sposób, ale niektóre z nich dają się rozpoznać, j.np. radar pozahoryzontalny pracujący w zakresie 20 – 10 m. Jego zasięg dochodzi do 3000

km. Również burze i wyładowania elektryczne można rozpoznać na odległości do 3000 km. Ogólnie obserwowane zakłócenia można podzielić na emisje regularne j.np. VDSL i nieregularne, których źródłem są wszelkiego rodzaju zasilacze impulsowe urządzeń stosowanych w gospodarstwach domowych, zasilacze oświetlenia na diodach świecących, przetwornice baterii słonecznych itp. Ich poziom powoduje, że poniżej 10 MHz trudno jest rozpoznać wycinanie sygnałów VDSL w pasmach amatorskich. Budynki mieszkalne są przeważnie otoczone mgłą zakłóceń o poziomie przekraczającym zakłócenia naturalne.

Urządzenia elektryczne i elektroniczne dopuszczone do handlu w Unii Europejskiej mają wprawdzie nalepki CE mające świadczyć o dostosowaniu ich do norm przeciwzakłóceńowych, ale badane w warunkach laboratoryjnych pojedyncze egzemplarze nie gwarantują, że poziom zakłóceń spełnia normy w warunkach codziennego użytkowania. W rzeczywistych sytuacjach dodatkowo sumują się zakłócenia pochodzące od dużej liczby rozmaitych urządzeń.

ENAMS jest jak na razie jedynym w skali światowej systemem pozwalającym na zbieranie i dokumentowanie danych pomiarowych przez wiele lat. Pozyskane dane mogą służyć nie tylko krótkofalowcom, ale mogą być udostępniane instytucjom państwowym nadzorującym sytuację w pasmach radiowych, placówkom badawczym, innym służbom korzystającym z pasm radiowych, politykom itp.

Obecnie pod auspicjami DARC i z jego wsparciem finansowym opracowywane są odbiorniki ENAMS 2. Mają one być wyposażone w wydajniejsze systemy przetwarzania danych i pojemniejsze pamięci wewnętrzne. Równolegle prowadzone są rozmowy mające ułatwić wprowadzenie systemu do użytku w całym 1 regionie IARU.



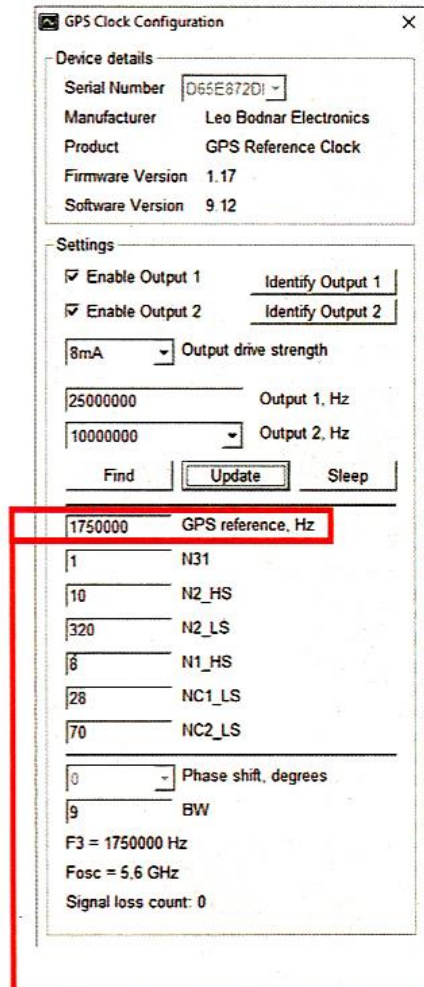
Fot. 15.7. Odbiornik ENAMS



Fot. 15.8. Odbiornik ENAMS 2

16. Wykorzystanie synchronizowanego wzorca GPSDO

Synchronizowany sygnałami satelitów GPS generator wzorcowy GPSDO firmy Leo Bodnar dostarcza sygnałów wybranej przez użytkownika częstotliwości wzorcowej o wysokiej stabilności – fali prostokątnej 3,3 V. Może być to przykładowo sygnał 10 MHz dla różnych typów radiostacji i transwerterów, 25 MHz albo 27 MHz dla przebudowanych głowic LNB do odbioru satelity QO-100 albo 40 MHz dla eksperymentalnej radiostacji *Adalm Pluto*.



do tabeli ustawień

Rys. 16.1. Okno konfiguracyjne GPSDO

Tabela 16.1. Ustawienia przydatne do pracy przez QO-100

Parametr	Kombinacja częstotliwości		
	25/10 MHz	27/10 MHz	40/25 MHz
GPS	1750000	1750000	1750000
N31	1	41	15
N2_HS	10	10	4
N2_LS	320	5904	12000
N1_HS	8	4	7
NC1_LS	28	60	20
NC2_LS	70	162	32

W standardowej konfiguracji częstotliwość na wyjściu 2 („Output 2”) jest zależna od nastawionej częstotliwości na wyjściu 1 i może być wybrana z rozwijanego spisu. Po zmianie stosunków podziału

wewnętrznych dzielników częstotliwości możliwe jest osiągnięcie innych kombinacji częstotliwości. Przykładowe ustawienia dla niektórych rozwiązań dla satelity QO-100 podane są w tabeli 16.1. Dla odbioru na częstotliwości 432,500 MHz do LBN należy podać odpowiednio częstotliwość oscylatora 25,7871870 MHz albo 27,850154 MHz.



Zakres częstotliwości wyjściowych generatora rozciąga się od 400 Hz do 810 MHz, a zakres mocy wyjściowych od 7,7 dBm do 13,3 dBm (na 10 MHz) co odpowiada ustawieniom prądów wyjściowych od 8 do 32 mA. Pobór prądu zasilania wynosi 250 mA przy napięciu 5 V na złączu USB. Oprócz wersji z dwoma wyjściami produkowana jest również wersja z jednym *MiniGPSDO*. Model LBE1421 posiada dwa wyjścia i pokrywa zakres 1 Hz – 800 MHz na wyjściu 1 oraz 1 Hz – 1,4 GHz na wyjściu 2.

17. Pomiary WFS w paśmie 13 cm

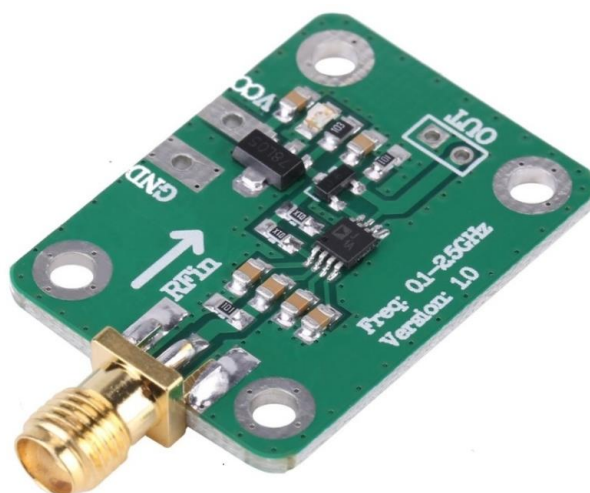
Autor opracowania [17.1] do przybliżonego pomiaru WFS w paśmie 2,4 GHz (w paśmie nadawczym w kierunku satelity QO-100) korzysta ze sprzęgacza kierunkowego ZADC-23-2000-1 i logarytmicznego modułu miernika mocy na AD8313. Oba moduły są dostępne w sklepie internetowym *Funk-amateura* [17.2]. Inne modele sprzęgaczy można znaleźć na platformach internetowych w rodzaju *Aliexpressu*. Sprzęgacz kierunkowy pokrywa według danych producenta zakres 800 MHz do 2,0 GHz, ale przy 2,4 GHz pracuje jeszcze wystarczająco dobrze jak na wymagania krótkofalarskie – minimalny mierzony WFS wynosi 1,5. Maksymalna moc wejściowa wynosi 5 W, a moc wyjściowa na wyjściu pomiarowym jest tłumiona o 23 dB.

Sygnal z wyjścia pomiarowego jest podawany na moduł pomiarowy połączony z woltomierzem napięcia stałego o zakresie 2 V.

Moduł pomiarowy jest zasilany napięciem 7 — 15 V, a jego pobór prądu wynosi 15 mA. Dopuszczalna moc na wejściu pomiarowym leży w zakresie -72 – -2 dBm.

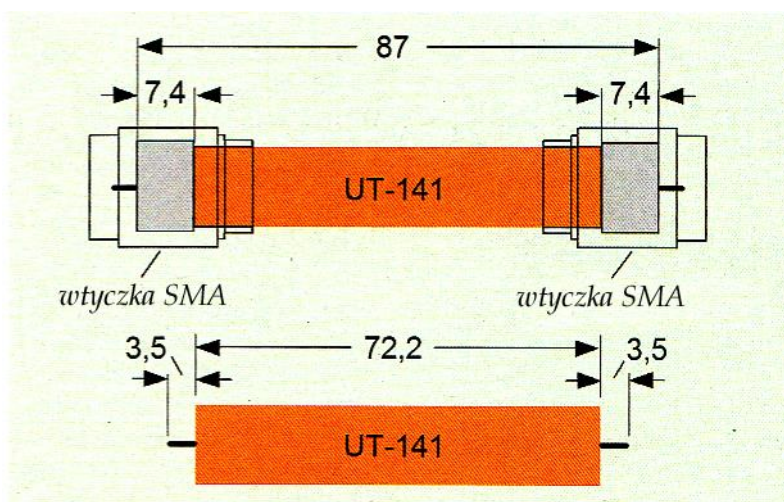


Fot. 17.1. Sprzęgacz kierunkowy



Fot. 17.2. Logarytmiczny miernik na AD8313

Wyniki pomiarów dla jednego dwóch egzemplarzy opisanego miernika WFS na częstotliwości 2,4 GHz wykonanych przez autora [17.1] dla zawiera tabela 17.1. Dla drugiego zakres zmierzonych napięć leżał między 0,95 i 1,181 V. Różnice między oboma egzemplarzami dla wartości pośrednich leżały między 62 i 70 mV. Dla prawidłowości obliczeń WFS istotne nie są jednak wartości bezwzględne napięć, a stałość kroku między poszczególnymi wartościami wynoszącego 21,42 mV/dBm.



Rys. 17.3. Wykonanie kabla o długości pełnej fali. Należy uwzględnić współczynnik skrócenia

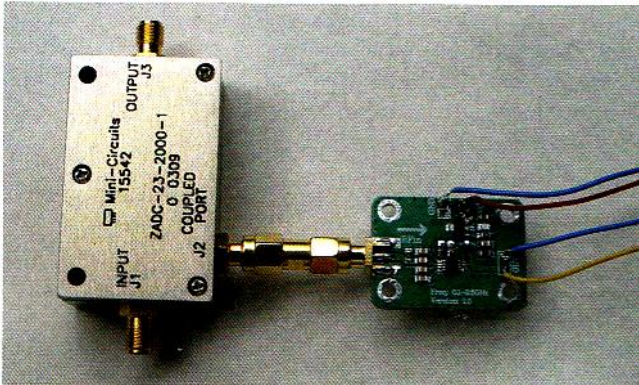
Łącząc wejście sprzągacza kierunkowego z wyjściem nadajnika, a jego wyjście z anteną wykonuje się pomiar mocy padającej, a odwrotnie wejście z anteną przez kabel koncentryczny a wyjście z nadajnikiem dokonuje się pomiaru mocy odbitej. Autor [17.1] korzystał z odcinka linii UT-141 o długości fali (sposób wykonania przedstawiono na ilustracji 17.3). Ze względu na liniowość pomiaru moc doprowadzona do wejścia modułu pomiarowego nie powinna przekraczać -10 dB, co przy współczynniku sprężenia (tłumienia) sprzągacza kierunkowego oznacza doprowadzenie na czas pomiaru WFS do jego wejścia mocy -10 dBm + 23 dB = 13 dBm czyli 20 mW.
Dla zmierzonych wartości napięć należy z tabelki odczytać moce padającą i odbitą i na ich podstawie obliczyć WFS:

$$WFS = \frac{\sqrt{10^{\frac{P_p(dBm)-30}{10}}} + \sqrt{10^{\frac{P_o(dBm)-30}{10}}}}{\sqrt{10^{\frac{P_p(dBm)-30}{10}}} - \sqrt{10^{\frac{P_o(dBm)-30}{10}}}}$$

gdzie Pp jest mocą fali padającej, a Po – mocą fali odbitej.

Tabela 17.1

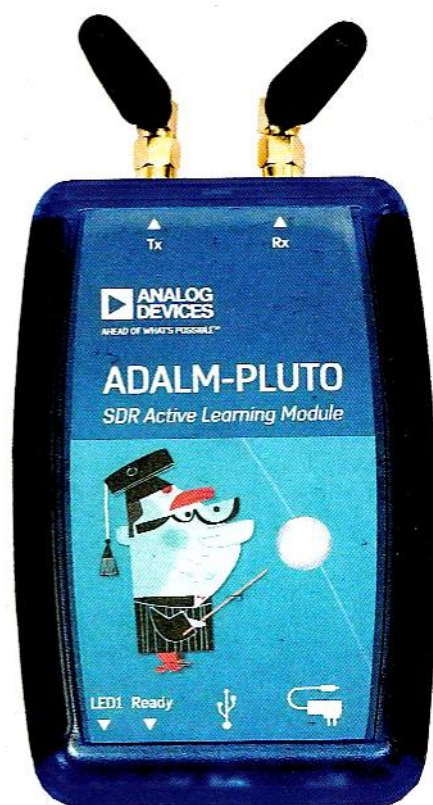
Moc [dBm]	Napięcie [V]	Moc [dBm]	Napięcie [V]
-10	1,74	-30	1,32
-11	1,719	-31	1,3
-12	1,697	-32	1,278
-13	1,677	-33	1,258
-14	1,655	-34	1,238
-15	1,653	-35	1,217
-16	1,615	-36	1,195
-17	1,594	-37	1,174
-18	1,573	-38	1,153
-19	1,552	-39	1,132
-20	1,532	-40	1,111
-21	1,511	-41	1,088
-22	1,49	-42	1,066
-23	1,469	-43	1,045
-24	1,447	-44	1,024
-25	1,426	-45	1,001
-26	1,405	-46	0,978
-27	1,383	-47	0,954
-28	1,362	-48	0,93
-29	1,341	-49	0,907
		-50	0,883



Fot. 17.5. Układ pomiarowy

18. ADALM Pluto

ADALM Pluto firmy Analog Devices (*Analog Dewices Active Learning Module – PlutoSDR*) jest systemem nadawczo-odbiorczym oficjalnie przeznaczonym do celów dydaktycznych ale budzi również zainteresowanie eksperymentujących krótkofalowców. Moduł zawiera scalony układ nadawczo-odbiorczy typu AD9363. Standardowo pokrywa on zakres 325 MHz – 3,8 GHz, ale możliwe jest rozszerzenie do 70 MHz – 6 GHz. Obejmuje on wówczas także radiofoniczne pasmo UKF i pasmo amatorskie 2 m. Częstotliwości nadawania i odbioru można ustawiać niezależnie od siebie. Szerokość pasma przeniesienia wynosi 20 MHz, ale w praktyce jest ograniczona przez przepustowość złącza USB 2.0. Moc wyjściowa nadajnika wynosi kilkanaście mW. *Pluto* może pracować jako odbiornik na częstotliwości pośredniej po LNB na pasmo 10 GHz i jako nadajnik na pasmo 2,4 GHz dla QO-100. Z transwerterem *Charon* firmy *DX Patrol* pokrywa również zakres fal krótkich.



W skład wyposażenia wchodzi dwie krótkie antenki i dwa kable USB z wtyczkami mikroUSB. Do zasilania napięciem USB służy złącze USB. Drugie z nich jest przeznaczone do komunikacji z kompu-terem. *ADALM Pluto* jest dostępny pod adresem IP 192.168.2.1. Na stronie konfiguracyjnej użytkownik może podać swój znak wywoławczy, imię i inne informacje. Pod systemem Windows konieczne jest zainstalowanie dostępnego w Internecie sterownika, czego nie wymaga Linuks. Sterownik należy zainstalować przed pierwszym podłączeniem kabla USB. Na komputerze widoczny jest dodatkowy dysk USB, na który można kopiować aktualne wersje oprogramowania. Podany powyżej adres IP należy wprowadzić do pola adresowego przeglądarki internetowej. Dodatkowo możliwe jest także rozejrzenie się w systemie *Pluta* za pomocą połączenia *ssh* przy wykorzystaniu programu *putty* lub podobnego. Sterownik dla Windows i aktualne archiwa ZIP oprogramowania wewnętrznego są dostępne na *githubie*. W celu zainstalowania nowej wersji oprogramowania należy rozpakować archiwum i skopiować plik *boot.frm* na wspomniany dysk USB *Pluta*. Po odłączeniu dysku w systemie operacyjnym komputera automatycznie rozpoczyna się instalacja.

Do odbioru pod Linuksem służy program *gqrx*, w którym jako odbiornik należy wybrać *PlutoSDR*. Dobrym rozwiązaniem dla Windows jest SDR# z dodatkiem DL4TMA do obsługi *PlutoSDR*.

Po pobraniu tego dodatkowego programu z *githuba* i roz-pakowaniu archiwum ZIP należy jego zawartość skopiować do katalogu SDR#. Plik *FrontEnds.xml* należy uzupełnić dodając na końcu sekcji *frontendPlugins* linię:

```
„<add key=“PlutoSDR” value=“SDRSharp.PlutoSDR.PlutoSDRIO,SDRSharp.PlutoSDR” />”.
```

Po ponownym uruchomieniu SDR# w spisie urządzeń powinien się pojawić *PlutoSDR*. Dodatek funkcjonuje tylko w 32-bitowej wersji programu, a nie w 64-bitowej.

Do nadawania pod Linuksem najlepiej użyć programu *SDRAngel* autorstwa F4EXB. Pod Windows zalecany jest program *SDRConsole* autorstwa G4ELI [18.2].

Dla rozszerzenia zakresu pracy odbiorczo od 70 MHz do 6 GHz i nadawczo od 47 MHz do 6 GHz należy po połączeniu się przez *ssh* z uprawnieniami administratora (*root*) podać następujące polecenia:

```
fw_setenv attr_name compatible
```

```
fw_setenv attr_val 9364
```

Powrót do standardowego zakresu 325 MHz – 3,8 GHz zapewniają polecenia

```
fw_setenv attr_name
```

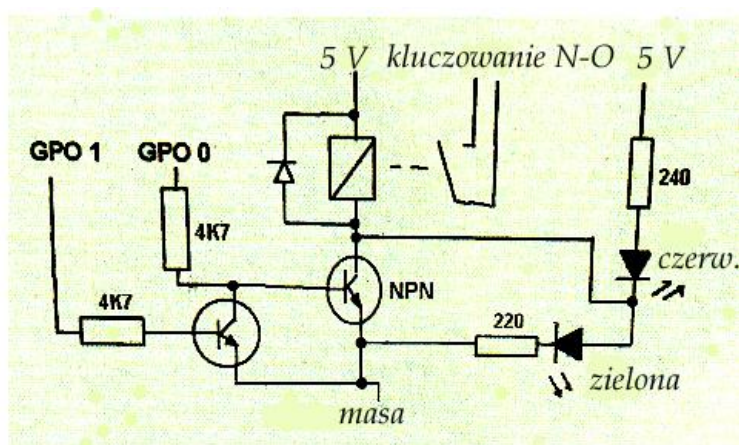
```
fw_setenv attr_val
```

Zamiast bezpośredniego połączenia z komputerem można skorzystać z przejściówki USB OTG HOST i połączyć *Pluto* z domową siecią WLAN. Adres IP jest wówczas przyznawany automatycznie przez

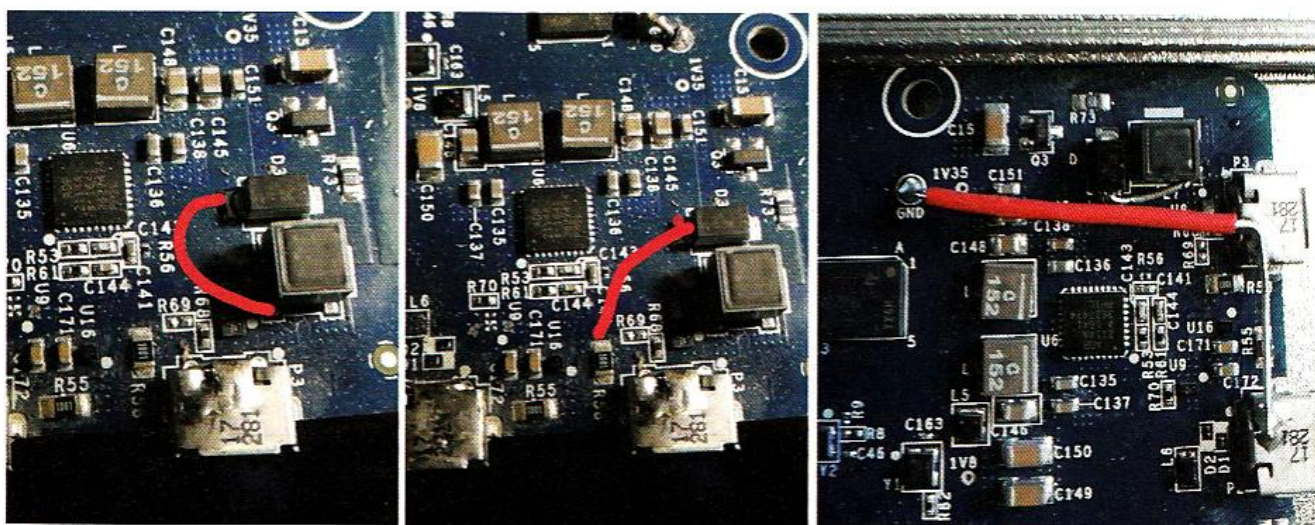
serwer DHCP *Fritz!Box-a*. *SDRConsole*, *gqrx* i inne programy nadawczo-odbiorcze korzystają wówczas z tego adresu w dostępie do *Pluta*. Przejściówka musi być wyposażona w obwody scalone podane w witrynie [18.3]. Dla uniknięcia wpływu zakłóceń w paśmie WLAN 2,4 GHz korzystnie jest użyć połączenia kablowego (ethernetowego).

Dla poprawienia raczej kiepskiej stabilności częstotliwości (odchyłki rzędu kilku kHz na 2,3 GHz) można wymienić wbudowany generator odniesienia TCXO na stabilniejszy. Należy jednak zwrócić uwagę, aby miał on niski poziom szumów własnych, nie gorszy od poziomu szumów standardowego generatora. Niektórzy użytkownicy wymieniają standardowy generator na OCXO. Nie powinien on jednak pobierać powyżej 500 mA prądu. Możliwe jest także zastąpienie TCXO przez wejście dla sygnału prostokątnego 40 MHz pochodzącego z GPSDO. W przypadku gdy GPSDO dostarcza sygnału wzorcowego o innej częstotliwości konieczne jest dopasowanie oprogramowania wewnętrznego *Pluta*. Należy też zwrócić uwagę na nieprzesterowywanie wejścia i ewentualnie dodać tłumik.

Przycisk nadawania można dodać na dwa sposoby. Automatyczny układ kluczący (*VOX dla danych*) można dodać korzystając z faktu, że *Pluto* posiada 12-bitową magistralę danych wykorzystywaną tylko przez przetwornik cyfrowo-analogowy (ang. *DAC*). Dane na magistrali są przesyłane tylko w czasie nadawania. Autor opracowania [18.1] wykorzystał najniższy bit magistrali i połączył go z dodatkowym układem automatycznego kluczowania – *VOX*. Rozwiązanie takie powinno współpracować z każdym programem nadawczym. Drugie rozwiązanie opracowane przez DG9BFC przedstawiono na schemacie 18.1. Wykorzystano w nim dwa wyprowadzenia na złączu GPO – GPO 0 i GPO 1 – do sterowania przekaźnikiem. Sygnał sterujący musi pochodzić z programu, przykładowo z *SDRConsole*. Sygnał kluczący może także załączać napięcie zasilania dodatkowego wzmacniacza mocy.



Rys. 18.1. Układ kluczący DG9BFC

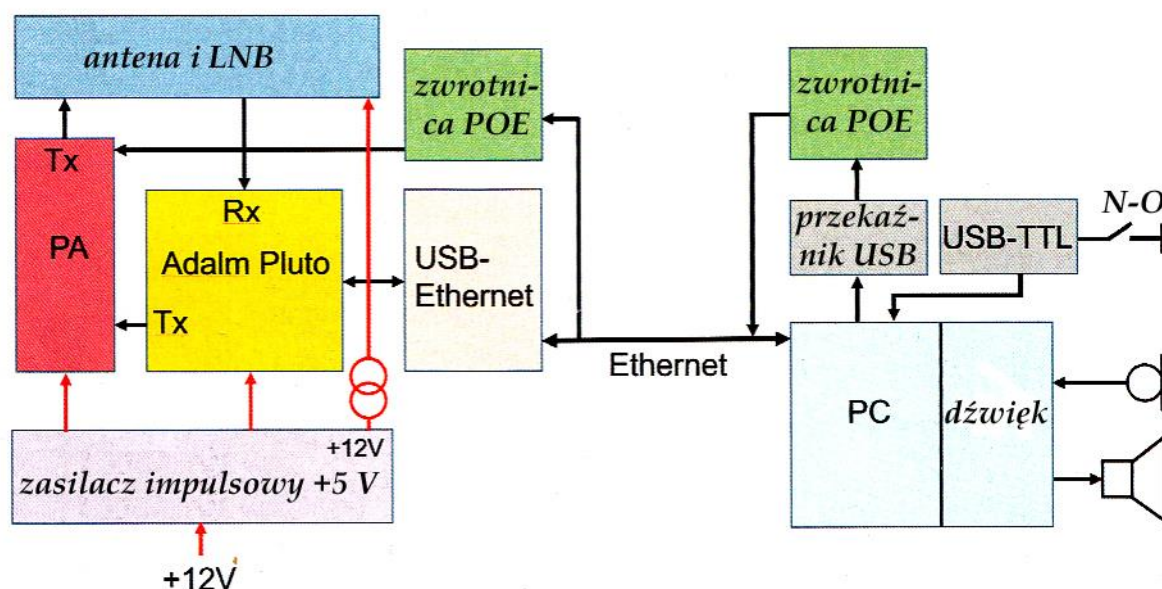


Fot. 18.2. Trzy warianty dodatkowego połączenia stabilizującego pracę przejściówki wg DG9BFC

Dodatkowy przewód masy pokazany w trzech wariantach na fotografiach na ilustracji 18.2 poprawiają stabilność pracy przejściówki USB-OTG.

W witrynie [18.4] wyjaśniono sposób instalacji pod Linuksem kompilatora skrośnego dla *Pluta*, co pozwala na kompilację i instalowanie na nim dodatkowych programów, przykładowo programu odbiorczego dla lotniczego systemu ADS-B pracującego na 1090 MHz, albo zmodyfikowanych wersji oprogramowania autorstwa F5OEO dla amatorskiej telewizji DATV. Jako źródło cyfrowego sygnału telewizyjnego może posłużyć nowa wersja systemu *Portstown* – *Portstown 4*, strumienie danych generowanych przez oprogramowanie *Open Broadcaster Studio* – wysyłane w protokole RTMP, lub strumienie danych wysyłane w protokole UDP zakodowane w standardzie H.265.

Wadą modułu jest brak filtrów na wejściu i niska moc wyjściowa z czym wprawdzie można się pogodzić w zastosowaniach eksperymentalnych, ale w zastosowaniach krótkofalarskich konieczny jest wzmacniacz mocy i przyda się również uzupełnienie radiostacji o filtr wejściowy na pożądany zakres. Zapobiega on przesterowaniu odbiornika przez niepożądane sygnały i poprawia czystość sygnału nadawanego. Opracowany przez AMSAT-DL wzmacniacz mocy na MMIC w stopniu sterującym i stopniu przeciwsobnym na GS35650SHN dostarcza w paśmie 2,4 GHz około 4 – 5 W mocy w.cz.



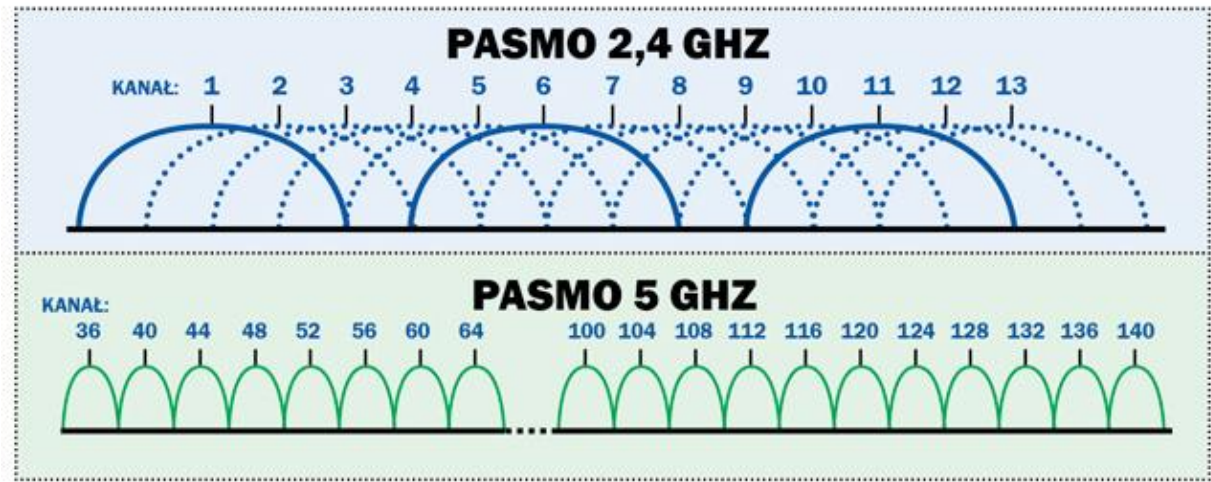
Rys. 18.4. Schemat blokowy stacji naziemnej dla QO-100 z modulem radiowym *ADALM Pluto*



Fot. 18.5. Konstrukcja wewnętrzna *Pluta*

Łącznościom przez satelitę QO-100 poświęcone są pozycje [18.5] – [18.7].

Dodatek A
Kanały WLAN w pasmach 2,4 i 5 GHz



Dodatek B
Systemy cyfrowego głosu

System	Wokoder	Kanały	Pasmo [kHz]	Rozdział	Modulacja
P25 – P1	IMBE	1	12,5	Częstotliwościowy	C4FM
D-STAR	AMBE+	1	6,25	Częstotliwościowy	GMSK
DMR	AMBE+2	2	12,5	Czasowy	4FSK
NXDN	AMBE+2	1	6,25/12,5	Częstotliwościowy	C4FM
C4FM	AMBE+2	1	12,5	Częstotliwościowy	C4FM
Free DV (KF)	Codec 2	1	1,25	Częstotliwościowy	QPSK

Literatura i adresy internetowe

- [1.1] „WPSD, una alternativa a Pi-Star”, Diego Martinez Nicolas, EA5GTU, *Radioaficionados* 5/2025 str. 30, 6/2025, str. 26
- [1.2] <https://w0chp.radio> – strona projektu WPSD, zawiera także generator konfiguracji WiFi, spisy reflektorów i grup rozmówców dla wszystkich systemów cyfrowego głosu
- [1.3] <https://manual.wpsd.radio> – dokumentacja
- [1.4] www.dmraustria.at
- [2.1] sharkrf.com – witryna producenta
- [2.2] forum.sharkrf.com – internetowe forum użytkowników
- [2.3] „SharkRF MIKE Handheld WLAN IP Transceiver”, John Leonardelli, VE3IPS, QST 9/2025, str. 38
- [2.4] „WLAN-IP-Transceiver SharkRF MIKE mit Hotspot-Konnektivität, Jochen Berns, DL1YBL, *Funkamateure* 10/2025, str. 780
- [2.5] Tomy 1, 34, 60, 61, 62, 69, 73 serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca” – informacje o systemach cyfrowego głosu
- [2.6] „Mikroprzemienik OpenSpot4 Pro”, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, *Świat Radio* 9–10/2025, str. 24
- [3.1] „Entendiendo el modo FT8 SuperFox”, Cédéric Puchalski, EA4AC, *Radioaficionados* 7/2025, str. 50
- [3.2] <https://ncdxf.org/> – północnokaliifornijska fundacja DX-owa
- [4.1] sdrangel.org – witryna programu
- [4.2] <https://github.com/f4exb/sdrangel> – archiwum programu, dokumentacja i instrukcje
- [4.3] <https://afu-base.de/>
- [5.1] „Getrennte Netze”, PC Magazin 3/2016
- [6.1] „Beeinflusst der Klimawandel die Ionosphäre”, CQDL 9/2025, str. 47
- [6.2] „Trends in the neutral and ionized Upper Atmosphere”, Laštovička, J., Solomon, S.C., Qian, L. *Space Sci. Rev.* 2012, 168, 113 – 145
- [6.3] „On long term SABER CO2 trends and effects due to nonuniform space and time sampling”, Rezac, L., Yue, J., Yongxiao, J., Russel, J.M., Mlynarczyk, M.G., *J. Geophys. Res. Space Phys.* 2018, 123, 7958 – 7967
- [6.4] „Long Term Changes in Ionospheric Climate in terms of foF2”, Laštovička, J., *Atmosphere* 2022, 13, 110, <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/1/110>
- [6.5] „Cooling of the upper atmosphere by enhanced greenhouse gases: Modeling of the thermospheric and ionospheric effects”, Rishbeth, H., & Roble, R.G. (1992), *Planetary and Space Science*, 40(7), 1011–1026
- [6.6] „Ionospheric trend over Wuhan during 1947 – 2018: Comparison between simulation and observation”, Yue, X., Hu, L., Wei, F., Ning, B., *J. Geophys. Res. Space Phys.* 2018, 123, 1396 – 1409
- [6.7] „Long term trends of the critical frequency of the F2 layer at northern and southern high latitude regions”, Alfonsi, L., DeFranceschi, G., Perrone, L., *Phys. Chem. Earth* 2022, 27, 607 – 612
- [6.8] „Long term changes in ionospheric parameters over Ahmedabad”, Chandra, H., Vyas, G.D., Sharma, S., *Adv. Space Res.* 1997, 20, 2121 – 2164
- [7.1] „SWR und Verluste von Unun und Balun”, Michael Putz, OE6CWI, QSP 7-8/2025, str. 34
- [7.2] „Speisung eines Dipols – symmetrisch oder unsymmetrisch?”, Christoph Kunze, DK6ED, *Funkamateure* 11/2025, str. 882
- [8.1] „LinHT: Open-Source SDR-Handfunkgerät für Funkamateure”, OE3ANC, QSP 10/2025, str. 28
- [8.2] <https://github.com/M17-Project/LinHT-hw>

[8.3] <https://m17foundation.org>

[8.4] <https://uart.cz/linht-open-sdrhandheld-for-radio-amateurs/>

[9.1] „Einsatz eines Kammgenerators im Messlabor des Funkamateurs“, Werner Schnorrenberg, DC4KU, *Funkamateureur* 8/2025, str. 640

[9.2] *dc4ku.com* – osobista witryna DC4KU

[9.3] *dc4ku.darc.de* – witryna DC4KU w DARC

[9.4] „Pomiary czułości i szumów własnych odbiorników”, „Mieszanka firmowa 3”, tom 71 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”; „Świat Radio” 1-2/2024, str. 42

[9.5] „Szumowe pomiary nadajników”, „Mieszanka firmowa 1”, tom 66 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”; „Świat Radio” 9-10/2023, str. 58

[9.6] „Pomiar szumowy NPR”, „Miernictwo 2”, tom 43 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”; „Świat Radio”, 9/2016, str. 55

[11.1] „FT4 i FT8 pod iOS”, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, „Świat Radio” 5-6/2025, str. 32

[11.2] „Łączności za pomocą iPhona i IC-705”, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, „Świat Radio” 5-6/2025, str. 30;

[11.3] „Terenowa praca emisjami FT4 i FT8 za pomocą iPhona i IC-705”, „Mieszanka firmowa 3”, tom 71 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”

[11.4] „FT4 i FT8 pod iOS”, „Mieszanka firmowa 3”, tom 71 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”

[11.5] „FT8 und FT4 auf iPhone und iPad”, Christoph Nadig, HB9ZHK, CQDL 2/2024, str. 50

[11.6] <https://iftx.ch/documentation.html> – dokumentacja HB9ZHK

[11.7] „SDR-Control”, „Mieszanka firmowa 2”, tom 67 „Biblioteki polskiego krótkofalowca

[12.1] „XLX vs. REF: Ein technischer Vergleich der D-STAR Protokolle“, HB9HJI, <https://www.funkwelt.net>

[12.2] „DVMEGA Globetrotter“, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, „Świat Radio” 1-1/2026, str. 18

[12.3] „Cyfrowy dźwięk komputerowo”, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, „Świat Radio” 4-5/2021, str. 24

[13.1] „Mini-Funkpeilersender für 80 m mit 1,5-V-Batterie“, Peter Schmücking, DL7JSP, *Funkamateureur* 12/2025 str. 969

[14.1] „Das 50-Ω-System in der Hochfrequenztechnik“, Jan Ückerseifer, DJ1UC, *Funkamateureur* 11/2024, str. 858

[15.1] „ENAMS – Empfängernetzwerk zur Störpegelerfassung”, Willi Passmann, DJ6JZ, *Funkamateureur* 11/2024 str. 864

[15.2] *www.enams.de* – witryna systemu, dostęp do bazy danych i innych istotnych informacji

[15.3] „ENAMS – ein innovatives flächendeckendes Störfeldstärkenmesssystem“, Michael Hartje, Brema, Niemcy, Klaus Eichel, DARC, Andreas Lock, DARC

[15.4] „Aktive Empfangsantenne für ENAMS”, Jörg Logemann, DL2NI, CQDL 2/2018, str. 49

[15.5] „ENAMS – Messsystem für HF-Störungen 100 kHz ... 30 MHz“, Klaus H. Eichel, DL6SES, Jörg Logemann, DL2NI, CQDL 3/2019, str. 37

[15.6] „Von den ITU-Werten weit entfernt“, „Klaus H. Eichel, DL6SES, CQDL 5.2020, str. 13

[15.7] „Das ENAMS-Projekt im Detail“, Jörg Logemann, DL2NI, CQDL 6/2020, str. 46

[15.8] „ENAMS-Projekt im detail. Die Antenne – wichtiger Teil des Systems“, Jörg Logemann, DL2NI, CQDL 7/2020, str. 42

[15.9] „Mess-System für elektromagnetische Störungen“, Christian Entsfellner, DL3MBG, Klaus Eichel, DL6SES, CQDL 12/2017, str. 15

[16.1] „Anwendertips für das GPSDO von Leo Bodnar“, Dietmar Austerlühl, DL1ZAX, CQDL *Spezial: QRV über QO-100*, str. 75

[16.2] <https://leobodnar.com> – witryna producenta

- [17.1] „Einfacher SWR-Indikator”, Gerfried Palme, DH8AG, *CQDL Spezial: QRV über QO-100*, str. 82
- [17.2] www.box73.de – sklep internetowy *Funkamateura*
- [18.1] „ADALM Pluto – vielseitig andwendbar”, Michael Renner, DD0UL, *CQDL Spezial: QRV über QO-100*, str. 76
- [18.2] www.srd-radio.com
- [18.3] https://wiki.analog.com/university/tools/pluto/usb_otg_host_function_support
- [18.4] https://wiki.analog.com/university/tools/pluto/devs/embedded_code
- [18.5] „Jak zacząć przygodę z satelitą QO-100”, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, *Świat Radio* 3-4/2024, str. 54
- [18.6] „Poradnik pracy z QO-100”, Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA, *Świat Radio* 4/2020, str. 44
- [18.7] „Duplexowy transwerter DX-Patrol”, „Testy sprzętu 6”, tom 76 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”

W serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca” dotychczas ukazały się:

- Nr 1 – „Poradnik D-STAR”, wydanie 1 (2011), 2 (2015), 3 (2019) i 4 (2021)
- Nr 2 – „Instrukcja do programu D-RATS” (2011)
- Nr 3 – „Technika słabych sygnałów” Tom 1 (2011)
- Nr 4 – „Technika słabych sygnałów” Tom 2 (2011)
- Nr 5 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 1 (2011)
- Nr 6 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 2 (2011)
- Nr 7 – „Packet radio” (2011)
- Nr 8 – „APRS i D-PRS” (2012)
- Nr 9 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 1, wydanie 1 (2012)
- Nr 10 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 2, wydanie 1 (2012)
- Nr 11 – „Słownik niemiecko-polski i angielsko-polski” Tom 1 (2012)
- Nr 12 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 1 (2012)
- Nr 13 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 2 (2012)
- Nr 14 – „Amatorska radioastronomia” (2012)
- Nr 15 – „Transmisja danych w systemie D-STAR” (2013)
- Nr 16 – „Amatorska radiometeorologia”, wydanie 1 (2013) i 2 (2017)
- Nr 17 – „Radiolatarnie małej mocy” (2013)
- Nr 18 – „Łączności na falach długich” (2013)
- Nr 19 – „Poradnik Echolinku” (2013)
- Nr 20 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 1 (2013)
- Nr 21 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 2 (2013)
- Nr 22 – „Protokół BGP w Hamnecie” (2013)
- Nr 23 – „Technika słabych sygnałów” Tom 3, wydanie 1 (2014), 2 (2016) i 3 (2017)
- Nr 24 – „Raspberry Pi w krótkofalarstwie” (2014)
- Nr 25 – „Najpopularniejsze pasma mikrofalowe”, wydanie 1 (2015) i 2 (2019)
- Nr 26 – „Poradnik DMR” wydanie 1 (2015), 2 (2016) i 3 (2019), nr 326 – wydanie skrócone (2016)
- Nr 27 – „Poradnik Hamnetu” wydanie 1 (2015) i 2 (2021)
- Nr 28 – „Budujemy Ilera” Tom 1 (2015)
- Nr 29 – „Budujemy Ilera” Tom 2 (2015)
- Nr 30 – „Konstrukcje D-Starowe” (2015)
- Nr 31 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 3 (2016)
- Nr 32 – „Anteny łatwe do ukrycia” (2016)
- Nr 33 – „Amatorska telemetria”, wydanie 1 (2017) i 2 (2022)
- Nr 34 – „Poradnik systemu C4FM”, wydanie 1 (2017), 2 (2019) i 3 (2021)
- Nr 35 – „Licencja i co dalej” Tom 1 (2017)
- Nr 36 – „Cyfrowa Obróbka Sygnałów” (2018)
- Nr 37 – „Telewizja amatorska” (2018)
- Nr 38 – „Technika słabych sygnałów” Tom 4, wydanie 1 (2018), 2 (2020) i 3 (2022)
- Nr 39 – „Łączności świetlne” (2018)
- Nr 40 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 4 (2018)
- Nr 41 – „Licencja i co dalej” Tom 2 (2018)
- Nr 42 – „Miernictwo” Tom 1 (2019)
- Nr 43 – „Miernictwo” Tom 2 (2019)
- Nr 44 – „Miernictwo” Tom 3 (2019)
- Nr 45 – „Testy sprzętu” Tom 1 (2019)
- Nr 46 – „Testy sprzętu” Tom 2 (2019)
- Nr 47 – „Licencja i co dalej” Tom 3 (2019)
- Nr 48 – „Jonosfera i propagacja fal” (2020)
- Nr 49 – „Anteny krótkofalowe” Tom 1, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 50 – „Anteny ultrakrótkofalowe” Tom 1, wydanie 1 (2020) i 2 (2022)
- Nr 51 – „Anteny krótkofalowe” Tom 2, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 52 – „Anteny ultrakrótkofalowe” Tom 2, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 53 – „Anteny mikrofalowe” (2020)

- Nr 54 – „Proste odbiorniki amatorskie” Tom 1 (2020)
- Nr 55 – „Proste odbiorniki amatorskie” Tom 2 (2020)
- Nr 56 – „Proste nadajniki amatorskie” Tom 1 (2021)
- Nr 57 – „Proste nadajniki amatorskie” Tom 2 (2021)
- Nr 58 – „Mini- i mikrokomputery w krótkofalarstwie” Tom 1 (2021)
- Nr 59 – „Mini- i mikrokomputery w krótkofalarstwie” Tom 2 (2021)
- Nr 60 – „DX-y w C4FM” (2021)
- Nr 261 – „Poradnik DMR” Tom 1, z nru 26, wydanie 1 (2021)
- Nr 262 – „Poradnik DMR” Tom 2, z nru 26, wydanie 1 (2021)
- Nr 63 – „Testy sprzętu” Tom 3 (2021)
- Nr 64 – „Pocztą elektroniczną na falach krótkich”, z numerów 9 i 10, wydanie 2 (2022)
- Nr 65 – „Testy sprzętu” Tom 4 (2022)
- Nr 66 – „Mieszanka firmowa” Tom 1 (2023)
- Nr 67 – „Mieszanka firmowa” Tom 2 (2023)
- Nr 68 – „System LoRa”, wydanie 1 (2023), 2 (2024), 3 (2025)
- Nr 69 – „Poradnik cyfrowego głosu” (2024)
- Nr 70 – „Konstrukcje antenowe” Tom 1, wydanie 1 (2024), 2 (2025)
- Nr 71 – „Mieszanka firmowa” Tom 3 (2024)
- Nr 72 – „Testy sprzętu” Tom 5 (2024)
- Nr 73 – „Poradnik DMR” Tom 3 (2024)
- Nr 74 – „Mieszanka firmowa” Tom 4 (2025)
- Nr 75 – „Instrukcja obsługi FTDX10 (2025)
- Nr 76 – „Testy sprzętu” Tom 6 (2025)
- Nr 77 – „Historyczna technika krótkofalowców” Tom 1 (2025)
- Nr 78 – „Mieszanka firmowa” Tom 5 (2025)

Nr 356 – „Słownik historycznych terminów z elektroniki i radiotechniki” (2020)

W serii „Biblioteka historii techniki” dotychczas ukazały się:

- Nr H1 – „Praprzemysł na ziemiach polskich”, Tom 1, wyd. 1 (2024)
- Nr H2 – „Witelon”, wyd. 1 (2024)
- Nr H3 – „Praprzemysł na ziemiach polskich”, Tom 2, wyd. 1 (2025)

