

RF Explorer®

Instrukcja obsługi

Zaktualizowano dla wersji oprogramowania sprzętowego (Firmware) 1.32 dla modeli Standard

Zaktualizowano dla wersji oprogramowania sprzętowego (Firmware) 3.25 dla modeli Plus

RF Explorer®

RF Explorer to przystępny cenowo, ręczny analizator widma, oferujący stale rozwijaną listę funkcji.

To niewielkie, a zarazem wydajne urządzenie

jest narzędziem, którego potrzebujesz, aby

skrócić czas realizacji oraz obniżyć koszty

wdrożenia kolejnego projektu

wykorzystującego technologie

bezprzewodowe.

Aktualne wersje instrukcji obsługi RF Explorer są dostępne online.

Przed wydrukowaniem tego dokumentu prosimy o rozważenie wpływu na środowisko naturalne.

Spis treści

Wprowadzenie 5
Opis głównych funkcji 6
Modele RF Explorer Plus – budowa i funkcje 7
Modele RF Explorer Standard – budowa i funkcje 8
Prawidłowe obchodzenie się z poziomami mocy sygnału wejściowego 9
Tryb analizatora widma – ekran główny 10
Korzystanie z menu 12
Menu trybu pracy 14
Menu częstotliwości 16
Ekran analizatora w trybie zaawansowanym 18
Zaawansowane: zrozumienie szerokości pasma RBW 18
Tryb analizatora WiFi 20
Precyzyjne dostrajanie sieci WiFi 20
Menu tłumika 22
Menu konfiguracji 24
Menu ustawień wstępnych 25
Korzystanie z programu RF Explorer Preset Manager 26
Menu Rejestracja / Odtwarzanie (tylko modele Plus) 27
Rejestrowanie przebiegów pomiarowych 28
Odtwarzanie zapisanych przebiegów pomiarowych 29
Sygnały dźwiękowe 29
Rejestracja licencji 29
Planowane rozszerzenia funkcjonalności 29
Miernik natężenia pola dla pasm amatorskich (HAM Field Meter, tylko modele Plus) 30
Rejestracja licencji 31
Pomiar natężenia pola 31
Przycisk HELP (tylko modele Plus) 33
Tryb generatora RF 34
Wewnętrzny akumulator RF Explorer 36
Ładowanie wewnętrznego akumulatora 36
Korzystanie z ekranu informacji o akumulatorze 37
Ładowanie całkowicie rozładowanego akumulatora 39
Automatyczny tryb bezczynności podczas ładowania akumulatora 39
Moduły rozszerzeń 40
Anteny RF Explorer 41
Teleskopowa antena dwupasmowa 144/430 MHz 41

Antena UHF 400–900 MHz 41
Anteny dipolowe typu whip 42
Antena Rubber Duck 5,8 GHz 42
Dodatkowe anteny 43
Antena LTE 43
Dookólna antena Cloverleaf dwupasmowa 2,4 / 5,8 GHz 43
Kierunkowa antena panelowa SMA z przegubem, wersje 5,8 GHz i 2,4 GHz 44
Anteny bliskiego pola RF Explorer 44
Ochrona urządzenia przed uszkodzeniem 47
Tłumiki zewnętrzne 49
Tłumik SMA 6 GHz – 60 dB 49
Tłumik SMA 6 GHz – 10 dB 50
Tłumik SMA 6 GHz – 30 dB 50
Ogranicznik mocy RF Explorer 51
Uchwyt RF Explorer – wersja PLUS SLIM 53
Uchwyt RF Explorer – wersja Standard 54
Akcesoria do RF Explorer 55
Adapter SMA–BNC, SMA męskie → BNC żeńskie (prosty) 55
Adapter SMA–N, SMA męskie → N żeńskie (prosty) 55
Adapter RF RP-SMA żeńskie → SMA męskie, wersja prosta długa 56
Adapter SMA męskie → SMA żeńskie, kątowy 56
Przewody połączeniowe SMA 57
Przewód koncentryczny 6 GHz, długość 10 cm, SMA męskie – SMA żeńskie 57
Przewód koncentryczny 6 GHz, długość 10 cm, SMA męskie – SMA męskie 57
Przewód koncentryczny RF typu RG316 (pigtail), długość 50 cm, SMA męskie – SMA żeńskie 58
Przewód koncentryczny typu RG316 (pigtail), długość 50 cm, SMA męskie – SMA męskie 58
Adapter SMA męski/żeński 58
Terminator SMA – sztuczne obciążenie 50 Ω 59
Podłączanie RF Explorer do komputera 60
Specyfikacja interfejsu programistycznego API SDK dla RF Explorer 60
Otwarty kod źródłowy RF Explorer dla systemu Windows 60
Dane techniczne 61
Podziękowania 61
Zgodność z wymaganiami FCC i CE 61
Licencja 61

Wprowadzenie

Urządzenie RF Explorer zostało zaprojektowane tak, aby było intuicyjne i łatwe w obsłudze. Dzięki temu nie ma potrzeby studiowania obszernych instrukcji, aby korzystać z jego zaawansowanych funkcji.

Większość złożonych ustawień charakterystycznych dla pełnowymiarowych analizatorów widma została uproszczona dzięki funkcjom automatycznie realizowanym przez oprogramowanie sprzętowe. Przykładowo, nie ma potrzeby regulowania szerokości pasma rozdzielczości (RBW) przy każdej zmianie szerokości analizowanego pasma częstotliwości. W rzeczywistości nie musisz nawet wiedzieć, czym jest RBW. W miarę zdobywania wiedzy z zakresu techniki radiowej możesz w dowolnym momencie wrócić do tej instrukcji oraz materiałów szkoleniowych dostępnych online.

Zachęcamy do przekazywania opinii i pomysłów, które pozwolą uczynić tę instrukcję jeszcze bardziej użyteczną. Będziemy wdzięczni za wszelkie sugestie, propozycje usprawnień, zgłoszenia błędów redakcyjnych oraz komentarze publikowane na oficjalnym forum dyskusyjnym.

rf-explorer.com/forum

Opis głównych funkcji

✓ Kieszonkowe wymiary, niewielka masa oraz wytrzymała obudowa wykonana z aluminium.
✓ Analizator widma oferuje następujące tryby prezentacji wyników pomiarów: Peak Max, Max Hold, Normal, Overwrite oraz Averaging.
✓ Bezpłatne, dożywotnie aktualizacje oprogramowania sprzętowego.
✓ Możliwość rozbudowy funkcjonalności zgodnie z propozycjami społeczności użytkowników.
✓ Akumulator litowo-jonowy o dużej pojemności, zapewniający do 16 godzin ciągłej pracy; ładowanie odbywa się przez port USB.
✓ Bezpłatne oprogramowanie dla systemu Microsoft Windows o otwartym kodzie źródłowym.
✓ Bezpłatne oprogramowanie klienckie dla systemu macOS o otwartym kodzie źródłowym.
✓ Otwarty protokół komunikacji USB umożliwiający tworzenie własnych aplikacji, rozszerzeń i rozwiązań.
✓ Dostępne są różne modele urządzenia RF Explorer:

- model ogólnego przeznaczenia do wysokich częstotliwości: 50 kHz – 6100 MHz,
- model szerokopasmowy ogólnego przeznaczenia: 15–2700 MHz,
- szerokopasmowe modele UHF/ISM: 50 kHz – 960 MHz oraz 2350–2550 MHz,
- modele wąskopasmowe dla pasm ISM: 2,4 GHz, 433 MHz, 868 MHz lub 915 MHz.

✓ Możliwość rozbudowy: podstawowy model RF Explorer można w prosty sposób rozszerzyć o obsługę dodatkowych pasm za pomocą wewnętrznego portu rozszerzeń.
✓ Wybrane modele wyposażono we wbudowany generator sygnału RF.
✓ Więcej informacji na temat dostępnych modeli oraz ich możliwości można znaleźć w materiałach dostępnych online.

rf-explorer.com/models

Modele RF Explorer Plus – budowa i funkcje

Dostępne są dwie wersje modeli RF Explorer Plus. Nowsza wersja to konstrukcja SLIM, wyposażona w całkowicie metalową, formowaną obudowę wykończoną wysokiej jakości lakierem.



Starsza wersja z aluminiową obudową jest funkcjonalnie równoważna.



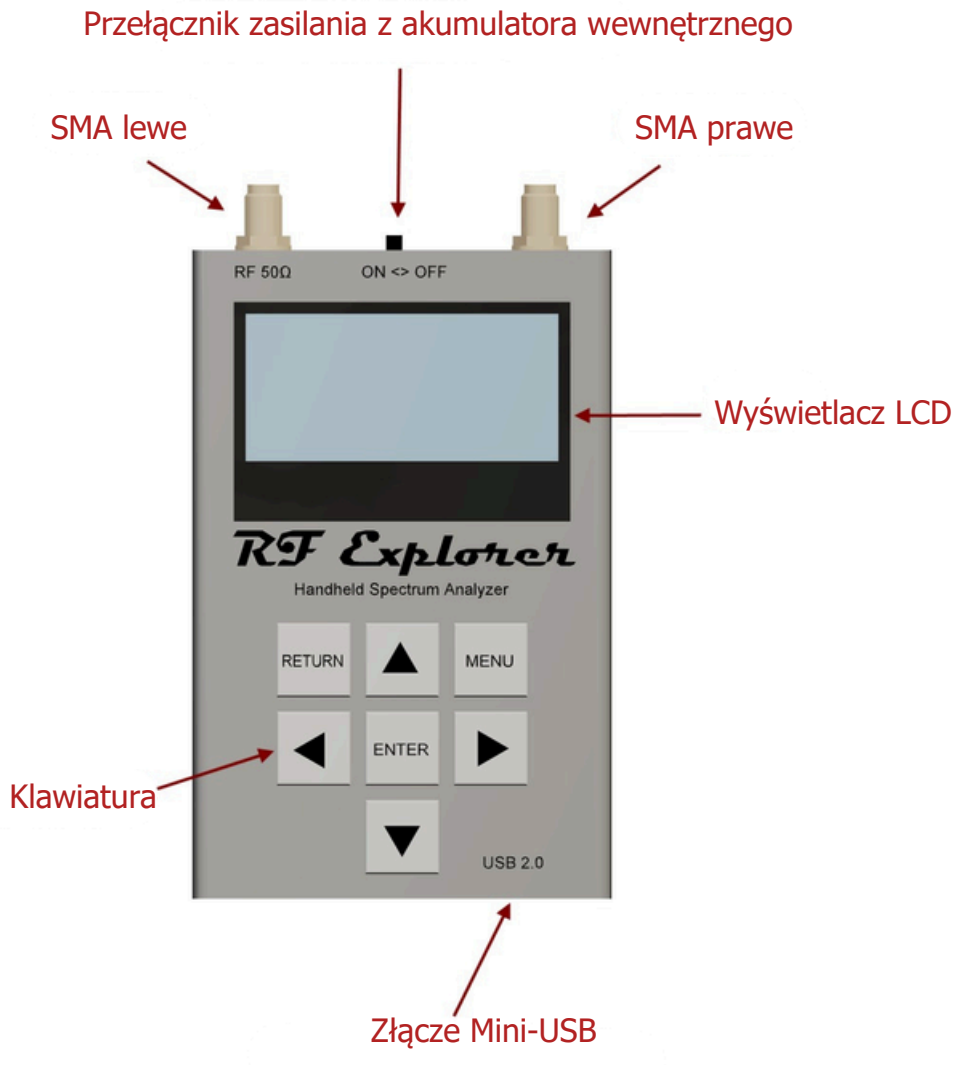
Modele RF Explorer Plus są wyposażone w 9 przycisków funkcyjnych umieszczonych na panelu przednim, w tym zależny od kontekstu przycisk HELP oraz przycisk SET, umożliwiający szybki wybór ustawień wstępnych. Urządzenie wyposażono również w ochronną osłonę z silikonu. Każdy model posiada co najmniej jedno złącze RF o impedancji 50 Ω w standardzie SMA.

We wszystkich modelach fabrycznie montowane jest lewe złącze SMA. Wybrane modele są dodatkowo wyposażone w drugie złącze SMA po prawej stronie, co umożliwia rozszerzenie zakresu częstotliwości oraz funkcjonalności urządzenia. Więcej informacji znajduje się w rozdziale „Moduły rozszerzeń" na stronie 40.
Po podłączeniu zgodnego przewodu Mini-USB urządzenie automatycznie uruchamia się i jest zasilane z portu USB.

Ważne: Przełącznik zasilania z akumulatora wewnętrznego musi znajdować się w położeniu ON, aby akumulator mógł być ładowany po podłączeniu przewodu USB. Gdy przełącznik znajduje się w położeniu OFF, akumulator nie będzie ładowany.

Uwaga: Dostępne są różne adaptery SMA, umożliwiające łatwe podłączenie złącza SMA urządzenia RF Explorer do innych standardowych złączy RF, takich jak BNC, N czy RP-SMA. Więcej informacji na temat dostępnych adapterów znajduje się w rozdziale „Akcesoria do RF Explorer" na stronie 55.

Modele RF Explorer Standard – budowa i funkcje



Modele RF Explorer Standard są wyposażone w 7 przycisków funkcyjnych umieszczonych na panelu przednim. Każdy model posiada co najmniej jedno złącze RF o impedancji 50 Ω w standardzie SMA.

We wszystkich modelach fabrycznie montowane jest lewe złącze SMA. Wybrane modele są dodatkowo wyposażone w drugie złącze SMA po prawej stronie, co umożliwia rozszerzenie zakresu częstotliwości oraz funkcjonalności urządzenia. Więcej informacji znajduje się w rozdziale „Moduły rozszerzeń" na stronie 40.

Po podłączeniu zgodnego przewodu Mini-USB urządzenie automatycznie uruchamia się i jest zasilane z portu USB.

Ważne: Przełącznik zasilania z akumulatora wewnętrznego musi znajdować się w położeniu ON, aby akumulator mógł być ładowany po podłączeniu przewodu USB. Gdy przełącznik znajduje się w położeniu OFF, akumulator nie będzie ładowany.

Uwaga: Dostępne są różne adaptery SMA, umożliwiające łatwe podłączenie złącza SMA urządzenia RF Explorer do innych standardowych złączy RF, takich jak BNC, N czy RP-SMA. Więcej informacji na temat dostępnych adapterów znajduje się w rozdziale „Akcesoria do RF Explorer" na stronie 55.

Prawidłowe obchodzenie się z poziomami mocy sygnału wejściowego

Urządzenie RF Explorer zostało zaprojektowane przede wszystkim z myślą o wykrywaniu sygnałów o małej mocy przy użyciu anten, zapewniając w takich zastosowaniach najlepsze parametry pracy.Większość pomiarów można wykonywać bezpośrednio, bez konieczności stosowania dodatkowych środków ostrożności. Jednak podczas pracy z sygnałami o dużej mocy, w celu uzyskania najlepszych wyników oraz ochrony urządzenia, może być konieczne zastosowanie zewnętrznych tłumików.

Zakres poziomu sygnału wejściowego	Zalecany tłumik zewnętrzny
poniżej −30 dBm / 1 µW	nie jest wymagany
−30 do 0 dBm / 1 µW do 1 mW	30 dB (zewnętrzny lub wewnętrzny)
−30 do +10 dBm / 1 µW do 10 mW	40 dB (zewnętrzny)
0 do +33 dBm / 1 mW do 2 W	60 dB (zewnętrzny)

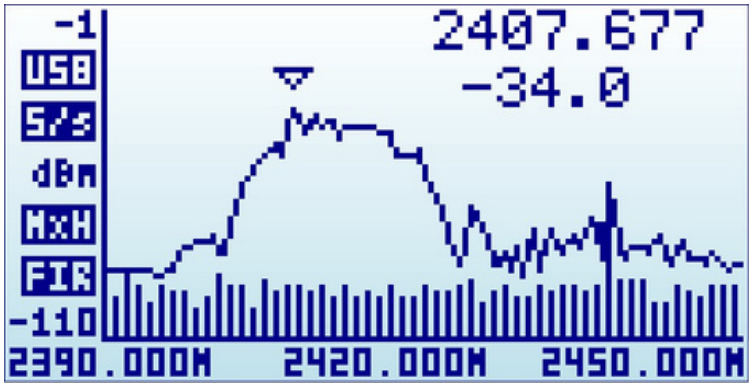
Należy pamiętać, że podczas pracy z analizatorem widma występują trzy zakresy poziomu sygnału wejściowego (od najniższego do najwyższego):

- **Zakres pomiarowy** – obejmuje wszystkie poziomy sygnału, które analizator może mierzyć prawidłowo, bez zniekształceń i błędnych wskazań. Powyższa tabela przedstawia typowe wartości dla urządzenia RF Explorer. Informacje o zalecanych akcesoriach umożliwiających prawidłowy pomiar znajdują się w rozdziale „Zewnętrzne tłumiki" na stronie 49.
- **Zakres bezpieczny, lecz niepomiarowy** – w tym zakresie urządzenie nie ulegnie uszkodzeniu, jednak wyniki pomiarów będą zniekształcone i w większości przypadków nieprawidłowe. Więcej informacji znajduje się w rozdziale „Ochrona urządzenia przed uszkodzeniem" na stronie 47.
- **Zakres powodujący uszkodzenie** – poziomy sygnału z tego zakresu mogą spowodować trwałe uszkodzenie urządzenia, a wskazania analizatora mogą stać się nieprawidłowe.

Modele RF Explorer wyposażone we wbudowany tłumik oraz LNA (wzmacniacz niskoszumowy) zapewniają większą elastyczność podczas pracy z sygnałami o różnych poziomach wejściowych.

Tryb analizatora widma – ekran główny

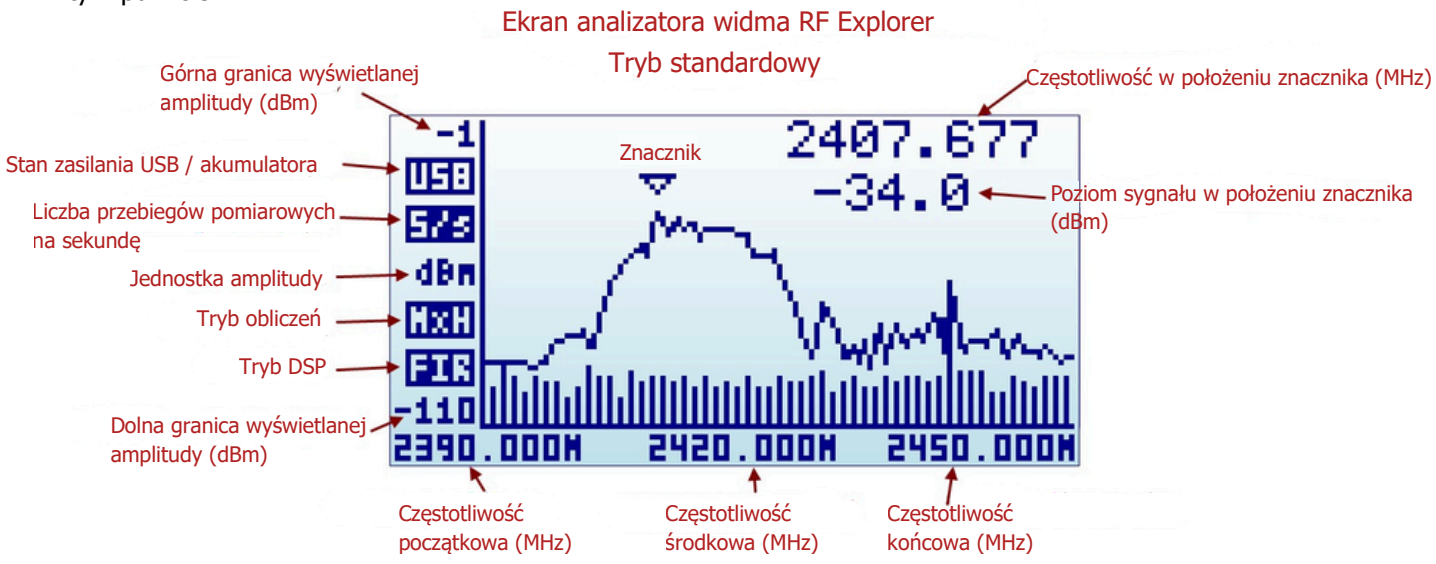
Po włączeniu urządzenie RF Explorer automatycznie uruchamia się w trybie analizatora widma.



Oś X przedstawia częstotliwość wyrażoną w MHz, natomiast oś Y wyświetla aktualny poziom odbieranego sygnału w jednostkach dBm lub dBµV (wybór jednostki jest możliwy w ustawieniach). W przedstawionym przykładzie analizowane pasmo częstotliwości (span) obejmuje zakres od 2390 MHz do 2450 MHz (czyli 60 MHz), natomiast zakres wyświetlanej amplitudy wynosi od −1 dBm do −110 dBm.

Ustawienia konfiguracyjne, takie jak poziom odniesienia amplitudy oraz szerokość analizowanego pasma częstotliwości, są zachowywane pomiędzy kolejnymi uruchomieniami urządzenia i zapisywane w wewnętrznej pamięci FLASH.

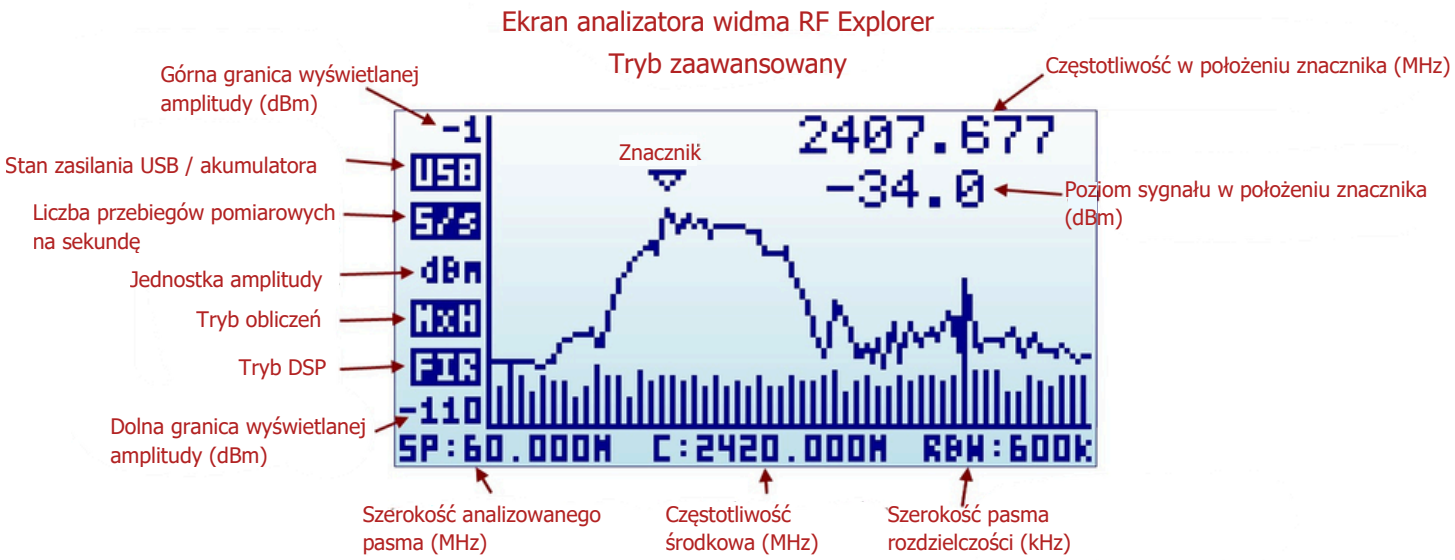
Na ekranie głównym automatycznie wyświetlany jest niewielki znacznik w kształcie trójkąta. Wskazuje on punkt o najwyższym poziomie sygnału w aktualnie analizowanym paśmie częstotliwości. Obok znacznika wyświetlane są dwie linie informacji: w pierwszej podawana jest częstotliwość (w MHz), a w drugiej poziom sygnału zmierzony w tym punkcie.



Dostępne są następujące wskaźniki:

- Stan zasilania USB / akumulatora – wskaźnik wyświetla napis USB, gdy urządzenie jest podłączone do źródła zasilania USB o napięciu 5 V. Dotyczy to również zasilaczy sieciowych z wyjściem USB, dlatego wskazanie USB oznacza jedynie obecność zasilania, a nie aktywne połączenie do transmisji danych. Jeżeli przełącznik zasilania z akumulatora wewnętrznego znajduje się w położeniu ON, zamiast napisu USB wyświetlana jest ikona akumulatora z informacją o poziomie naładowania. Jeżeli jednocześnie dostępne jest zasilanie z portu USB i z akumulatora, wskaźnik będzie naprzemiennie wyświetlał USB oraz ikonę akumulatora. Oznacza to, że akumulator jest ładowany.
- Liczba przebiegów pomiarowych na sekundę – przybliżona liczba pełnych przebiegów pomiarowych wykonywanych w ciągu jednej sekundy. W przedstawionym przykładzie analizator wykonuje 5 przebiegów pomiarowych na sekundę, co odpowiada jednemu przebiegowi co 200 ms.
- Tryb obliczeń – wskaźnik może przyjmować różne wartości zależnie od ustawienia wybranego w menu częstotliwości. Szczegółowe informacje znajdują się w rozdziale „Menu częstotliwości” na stronie 16.
- Tryb DSP – wskaźnik informuje o aktualnie używanym trybie cyfrowego przetwarzania sygnału. Zaleca się pozostawienie ustawienia DSP:Auto w menu częstotliwości (patrz strona 16). W tym trybie RF Explorer automatycznie wybiera najbardziej odpowiedni sposób przetwarzania sygnału:
  - FST (Fast) – tryb szybki. Jest dostępny we wszystkich modelach.
  - FIR (Finite Impulse Response) – tryb filtrowania z wykorzystaniem filtru FIR. Jest dostępny wyłącznie w modelach 15–2700 MHz oraz Plus i jest zalecanym ustawieniem dla tych modeli.
- Znacznik – urządzenie oferuje kilka trybów pracy znacznika. Szczegółowe informacje znajdują się w rozdziale „Menu konfiguracji” na stronie 24.

Ekran analizatora można przełączyć do trybu zaawansowanego za pomocą przycisku [Return].

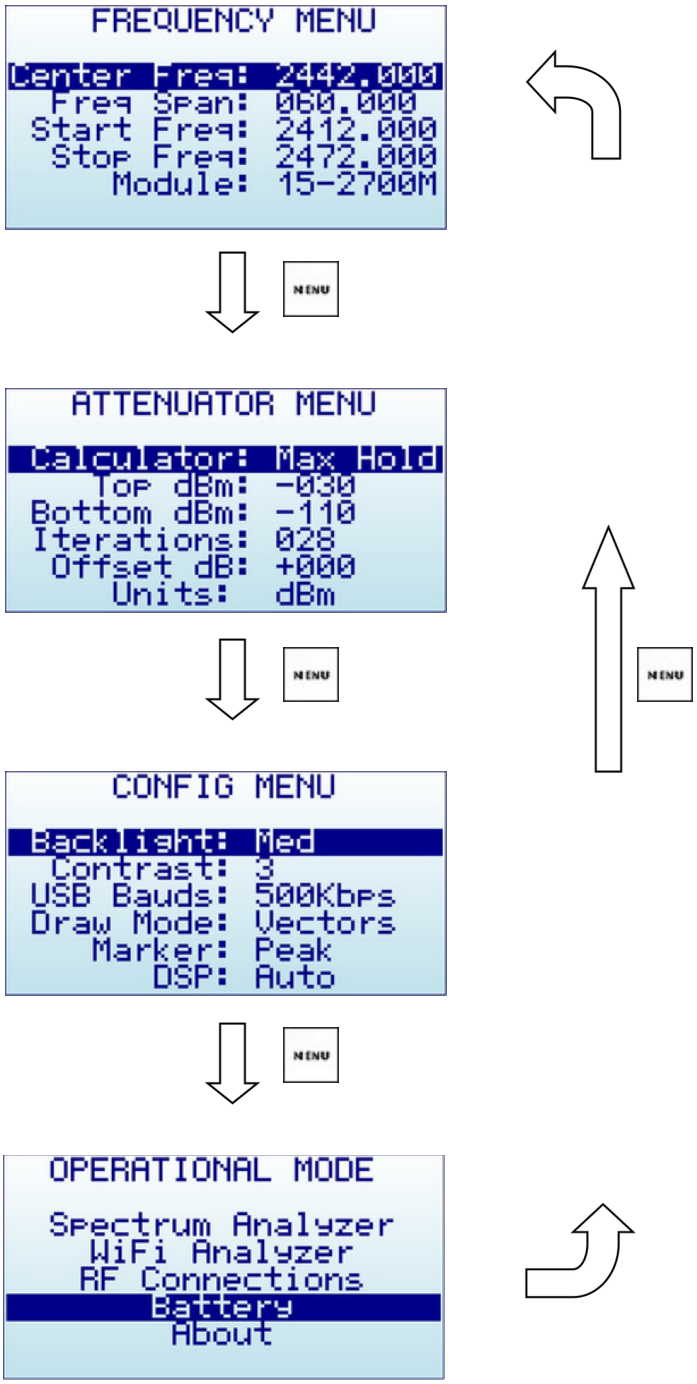


Należy zwrócić uwagę, że w tym trybie zmienia się sposób prezentacji opisów osi częstotliwości w dolnej części ekranu. Więcej informacji można znaleźć w rozdziale „Ekran analizatora w trybie zaawansowanym” na stronie 18.

[1] Skrót USB oznacza Universal Serial Bus, czyli standardowy interfejs komunikacyjny stosowany we współczesnych komputerach. Krótkofalowcy nie powinni mylić go ze skrótem USB (Upper Side Band) oznaczającym górną wstęgę boczną, mimo że oba pojęcia wykorzystują ten sam skrót.

Korzystanie z menu

Urządzenie RF Explorer udostępnia kilka menu pogrupowanych na oddzielnych ekranach. Pomiędzy ekranami menu można przechodzić za pomocą przycisku [Menu]. Kolejne naciśnięcia tego przycisku powodują wyświetlanie wszystkich dostępnych ekranów menu.



Alternatywnie można używać przycisków [Left] i [Right], aby przechodzić pomiędzy kolejnymi ekranami menu.

W dowolnym momencie można opuścić menu, naciskając przycisk [Return]. Przy pierwszym naciśnięciu przycisku [Menu] po uruchomieniu urządzenia RF Explorer zostanie wyświetlone Menu częstotliwości.

Przy pierwszym naciśnięciu przycisku [Menu] po uruchomieniu urządzenia RF Explorer zostanie wyświetlone Menu częstotliwości. Zachowanie to może jednak ulec zmianie, o czym będzie mowa w dalszej części instrukcji. Po naciśnięciu przycisku [Menu] z ekranu głównego trybu analizatora widma zostanie ponownie otwarte ostatnio używane menu. Dzięki temu nie ma potrzeby każdorazowego przechodzenia przez wszystkie ekrany menu, aby wrócić do wcześniej używanych ustawień, co znacznie przyspiesza obsługę urządzenia.

Menu trybu pracy

To menu umożliwia wybór różnych trybów pracy dostępnych w analizatorze.

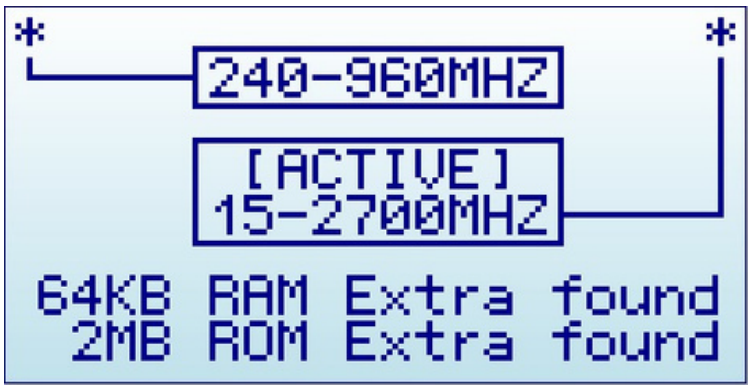


Za pomocą przycisków [Up] i [Down] wybierz żądany tryb, a następnie naciśnij [Enter], aby go natychmiast uaktywnić.

- **Spectrum Analyzer** – domyślny tryb pracy, dostępny we wszystkich modelach RF Explorer.
- **RF Generator** – opcja dostępna wyłącznie w wybranych modelach, takich jak ISM Combo, 2.4G, 433M, 868M oraz 915M. Pozostałe modele nie są wyposażone we wbudowany generator sygnału RF, dlatego opcja RF Generator nie będzie wyświetlana w Menu trybu pracy.

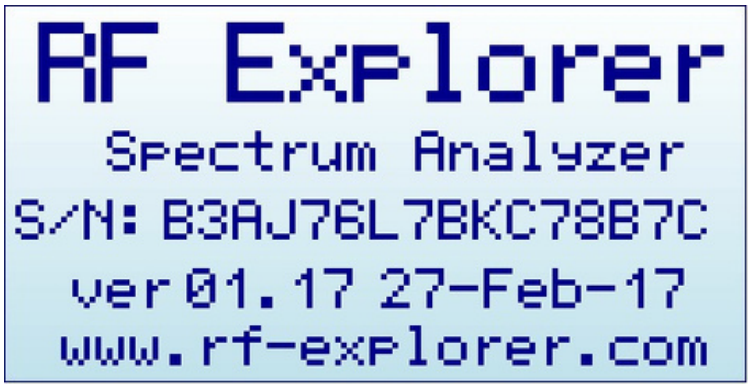
Jeżeli analizator wyposażony jest w dwa moduły (na przykład ISM Combo), generator RF może być dostępny tylko w jednym z nich. W takim przypadku należy wybrać właściwy moduł, aby opcja RF Generator była dostępna.

- **WiFi Analyzer** – funkcja dostępna tylko w wybranych modelach, między innymi 2.4G/PLUS, 4G/6G Combo PLUS, 3G Combo, 6G Combo, WiFi Combo oraz ISM Combo. W pozostałych modelach opcja WiFi Analyzer nie będzie wyświetlana.
- **RF Connections** – wyświetla listę zainstalowanych modułów RF oraz informację, które moduły są przypisane do poszczególnych złączy SMA. Na poniższym przykładzie przedstawiono standardowy model 3G Combo, w którym lewe złącze SMA obsługuje zakres 240–960 MHz, a prawe złącze SMA zakres 15–2700 MHz. Aby opuścić ten ekran, naciśnij dowolny przycisk.

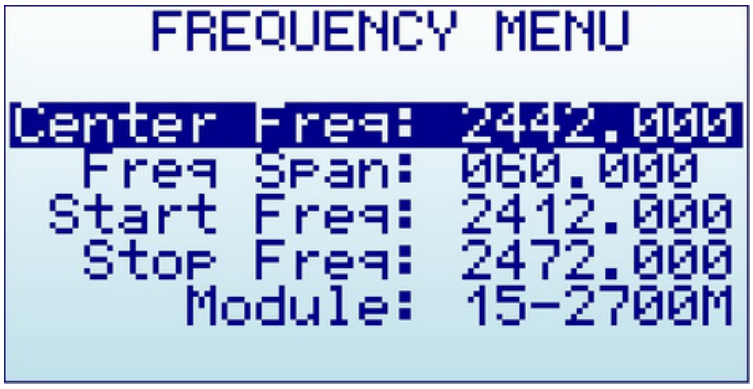


- **Battery** – wyświetla informacje o poziomie naładowania wewnętrznego akumulatora oraz pomaga w monitorowaniu procesu ładowania po podłączeniu urządzenia do portu USB. Szczegółowe informacje znajdują się w rozdziale „Ładowanie wewnętrznego akumulatora” na stronie 36.

- **About** – wyświetla informacje o zainstalowanym oprogramowaniu sprzętowym oraz jego wersji. Aby opuścić ten ekran, naciśnij dowolny przycisk.



Menu częstotliwości



- Center Freq – częstotliwość środkowa wyrażona w MHz.
- Freq Span – szerokość analizowanego pasma (zakresu wyświetlanego na ekranie) wyrażona w MHz.
- Start Freq – dolna granica zakresu częstotliwości wyświetlanego na ekranie, wyrażona w MHz.
- Stop Freq – górna granica zakresu częstotliwości wyświetlanego na ekranie, wyrażona w MHz.
- Module – aktywny, wybrany moduł RF. W przypadku zainstalowania modułu rozszerzeń naciśnij przycisk [Enter], aby włączyć wymagany moduł.

Wybrany zakres częstotliwości można określić na dwa różne, lecz równoważne sposoby:

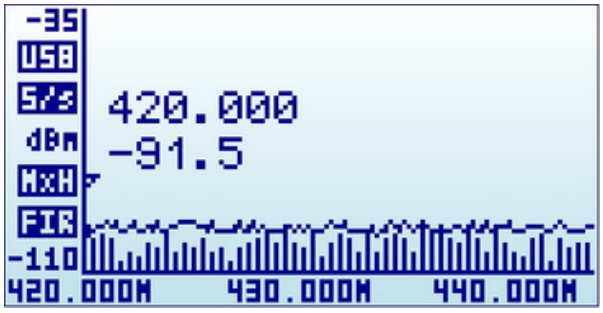
- **Center/Span** – klasyczny format stosowany w analizatorach widma, znany większości inżynierów. Użytkownik wybiera częstotliwość środkową, wokół której wyświetlane jest pasmo, oraz szerokość tego pasma.
- **Start/Stop –** alternatywny tryb, umożliwiający bezpośrednie określenie zakresu częstotliwości pomiędzy dwoma punktami, bez konieczności obliczania częstotliwości środkowej i szerokości pasma.

Dopuszczalne wartości częstotliwości oraz szerokości pasma zależą od modelu RF Explorer oraz wybranego trybu pracy.

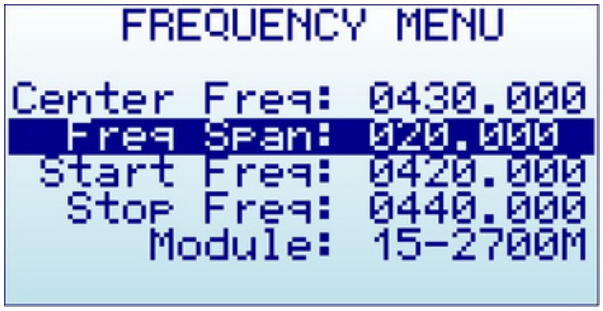
Podczas edycji wartości Center/Span lub Start/Stop, pozostałe parametry są automatycznie aktualizowane, dzięki czemu użytkownik może swobodnie korzystać z preferowanej metody ustawiania zakresu. Zazwyczaj metoda Center/Span jest stosowana wtedy, gdy znana jest interesująca częstotliwość, natomiast Start/Stop sprawdza się lepiej podczas przeglądania szerszego zakresu w celu obserwacji aktywności sygnałów w danym paśmie.

Aby poruszać się po menu, użyj klawiszy [Up] i [Down], aby wybrać odpowiednią opcję, następnie naciśnij [Enter], aby ją edytować. Klawisze [Left] i [Right] służą do wyboru cyfry, którą chcesz zmienić, natomiast [Enter] zatwierdza zmiany, a [Return] anuluje operację.

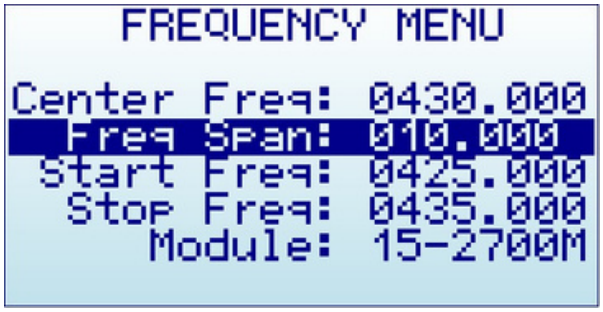
Na przykład, dla częstotliwości środkowej 430 MHz oraz szerokości pasma 20 MHz:



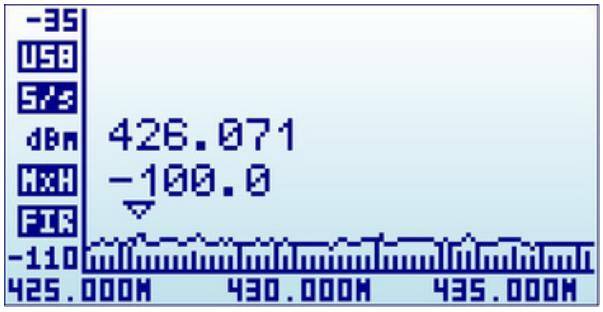
Naciśnięcie przycisku [Menu] spowoduje otwarcie Menu częstotliwości.



Po ustawieniu szerokości pasma na 10 MHz, wartości częstotliwości Start/Stop zostaną automatycznie zaktualizowane.



Naciśnięcie przycisku [Return] zamyka menu i powoduje powrót do głównego ekranu trybu analizatora widma.



Uwaga: Gdy aktywny jest ekran analizatora widma RF Explorer, przyciski [Left] i [Right] mogą być używane do zwiększania lub zmniejszania zakresu Start/Stop, co powoduje przesunięcie widma w lewo lub w prawo o około 25% przy każdym naciśnięciu klawisza. Funkcja ta umożliwia przesuwanie widocznego zakresu częstotliwości bez konieczności ręcznego wprowadzania nowych wartości liczbowych.

Ekran analizatora w trybie zaawansowanym

Alternatywnie istnieje prostszy sposób zwiększania i zmniejszania szerokości analizowanego pasma przy zachowaniu częstotliwości środkowej. Ponieważ jest to często stosowany sposób pracy, ekran analizatora widma RF Explorer umożliwia przełączanie się przyciskiem [Return] pomiędzy trybem standardowej wizualizacji a trybem zaawansowanym.



W tym trybie dolny wiersz odczytów częstotliwości zmienia się z formatu Start/Center/Stop na Span/Center/RBW. Gdy tryb zaawansowany jest aktywny, naciśnięcie przycisku [Left] lub [Right] powoduje odpowiednio podwojenie lub zmniejszenie o połowę szerokości analizowanego pasma.

Na przykład, aby zwiększyć szerokość pasma z 10 MHz do 20 MHz, wystarczy jedno naciśnięcie przycisku [Left] — bez konieczności powrotu do Menu częstotliwości.

Zaawansowane: zrozumienie RBW

Tryb zaawansowany wyświetla aktualnie wybraną wartość RBW (Resolution Bandwidth), czyli szerokość pasma rozdzielczości. Jest to istotne pojęcie dla bardziej zaawansowanych użytkowników.

RBW odnosi się do wewnętrznego filtra używanego do określania szerokości pasma każdego kroku pomiarowego w przebiegu. W RF Explorer każdy punkt pomiarowy reprezentuje pewien zakres częstotliwości, a każdy przebieg składa się dokładnie ze 112 kroków pomiarowych. Na przykład, dla szerokości pasma wynoszącej 10 MHz, każdy z 112 kroków pomiarowych odpowiada wartości: 10 MHz / 112 = 0,089 MHz, czyli w przybliżeniu [2]89 kHz.

Zakres częstotliwości reprezentowany przez pojedynczy krok przebiegu stanowi pewien poziom niepewności; rozdzielczość ekranu jest ograniczona przez wartość RBW. Przy rozdzielczości 89 kHz na ekranie (dla szerokości pasma 10 MHz) oczekiwana dokładność odpowiada właśnie tej wartości. Innymi słowy, odczyt częstotliwości 430,100 MHz na ekranie może w rzeczywistości oznaczać zakres około ±44,5 kHz po każdej stronie, ponieważ filtr nie jest w stanie rozróżnić sygnału dokładniej niż pozwala na to RBW dla pasma 10 MHz.

Dodatkowo RBW ma istotny wpływ na czułość analizatora widma. Im szersze pasmo filtra, tym wyższy poziom szumu widma, a tym samym niższa czułość urządzenia. Objawia się to wzrostem poziomu szumu tła przy większym RBW oraz jego obniżeniem przy węższym RBW. Na tej podstawie można uznać, że najwęższe RBW wydaje się najlepszym wyborem dla wszystkich pomiarów. Jednak wraz ze zmniejszaniem RBW znacząco spada prędkość skanowania — zarówno ze względu na wolniejsze działanie wąskiego filtra, jak i konieczność wykonania większej liczby kroków pomiarowych w celu pokrycia całego zakresu częstotliwości.

[2] Należy zauważyć, że rzeczywista wartość używana przez urządzenie może różnić się od wartości obliczonej, ze względu na skończony zestaw dostępnych wartości tabelarycznych.

Mówiąc najprościej, dobór optymalnej kombinacji RBW, prędkości skanowania oraz czułości wymaga znacznego doświadczenia. W większości analizatorów widma operator musi dokładnie rozumieć działanie parametru RBW i samodzielnie dobierać jego wartość dla każdego pomiaru. Jest to jeden z najbardziej wymagających aspektów prawidłowej obsługi analizatora widma.

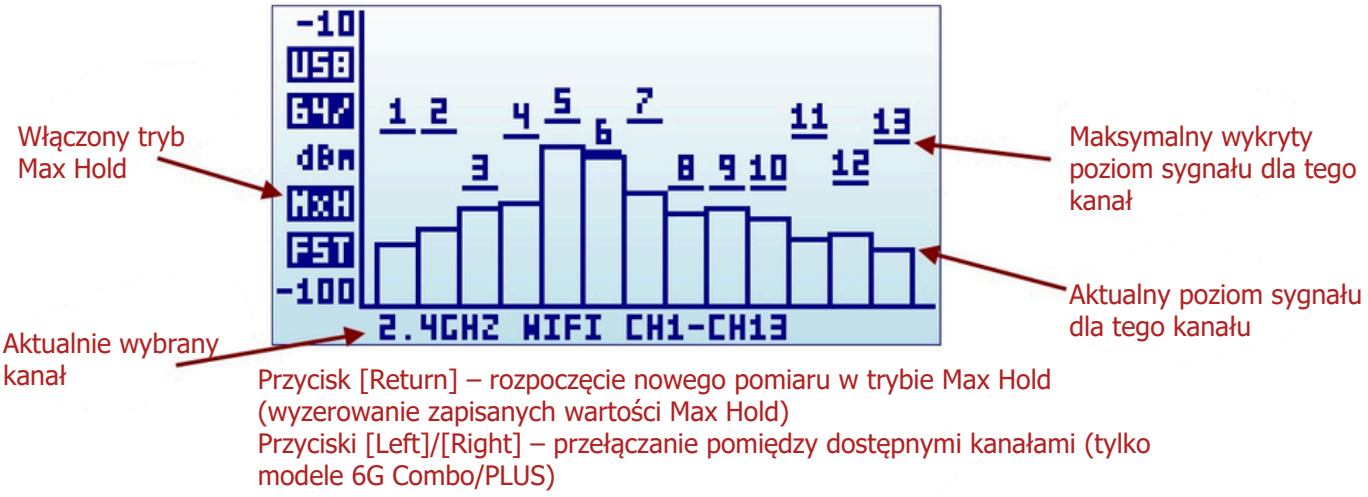
Na szczęście w przypadku RF Explorer wygląda to inaczej. Konstrukcja wewnętrznego układu DSP wykorzystuje zaawansowane algorytmy oraz tablice parametrów, które automatycznie dobierają najbardziej odpowiednie ustawienia w każdej sytuacji. Dzięki temu użytkownik nie musi ręcznie ingerować w ustawienia, aby uzyskać optymalny kompromis pomiędzy prędkością skanowania, poziomem szumu tła a czułością urządzenia.

W każdym przypadku aktualnie używana wartość RBW może zostać sprawdzona w dowolnym momencie na ekranie trybu zaawansowanego.

Tryb analizatora WiFi

WiFi Analyzer jest trybem pracy opartym na analizie kanałów, w którym poszczególne kanały sieci WiFi są wykrywane i prezentowane w czasie rzeczywistym.

Ekran trybu analizatora WiFi w RF Explorer



Obsługiwane są dwa pasma WiFi, zależnie od modelu urządzenia:

- RF Explorer 2.4G, 4G Combo PLUS oraz ISM Combo/PLUS – pasmo 2,4 GHz
- RF Explorer 6G Combo/PLUS oraz WiFi Combo – pasma 2,4 GHz i 5 GHz

W paśmie 2,4 GHz obsługiwanych jest 13 kanałów. Należy jednak pamiętać, że w niektórych regionach do użytku dopuszczonych jest tylko 11 kanałów. W takim przypadku kanały 12 i 13 należy pominąć.

Ze względu na specyfikę pasma WiFi 2,4 GHz zgodnego ze standardem 802.11, poszczególne kanały częściowo nakładają się na siebie. Oznacza to, że aktywność na jednym kanale wpływa bezpośrednio na sąsiednie kanały. Jest to cecha samej technologii WiFi i nie można jej całkowicie wyeliminować. Urządzenie RF Explorer pomaga określić, które kanały są najmniej obciążone, dzięki czemu możliwy jest wybór najbardziej odpowiednich kanałów do pracy sieci bezprzewodowej.

W paśmie 5 GHz obsługiwanych jest do 28 kanałów roboczych (od wersji oprogramowania sprzętowego 3.16 dla modeli Plus oraz 1.31 dla modeli Standard). W zależności od regionu dostępna może być jedynie część tych kanałów. Ponadto niektóre technologie stosowane przez punkty dostępowe WiFi umożliwiają łączenie kilku kanałów w celu zwiększenia przepustowości transmisji danych.

Ze względu na ograniczoną wielkość ekranu jednocześnie może być wyświetlanych maksymalnie 13 kanałów. Aby przechodzić pomiędzy kolejnymi kanałami, użyj przycisków [Left] i [Right].

W modelu 6G Combo PLUS przyciski [Left] i [Right] umożliwiają nie tylko przeglądanie kanałów pasma 5 GHz, ale również przełączanie widoku na kanały pasma 2,4 GHz.

Optymalizacja konfiguracji sieci WiFi

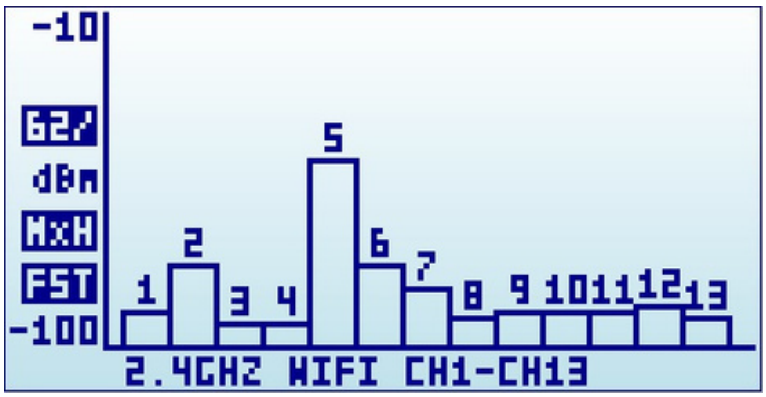
W celu optymalnego skonfigurowania sieci WiFi zaleca się rejestrowanie aktywności kanałów w trybie Max Hold o różnych porach dnia. Pozwoli to uzyskać pełniejszy obraz wykorzystania poszczególnych kanałów i określić, które z nich są najbardziej obciążone.

W trybie Max Hold najwyższy poziom sygnału wykryty dla każdego kanału jest zapamiętywany i oznaczany poziomym wskaźnikiem.

Urządzenie RF Explorer jest pełnoprawnym analizatorem widma, dzięki czemu potrafi wykrywać nie tylko rzeczywistą aktywność sieci WiFi zgodnych ze standardem 802.11, ale również wszelkie inne sygnały pracujące w paśmie 2,4 GHz, które mogą powodować zakłócenia. Jest to rozwiązanie znacznie skuteczniejsze i bardziej wiarygodne niż aplikacje instalowane na smartfonach, które zwykle wykrywają jedynie sieci i kanały standardu 802.11, ignorując inne źródła zakłóceń. W wielu przypadkach to właśnie zakłócenia pochodzące od urządzeń niekorzystających ze standardu 802.11 są główną przyczyną niskiej wydajności sieci WiFi.

- Jeżeli zostaną wykryte silne i stale obecne źródła sygnału zajmujące określone kanały, należy wybrać kanały położone możliwie najdalej od nich.
- W paśmie WiFi 2,4 GHz jedynymi kanałami, które nie nakładają się na siebie, są 1, 6 i 11. Dlatego zaleca się konfigurowanie punktów dostępowych na jednym z tych kanałów, wybierając ten, na którym w ciągu dnia występuje najmniejsza aktywność, również na kanałach sąsiednich (dwóch powyżej i dwóch poniżej). Przykładowo, warto wybrać kanał 6, jeżeli aktywność na kanałach 4–8 jest mniejsza niż na kanałach 1–3 oraz 9–11.
- Z wyjątkiem profesjonalnych punktów dostępowych z wyższej półki, automatyczny wybór kanału (Automatic) zazwyczaj nie zapewnia optymalnych rezultatów, ponieważ nie uwzględnia zmian aktywności występujących w ciągu całego dnia. Metoda opisana powyżej jest jednym z najbardziej niezawodnych sposobów poprawy stabilności działania oraz przepustowości sieci WiFi.

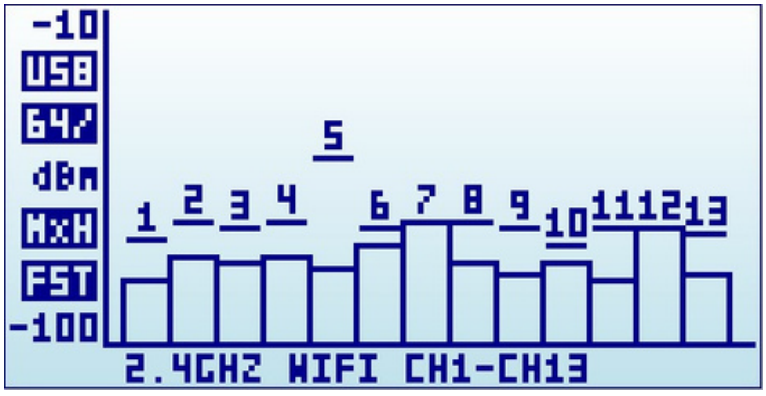
Poniżej przedstawiono kilka przykładów:



Kanał 5 jest wyraźnie zajęty, dlatego należy zrezygnować z wykorzystania kanału 6. W tym przypadku kanał 11 wydaje się znacznie lepszym wyborem.

Kanał 1 nie jest silnie obciążony, jednak aktywność na sąsiednim kanale 2 jest wysoka. Z tego względu nie jest on tak korzystnym wyborem jak kanał 11.

Ze względu na zwykle wysoki poziom szumów w paśmie 2,4 GHz, zaleca się ustawienie dolnej granicy skali na poziomie −100 dBm lub wyższym.

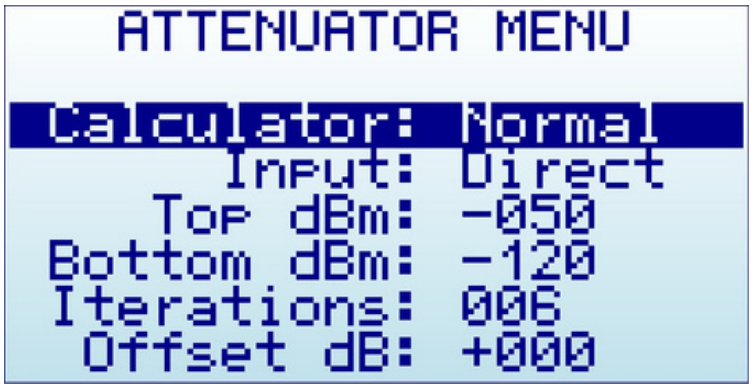


Ten sam przykład, obserwowany przez dłuższy czas, pokazuje, że kanał 5 osiąga najwyższy wykryty poziom sygnału, co potwierdza, że nie jest dobrym wyborem.

Jednocześnie różnica pomiędzy kanałem 1 a kanałem 11 staje się mniej wyraźna — wygląda na to, że oba kanały wykazują podobny poziom aktywności w dłuższym okresie czasu.

Mimo to kanał 11 prawdopodobnie pozostaje lepszym wyborem, ponieważ znajduje się dalej od silnie obciążonego kanału 5.

Menu tłumika



- Calculator – tryb obliczeń realizowanych przez wewnętrzny procesor DSP.
- Input – wybór toru wejściowego; umożliwia włączenie LNA lub tłumika (tylko modele Plus).
- Top dBm – górna granica skali amplitudy wyświetlanej na ekranie.
- Bottom dBm – dolna granica skali amplitudy wyświetlanej na ekranie.
- Iterations – liczba iteracji wykorzystywanych przez algorytmy DSP.
- Offset dB – wartość kompensacji tłumienia lub wzmocnienia zewnętrznych urządzeń, takich jak tłumiki lub wzmacniacze.
- Units – wybór jednostki: dBm lub dBµV. Uwaga: Aby wyświetlić tę ostatnią opcję, może być konieczne przewinięcie menu do samego końca.

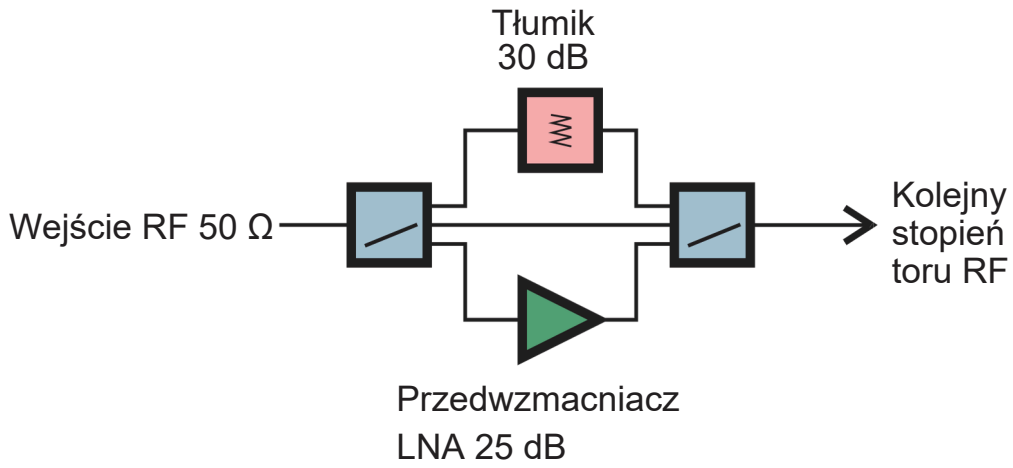
Wybrane wartości Top dBm i Bottom dBm określają jedynie granice wyświetlania na ekranie i nie stanowią rzeczywistych ograniczeń pomiarowych analizatora.

Wewnętrzny procesor DSP może wykonywać dodatkowe obliczenia w celu optymalizacji prezentacji wyników pomiarów.

- Calculator oferuje kilka trybów prezentacji danych. Aby zmienić tryb, naciśnij przycisk [Enter]:
  - **Max** – wyświetlane są maksymalne wartości z ostatnich przebiegów pomiarowych określonych parametrem Iterations. Jest to standardowy tryb zalecany do wykrywania szybko zmieniających się sygnałów oraz identyfikacji maksymalnego zajęcia kanału.
  - **Max Hold** – rejestruje całą aktywność w obserwowanym paśmie, zachowując obwiednię maksymalnych poziomów sygnału oraz prezentując bieżącą aktywność w czasie rzeczywistym. Tryb ten jest szczególnie przydatny podczas długotrwałej obserwacji aktywności w paśmie. Doskonale sprawdza się przy analizie intensywnie wykorzystywanych pasm, takich jak 2,4 GHz. Ponieważ jest to tryb kumulacyjny, podczas pracy na ekranie analizatora widma zapisane dane można w dowolnym momencie wyczyścić przyciskiem [Return].
  - **Average** – obliczana jest średnia arytmetyczna z ostatnich przebiegów pomiarowych określonych parametrem Iterations. Jest to najlepszy sposób redukcji losowego szumu widocznego na ekranie. Tryb ten jest szczególnie przydatny podczas obserwacji sygnałów ciągłych (CW) oraz sygnałów kanałowych.
  - **Normal** – dane prezentowane są bez dodatkowego przetwarzania; wyświetlane są bezpośrednie wyniki bieżącego przebiegu pomiarowego.
  - **Overwrite** – przydatny do monitorowania długotrwałej aktywności w paśmie. Ciemniejsze obszary wskazują częściej występujące sygnały. Zapisane dane można wyczyścić w dowolnym momencie przyciskiem [Return].
- **Iterations** – liczba przebiegów pomiarowych wykorzystywanych do obliczeń. Wartość może być ustawiona w zakresie od 1 do 16. Przykładowo, ustawienie Iterations = 5 przy aktywnym trybie Average oznacza, że procesor DSP będzie obliczał średnią na podstawie 5 kolejnych przebiegów pomiarowych.

Uwaga: Zmiana wartości Top dBm jest jedną z najczęściej wykonywanych operacji, ponieważ podczas pomiarów użytkownik często chce zwiększać lub zmniejszać skalę amplitudy w zależności od poziomu obserwowanych sygnałów. Na ekranie głównym analizatora widma RF Explorer dostępne są wygodne skróty klawiaturowe: [Up] – zwiększa wartość Top dBm o 5 dB, [Down] – zmniejsza wartość Top dBm o 5 dB. W połączeniu z przyciskami [Left] i [Right], służącymi do zmiany częstotliwości środkowej lub szerokości analizowanego pasma, umożliwia to szybką zmianę ustawień bez konieczności wchodzenia do menu.

W modelach RF Explorer Plus dostępny jest przełączany tor wejściowy, oferujący trzy możliwe ścieżki sygnałowe:



- **Direct** – bezpośredni tor sygnałowy o małych stratach, zapewniający standardową czułość urządzenia. Zalecany do liniowych pomiarów sygnałów o poziomie do −25 dBm.
- **Attenuator** – szerokopasmowy tłumik o nominalnym tłumieniu 30 dB. Zalecany do liniowych pomiarów sygnałów o poziomie do 0 dBm.
- **LNA** – szerokopasmowy wzmacniacz niskoszumowy. Zalecany do liniowych pomiarów sygnałów o poziomie do −40 dBm. Uwaga: Korzystanie z trybu LNA powoduje większy pobór energii niż pozostałe tryby pracy. Podczas używania LNA wraz z anteną zaleca się stosowanie odpowiednich filtrów pasmowych. Ograniczają one poziom szerokopasmowego szumu docierającego do wejścia odbiornika. W przeciwnym razie pogorszenie stosunku sygnału do szumu (S/N) może ograniczyć, a nawet całkowicie zniwelować korzyści wynikające ze stosowania wzmacniacza.

Wyboru toru wejściowego dokonuje się za pomocą opcji Input w Menu tłumika. Wysokiej jakości przełączniki RF natychmiast przełączają sygnał do wybranego toru wejściowego.

Menu konfiguracji



- **Backlight** – regulacja poziomu podświetlenia wyświetlacza. Urządzenie RF Explorer zapewnia dobrą czytelność zarówno w pomieszczeniach, jak i na zewnątrz, również w bezpośrednim świetle słonecznym. Poziom podświetlenia należy dobrać odpowiednio do warunków pracy. Ograniczenie jasności podświetlenia pozwala wydłużyć czas pracy akumulatora.
- **Contrast** – dostępnych jest 10 poziomów kontrastu wyświetlacza.
- **USB Bauds** – domyślna i zalecana prędkość transmisji wynosi 500 kb/s. W rzadkich przypadkach problemów z połączeniem z komputerem można zmniejszyć prędkość do 2400 b/s. Nie jest to jednak zalecane, ponieważ transmisja danych będzie bardzo wolna. Zmianę tę należy stosować wyłącznie wtedy, gdy istnieje uzasadniona potrzeba. Aby połączenie zostało poprawnie nawiązane, ustawiona prędkość transmisji musi być identyczna w urządzeniu RF Explorer oraz w oprogramowaniu komputerowym.
- **Draw mode** – sposób rysowania przebiegu na ekranie: Vectors – tryb standardowy, Fill – obszar pod przebiegiem jest wypełniany, co może poprawić czytelność i kontrast wyświetlanego sygnału.
- **Marker** – dostępne są trzy tryby pracy znacznika na ekranie analizatora widma:
  - **Peak** – znacznik automatycznie wskazuje sygnał o najwyższym poziomie na ekranie.
  - **Manual** – znacznik może być ręcznie przesuwany za pomocą przycisków [Left] i [Right]. Po wybraniu tego trybu standardowe funkcje zmiany częstotliwości środkowej lub szerokości analizowanego pasma zostają wyłączone.
  - **None** – znacznik nie jest wyświetlany.
- **DSP** – procesor DSP (Digital Signal Processor) może pracować w różnych trybach w celu optymalizacji redukcji szumów, tłumienia częstotliwości lustrzanych oraz prędkości skanowania.
  - **Auto** – zalecane ustawienie dla wszystkich użytkowników. Po jego wybraniu wewnętrzne algorytmy automatycznie dobierają optymalny sposób przetwarzania sygnału. Na ekranie analizatora widma wyświetlana jest informacja FIR (Filter) lub FST (Fast), wskazująca aktualnie używany tryb DSP.
  - **Filter** – tryb dostępny obecnie w module 15–2700 MHz oraz w modelach Plus. W przyszłości może zostać udostępniony również w innych modułach. Po włączeniu tego trybu procesor DSP wykonuje wielokrotne skanowanie pasma w celu eliminacji niepożądanych sygnałów pasożytniczych oraz częstotliwości lustrzanych pojawiających się na ekranie. Z tego względu prędkość skanowania jest niższa niż w trybie Fast.
  - **Fast** – tryb zalecany wyłącznie zaawansowanym użytkownikom. Po jego wybraniu w module 15–2700 MHz lub w modelach Plus, procesor DSP nie wykonuje dodatkowego tłumienia sygnałów pasożytniczych. W rezultacie na ekranie mogą pojawiać się sygnały, które nie występują rzeczywiście w analizowanym paśmie.

Menu ustawień wstępnych



Ustawienia wstępne umożliwiają wygodne zapisywanie wielu konfiguracji urządzenia i ich późniejsze szybkie przywracanie. Funkcja ta jest dostępna tylko w wybranych modelach: RF Explorer Combo (od wersji oprogramowania sprzętowego v1.26) oraz RF Explorer Plus.

- **Identifier**: Numeryczny identyfikator ustawienia wstępnego. Dopuszczalne wartości mieszczą się w zakresie od 1 do 100 w modelach Plus lub od 1 do 30 w modelach Combo.
- **Description**: Tekst opisowy o długości do 12 znaków. Jeżeli w ustawieniu wstępnym zapisano dane, na końcu opisu automatycznie dodawana jest gwiazdka (*). W modelach Plus pole to można edytować bezpośrednio w urządzeniu. W modelach Combo pole jest dostępne tylko do odczytu i może być modyfikowane wyłącznie za pomocą zewnętrznego programu Preset Manager.
- **Load**: Opcja służąca do wczytania wartości zapisanych w wybranym ustawieniu wstępnym do bieżącej konfiguracji urządzenia. Po wykonaniu operacji ekran menu zostaje automatycznie zamknięty.
- **Save**: Opcja służąca do zapisania bieżącej konfiguracji w wybranym ustawieniu wstępnym. Operacji tej nie można cofnąć, dlatego należy zachować ostrożność, aby nie nadpisać innego, prawidłowego ustawienia.
- **Reset**: Opcja służąca do usunięcia wszystkich danych zapisanych w wybranym ustawieniu wstępnym i przywrócenia go do stanu nieużywanego. Operacji tej nie można cofnąć, dlatego należy zachować ostrożność, aby nie usunąć prawidłowego ustawienia.
- **Frequency range**: Po wybraniu aktywnego ustawienia wstępnego zawierającego zapisane dane, w ostatnim wierszu ekranu wyświetlany jest zakres częstotliwości Start/Stop zapisany w tym ustawieniu. Ułatwia to identyfikację konfiguracji przed jej użyciem. W przypadku wybrania pustego ustawienia wstępnego ten wiersz pozostaje niewypełniony.

Szybkie przywracanie ustawień wstępnych

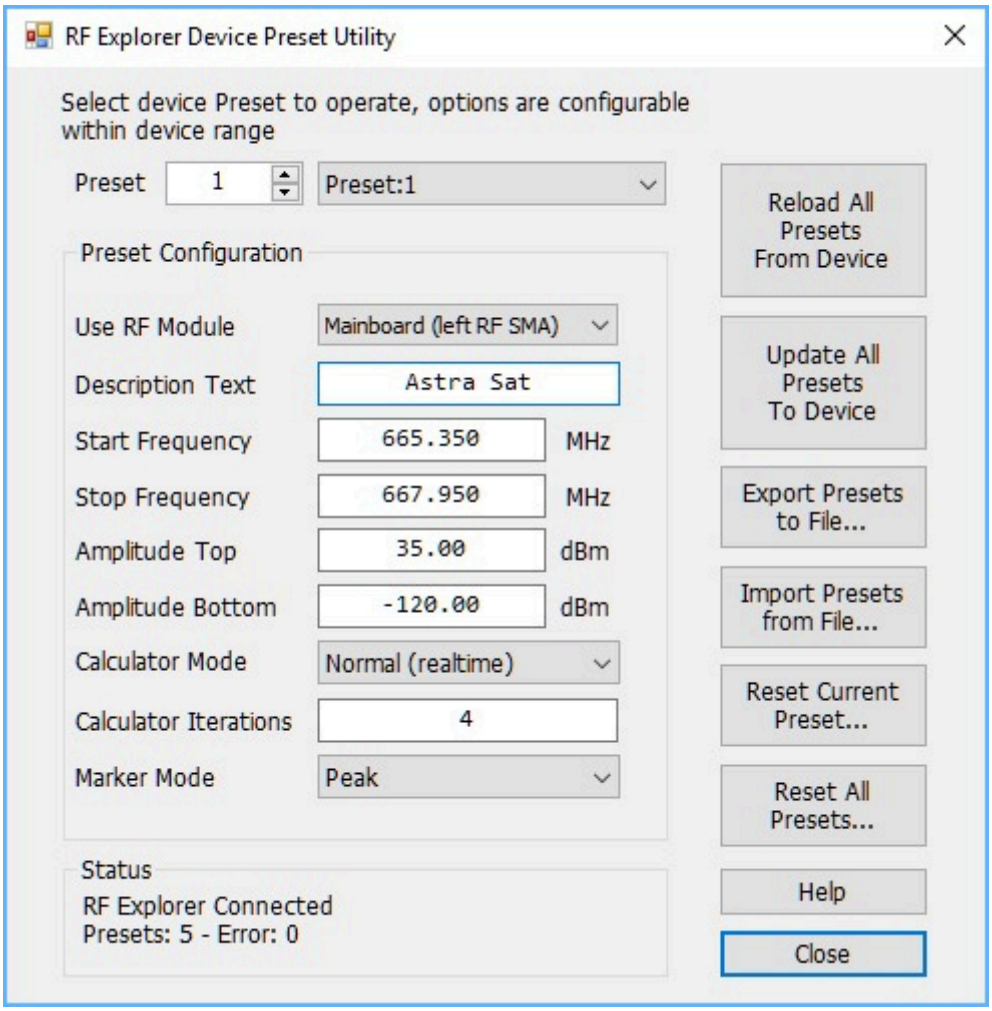
Menu oferuje wygodny skrót umożliwiający szybkie wyszukiwanie i wczytywanie zapisanych ustawień.

- **Modele Plus**: Naciśnij przycisk SET z dowolnego ekranu trybu analizatora. Po naciśnięciu przycisku SET menu ustawień wstępnych zostanie uaktywnione, a kursor automatycznie zostanie ustawiony na opcji Load. Kolejne naciśnięcia przycisku SET w tym menu powodują przechodzenie kolejno przez wszystkie zapisane ustawienia wstępne zawierające dane. Jest to znacznie szybsze rozwiązanie niż ręczne zmienianie numerów Identifier podczas wyszukiwania ustawienia do wczytania.
- **Modele Combo**: Modele te nie posiadają dedykowanego przycisku SET, jednak równoważna funkcja jest dostępna po naciśnięciu przycisku [Enter] w wierszu Desc. Menu będzie kolejno przechodzić przez wszystkie zapisane ustawienia wstępne zawierające dane. Jest to znacznie szybsze rozwiązanie niż ręczne zmienianie numerów Identifier podczas wyszukiwania ustawienia do wczytania.

Korzystanie z programu RF Explorer Preset Manager

Jest to dołączone, wygodne narzędzie umożliwiające łatwe tworzenie i edytowanie ustawień wstępnych (Preset) z poziomu komputera pracującego pod kontrolą systemu Windows, Linux lub macOS. Program umożliwia również definiowanie własnych opisów dla każdego ustawienia wstępnego.

Ustawienia wstępne mogą być przesyłane do urządzenia RF Explorer lub pobierane z niego za pośrednictwem standardowego połączenia USB. Definicje ustawień można także importować i eksportować, co ułatwia ich udostępnianie pomiędzy różnymi urządzeniami.



Więcej informacji można znaleźć w pomocy dostępnej online:

rf-explorer.com/preset

Menu Rejestracja/Odtwarzanie (tylko modele Plus)

Począwszy od wersji oprogramowania sprzętowego v3.18, wszystkie modele RF Explorer Plus umożliwiają rejestrowanie i odtwarzanie zapisanych przebiegów pomiarowych. Funkcja ta jest szczególnie przydatna podczas pracy w terenie, gdy podłączenie komputera do analizatora widma jest utrudnione lub niemożliwe, a także w każdej sytuacji, gdy aktywność sygnałów musi zostać zapisana w urządzeniu do późniejszej analizy, odtworzenia lub wykorzystania jako materiał referencyjny.

Przebiegi pomiarowe mogą być zapisywane w wielu sesjach rejestracji. Każda sesja może zawierać standardowo do 250 przebiegów pomiarowych, a w razie potrzeby nawet do 999 przebiegów.

W pamięci urządzenia można zapisać maksymalnie 100 różnych sesji rejestracji. Każda sesja posiada własny identyfikator oraz opcjonalny opis. Łącznie w pamięci wewnętrznej urządzenia można przechowywać do 8000 przebiegów pomiarowych, niezależnie od liczby sesji, pomiędzy które zostały one rozdzielone.

Przebiegi pomiarowe oraz sesje rejestracji są zapisywane w nieulotnej pamięci FLASH, dzięki czemu mogą być odtwarzane nawet po wyłączeniu analizatora widma. Zajęte miejsce w pamięci można odzyskać poprzez usunięcie wszystkich zapisanych sesji rejestracji.



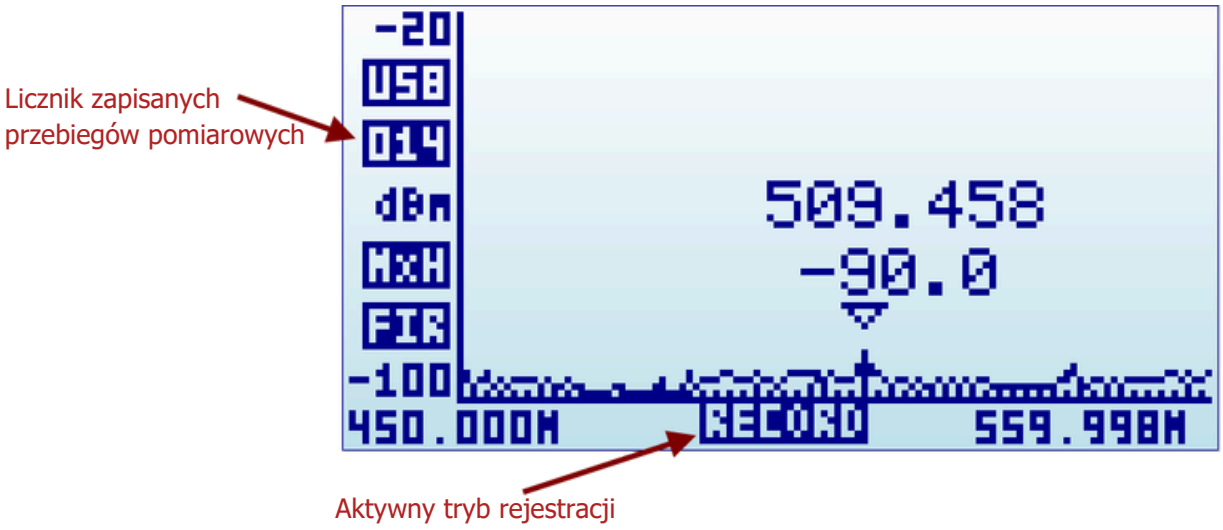
- **Description**: Tekst opisowy o długości do 8 znaków (lub N/A, jeśli w pamięci nie ma zapisanych sesji). Pole można edytować po naciśnięciu przycisku [Enter], a następnie zmieniać poszczególne znaki za pomocą przycisków [Up] i [Down].
- **Total Sweeps**: Wyświetla liczbę przebiegów pomiarowych zapisanych w danej sesji. Pole to można również edytować w celu określenia liczby przebiegów, które mają zostać zapisane podczas tworzenia nowej sesji rejestracji. Wprowadzenie wartości od 1 do 250 określa liczbę przebiegów pomiarowych, po której sesja zostanie automatycznie zakończona. Alternatywnie można wprowadzić wartość 000, co umożliwia zapisanie do 999 przebiegów pomiarowych.
- **Rec Interval**: Interwał rejestracji (1–100) określa stosunek liczby wykonywanych przebiegów pomiarowych do liczby przebiegów zapisywanych w pamięci. Przykładowo, wartość 3 oznacza, że do pamięci zostanie zapisany jeden przebieg pomiarowy na każde trzy przebiegi wykonywane w czasie rzeczywistym. Jest to wygodny i skuteczny sposób ograniczenia wykorzystania pamięci podczas rejestrowania aktywności przez dłuższy czas.



- **Record**: Opcja uruchamiająca sesję rejestracji. Funkcja działa wyłącznie wtedy, gdy urządzenie pracuje w trybie analizatora widma. Nie jest dostępna w trybie WiFi Analyzer ani w innych trybach pracy.
- **Replay**: Opcja umożliwiająca odtworzenie zapisanej sesji rejestracji.
- **Delete All**: Opcja usuwająca wszystkie zapisane sesje rejestracji w celu zwolnienia miejsca na nowe zapisy. Niektóre opcje, takie jak ta, mogą być widoczne dopiero po przewinięciu menu w dół.

Rejestrowanie przebiegów pomiarowych

1. Ustaw analizator widma na wymagany zakres częstotliwości i pozostałe parametry pomiarowe. Po rozpoczęciu sesji rejestracji konfiguracja analizatora nie może być zmieniana aż do zakończenia zapisu przebiegów pomiarowych.
2. Przejdź do Menu REC/PLAY i ustaw wartości parametrów Total Sweeps oraz Rec Interval. Aktualnie wybrana sesja rejestracji nie ma znaczenia — dla nowej sesji istotne są wyłącznie te dwa parametry.
3. Naciśnij przycisk [Enter] przy opcji Record.
4. Rejestracja rozpocznie się natychmiast. W dolnej części ekranu pojawi się napis RECORD, a obok niego licznik aktualnie zapisywanego przebiegu pomiarowego.
5. Po zapisaniu zadanej liczby przebiegów pomiarowych rejestracja zostanie automatycznie zakończona. Rejestrowanie można również przerwać ręcznie w dowolnym momencie poprzez naciśnięcie dowolnego przycisku.



Odtwarzanie zapisanych przebiegów pomiarowych

1. Przejdź do Menu REC/PLAY i naciśnij przycisk [Enter] przy opcji Replay.
2. Tryb odtwarzania zostanie uruchomiony natychmiast. W dolnej części ekranu pojawi się napis REPLAY, a obok niego licznik aktualnie wyświetlanego przebiegu pomiarowego.
3. Po odtworzeniu wszystkich zapisanych przebiegów pomiarowych tryb odtwarzania zostanie automatycznie zakończony. Odtwarzanie można również przerwać ręcznie w dowolnym momencie, naciskając dowolny przycisk.
4. Po zakończeniu odtwarzania analizator pozostanie zatrzymany na ostatnim przebiegu pomiarowym zapisanym w danej sesji.
5. Przebiegi pomiarowe są odtwarzane z prędkością 2 przebiegów na sekundę, niezależnie od prędkości, z jaką zostały pierwotnie zarejestrowane.

Sygnały dźwiękowe

Przy każdym rozpoczęciu lub zakończeniu sesji rejestracji emitowany jest podwójny sygnał dźwiękowy, informujący o wykonaniu tej operacji.

Podobnie, przy rozpoczęciu i zakończeniu odtwarzania sesji emitowany jest potrójny sygnał dźwiękowy.

Sygnały dźwiękowe są aktywne tylko wtedy, gdy urządzenie pracuje z zasilania akumulatorowego (przełącznik zasilania znajduje się w położeniu ON).

Rejestracja licencji

Tryb Record/Play wymaga aktywacji licencji. Szczegółowe informacje dotyczące zakupu licencji oraz jej rejestracji dla urządzenia dostępne są pod adresem:

rf-explorer.com/rec

Informacje o aktywnych licencjach zainstalowanych w urządzeniu można sprawdzić na ekranie About.

Planowane rozszerzenia funkcjonalności

W kolejnych wersjach oprogramowania sprzętowego mogą zostać wprowadzone dodatkowe funkcje dostępne bez dodatkowych opłat dla posiadaczy licencji:

- Regulowana prędkość odtwarzania.
- Zapisywanie zarejestrowanych sesji w postaci plików danych na komputerze.
- Możliwość usuwania wybranych sesji rejestracji (obecnie usuwane są jednocześnie wszystkie sesje).
- Ręczne odtwarzanie kolejnych przebiegów pomiarowych za pomocą przycisków [Left] i [Right].
- Automatyczne rozpoczynanie rejestracji po przekroczeniu zadanego progu.
- Możliwość włączania i wyłączania sygnałów dźwiękowych.

Miernik natężenia pola dla pasm amatorskich (HAM Field Meter, tylko modele Plus)

Począwszy od wersji oprogramowania sprzętowego v3.25, wszystkie modele RF Explorer Plus umożliwiają wykonywanie pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego w jednostkach W/m² lub V/m dla popularnych pasm krótkofalarskich pracujących poniżej 1 GHz. Funkcja ta została opracowana przy współpracy z firmą Martin Lynch & Sons. (www.hamradio.co.uk)

Dzięki tej funkcji analizator widma RF Explorer może zostać wykorzystany jako praktyczny, dokładny i łatwy w obsłudze miernik natężenia pola, umożliwiający kontrolę poziomu mocy promieniowanej przez antenę w określonej odległości odniesienia oraz sprawdzenie zgodności emisji z lokalnymi przepisami.

Uwaga: Aby uzyskać dokładne wyniki pomiarów, należy użyć odpowiedniej anteny i skompensować jej zysk za pomocą parametru Offset dB. Wielopasmowe, precyzyjnie kalibrowane anteny pomiarowe stosowane podczas badań EMC kosztują zwykle tysiące dolarów, dlatego nie są praktycznym rozwiązaniem dla ręcznego przyrządu pomiarowego. Z tego względu urządzenie zapewnia pełną obsługę dołączonej teleskopowej anteny dwupasmowej 144/430 MHz, wraz z możliwością kompensacji zysku dla każdego pasma. Możliwe jest również stosowanie innych anten o impedancji 50 Ω, pod warunkiem odpowiedniego ustawienia wartości kompensacji zysku (Offset dB).

Aby włączyć ten tryb, wybierz opcję HAM Field Meter. Uwaga: Opcja ta nie jest dostępna, gdy aktywny jest moduł 2400 MHz. Aby funkcja była dostępna, należy wybrać moduł 50 kHz–940 MHz.



Obecnie obsługiwane są następujące pasma:

Zakres częstotliwości (MHz)	Pasmo HAM	Zalecana kompensacja zysku anteny (dB)
3,500 – 4,000	80 metrów	TBD
5,000 – 5,400	60 metrów	TBD
7,000 – 7,300	40 metrów	TBD
10,100 – 10,150	30 metrów	TBD
14,000 – 14,350	20 metrów	TBD
18,068 – 18,168	17 metrów	TBD
21,000 – 21,450	15 metrów	TBD
24,890 – 24,990	12 metrów	TBD
26,965 – 27,405	11 metrów	TBD
28,000 – 29,700	10 metrów	TBD
50,000 – 54,000	6 metrów	TBD
70,000 – 70,500	4 metry	TBD
144,000 – 148,000	2 metry	0
420,000 – 450,000	70 centymetrów	0

Rejestracja licencji

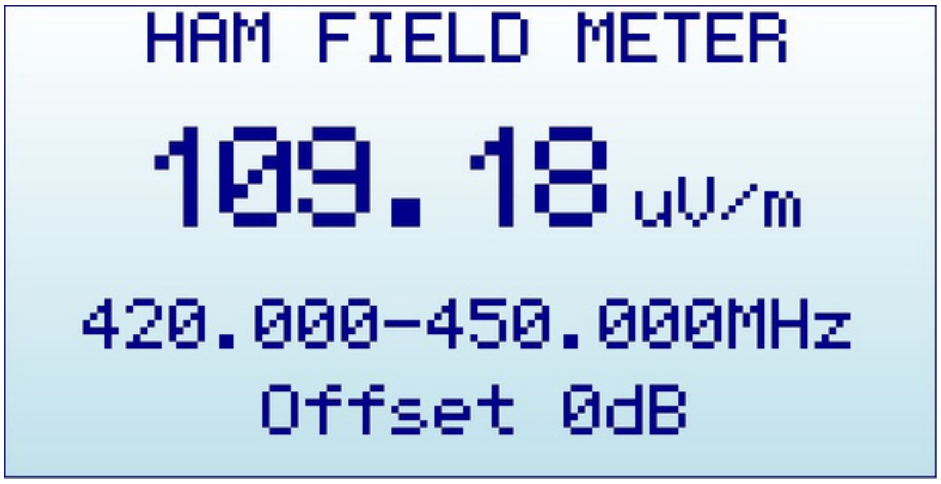
Tryb HAM Field Meter wymaga aktywacji licencji. Szczegółowe informacje dotyczące zakupu licencji oraz jej rejestracji dla urządzenia dostępne są pod adresem:

rf-explorer.com/ham

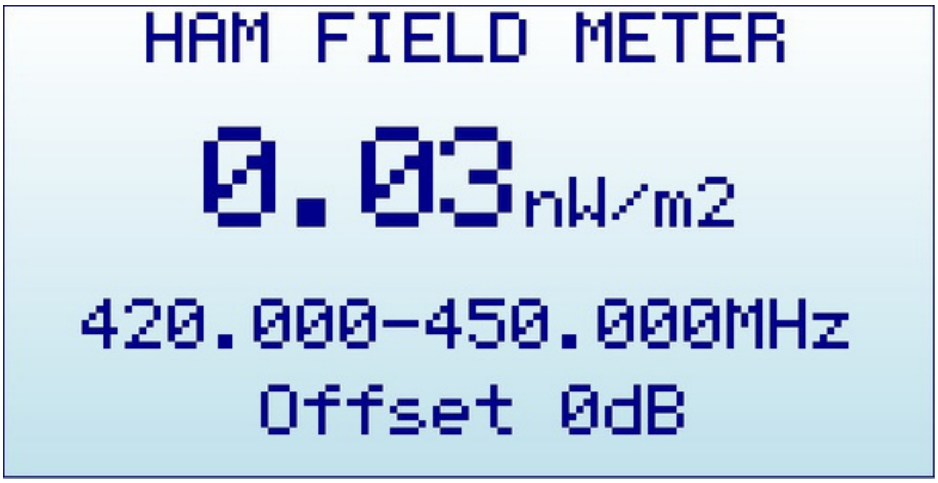
Informacje o aktywnych licencjach zainstalowanych w urządzeniu można sprawdzić na ekranie About.

Pomiar natężenia pola

Po wybraniu opcji HAM Field Meter wyświetlony zostanie następujący ekran.



Wynik pomiaru może być prezentowany w jednostkach V/m lub W/m², zależnie od ustawień użytkownika.



Dla wygody odczytu wartości pomiarowe są automatycznie skalowane z użyciem przedrostków: piko/nano/ mikro/mili, dzięki czemu wyniki są prezentowane w najbardziej odpowiedniej postaci na ekranie urządzenia.

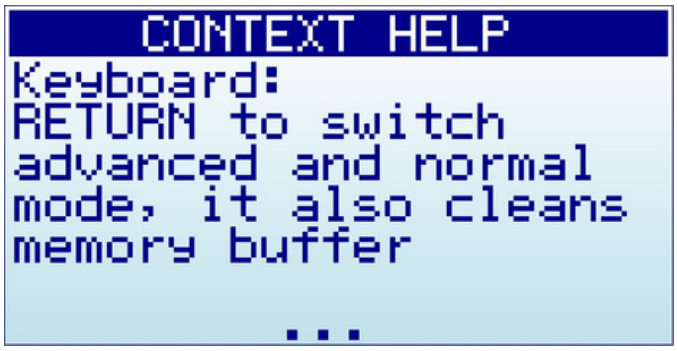
Funkcje przycisków w tym trybie są następujące:

- Naciśnij przycisk SET, aby przełączać jednostki pomiaru pomiędzy V/m i W/m².
- Naciśnij przycisk HELP, aby wyświetlić informacje kontekstowe.
- Naciśnij przycisk [Enter], aby włączyć lub wyłączyć tryb HOLD.
- Naciśnij przyciski [Left] / [Right], aby przełączyć na wyższe lub niższe pasmo częstotliwości.
- Naciśnij przyciski [Up] / [Down], aby zwiększyć lub zmniejszyć wartość Offset wyrażoną w dB. Funkcja ta odpowiada opcji Offset dB dostępnej w Menu tłumika, została jednak udostępniona również na tym ekranie, aby ułatwić kompensację zysku anteny dla poszczególnych pasm.
- Naciśnij przycisk [Menu], aby przejść do innych ustawień i trybów pracy urządzenia.

Przycisk HELP (tylko modele Plus)

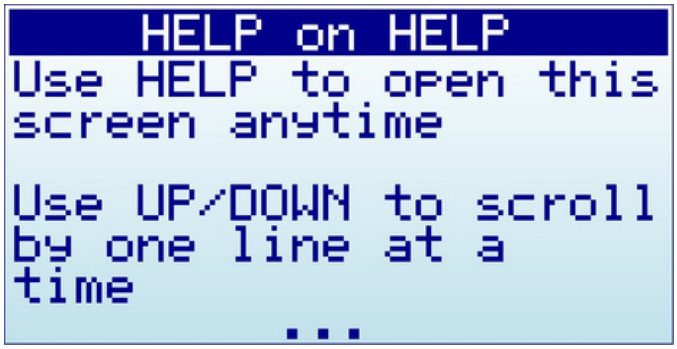
Model RF Explorer WSUB1G Plus wyposażony jest w przycisk HELP, zapewniający szybki i intuicyjny dostęp do kontekstowej pomocy ekranowej.

Treść pomocy może być wyświetlana na wszystkich ekranach funkcjonalnych urządzenia, stanowiąc praktyczne uzupełnienie niniejszej instrukcji obsługi. Informacje są zawsze dostępne po naciśnięciu jednego przycisku.



Do obsługi ekranu pomocy służą następujące przyciski:

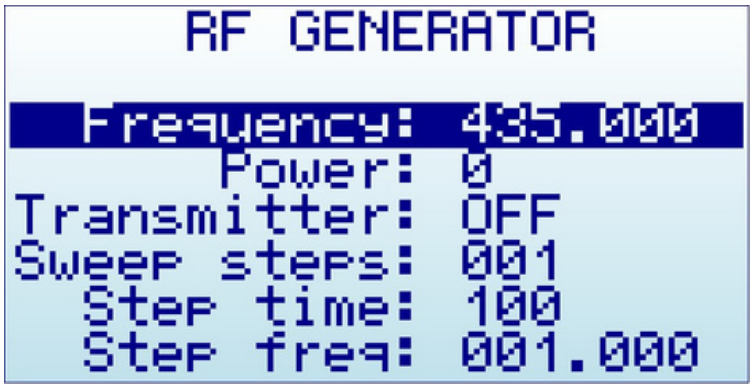
- **Przewijanie tekstu**: Jeżeli w dolnej części ekranu widoczny jest symbol „...", oznacza to, że dostępna jest dodatkowa treść. Użyj przycisków [Up] i [Down], aby przewijać tekst po jednym wierszu, lub przycisków [Left] i [Right], aby przewijać tekst o całą stronę.
- **Pomoc dotycząca pomocy**: Ten specjalny ekran zawiera informacje dotyczące obsługi samego systemu pomocy. Aby go wyświetlić, naciśnij przycisk HELP podczas przeglądania ekranu pomocy.



- **Zamykanie ekranu pomocy**: Naciśnij przycisk [Return] lub [Enter]. Oba przyciski zamykają ekran pomocy i przywracają poprzedni stan pracy urządzenia.

Tryb generatora RF

Wybrane modele RF Explorer umożliwiają generowanie sygnału RF w postaci fali ciągłej (CW) lub konfigurowalnego przemiatania częstotliwości, co pozwala w prosty sposób testować odbiorniki radiowe oraz symulować zakłócenia.



- **Frequency**: Częstotliwość nadawania wyrażona w MHz w trybie pojedynczego tonu lub częstotliwość początkowa w MHz w trybie przemiatania.
- **Power**: Moc wyjściowa nadajnika wyrażona w dBm, zmieniana skokowo co 3 dB przy każdym naciśnięciu przycisku [Enter]. Dokładność wynosi typowo ±3 dB i może być w znacznym stopniu uzależniona od dopasowania obciążenia. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy zastosowaniu obciążenia 50 Ω. Obciążenia o wysokim współczynniku VSWR mogą powodować większe błędy pomiaru ze względu na niedopasowanie impedancji, jak ma to miejsce na przykład w przypadku anteny niedostrojonej do częstotliwości nadawania.
- **Transmitter**: Ustawienie ON uruchamia nadajnik, natomiast ustawienie OFF zatrzymuje transmisję. Ważne: Nadajnik należy włączać wyłącznie wtedy, gdy do wyjścia podłączone jest odpowiednie obciążenie.
- **Sweep steps**:
  - Gdy ustawiona jest wartość 1, generator RF pracuje w **trybie pojedynczego tonu**. W tym trybie urządzenie nieprzerwanie nadaje sygnał CW na zadanej częstotliwości.
  - Gdy ustawiona jest wartość od 2 do 255, generator RF pracuje w **trybie przemiatania**. W tym trybie sygnał rozpoczyna nadawanie od zadanej częstotliwości, a następnie przechodzi do kolejnych częstotliwości zwiększanych o wartość Step freq. Każda częstotliwość jest nadawana przez czas określony parametrem Step time, aż do osiągnięcia zaprogramowanej liczby kroków. Po nadaniu ostatniej częstotliwości generator powraca do pierwszej częstotliwości i powtarza cały cykl aż do momentu wyłączenia nadajnika przez użytkownika.
- **Step time**: Określa czas nadawania każdej częstotliwości przed przejściem do następnej. Zakres regulacji wynosi od 5 do 255 ms. Parametr używany wyłącznie w trybie przemiatania.
- **Step freq**: Określa przyrost częstotliwości pomiędzy kolejnymi krokami przemiatania. Zakres regulacji wynosi od 0,010 MHz do 2,55 MHz. Parametr używany wyłącznie w trybie przemiatania.

Aby powrócić z trybu RF Generator do trybu analizatora widma, naciśnij przycisk [Menu], a następnie wybierz opcję Spectrum Analyzer w Menu trybu pracy.

WAŻNE

Przed włączeniem nadajnika należy podłączyć antenę o impedancji 50 Ω lub odpowiednie obciążenie RF o impedancji 50 Ω.

Włączenie nadajnika bez podłączonej odpowiedniej anteny może spowodować uszkodzenie modułu RF urządzenia RF Explorer, ponieważ wzmacniacz mocy nie będzie miał obciążenia, do którego mógłby przekazywać energię. Można to porównać do wzmacniacza audio pracującego z pełną mocą bez podłączonych głośników — w takiej sytuacji istnieje duże ryzyko uszkodzenia tranzystorów końcowych.

Można stosować dowolne obciążenie RF o impedancji 50 Ω, na przykład sztuczne obciążenie, przewód koncentryczny zakończony obciążeniem 50 Ω itp. Zastosowanie obciążenia o impedancji różnej od 50 Ω może spowodować powstanie fali odbitej, która również może uszkodzić wzmacniacz mocy.

Jeżeli nie jest konieczne wykorzystanie pełnej mocy nadajnika, na przykład podczas testów zasięgu, zaleca się stosowanie możliwie najniższego poziomu mocy. Pozwala to ograniczyć zużycie energii akumulatora oraz zmniejszyć emisję zakłóceń elektromagnetycznych (EMI).Należy również przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących emisji radiowych. Przed rozpoczęciem transmisji należy upewnić się, że wybrana częstotliwość i moc sygnału nie będą powodowały zakłóceń pracy innych urządzeń.

Generator RF jest ograniczony do tego samego zakresu częstotliwości co analizator widma. Oznacza to, że możliwe jest generowanie dowolnej częstotliwości mieszczącej się w paśmie obsługiwanym przez dany model urządzenia.W niektórych przypadkach maksymalna wartość Step freq lub liczba Sweep steps może być mniejsza, niż można by oczekiwać. Wynika to z faktu, że kombinacja częstotliwości początkowej, kroku częstotliwości oraz liczby kroków musi zawsze mieścić się w dostępnym zakresie częstotliwości danego modułu RF.

Wewnętrzny akumulator RF Explorer

Akumulator wewnętrzny jest wysokiej pojemności akumulatorem litowo-polimerowym (Li-Po) o pojemności 1000 mAh. Jest to ta sama technologia akumulatorów, która jest stosowana w telefonach komórkowych, nowoczesnych laptopach i tabletach.

Przełącznik zasilania jest rzeczywistym przełącznikiem mechanicznym, który w położeniu ON fizycznie podłącza akumulator do układu urządzenia, a w położeniu OFF całkowicie go odłącza.Ponieważ w położeniu OFF akumulator jest całkowicie odizolowany od elektroniki urządzenia, RF Explorer może być przechowywany przez wiele miesięcy bez zauważalnej utraty poziomu naładowania. Jest to rozwiązanie odmienne od stosowanego w większości telefonów komórkowych i laptopów, gdzie wykorzystywany jest tzw. „miękki" wyłącznik zasilania, powodujący ciągły pobór niewielkiego prądu z akumulatora nawet po wyłączeniu urządzenia.
W przypadku RF Explorer takie zjawisko nie występuje.

Układ zasilania RF Explorer został zaprojektowany tak, aby urządzenie było zawsze gotowe do pracy po okresie przechowywania.

Należy pamiętać, że każdy akumulator podlega naturalnemu procesowi samorozładowania, jednak w tym przypadku jest ono na tyle niewielkie, że urządzenie może być przechowywane przez rok lub dłużej bez całkowitego rozładowania akumulatora.

WAŻNE

Nigdy nie ładuj urządzenia bez nadzoru ani w miejscu, w którym istnieje ryzyko pożaru.
Nigdy nie przechowuj urządzenia RF Explorer w miejscu, gdzie temperatura może przekroczyć 50°C. Samochód pozostawiony na słońcu, szczególnie latem, może nagrzać się bardzo szybko, co może spowodować uszkodzenie akumulatora lub skrócenie jego żywotności.
Jeżeli otwierasz urządzenie w celu montażu modułu rozszerzeń, zawsze zachowuj szczególną ostrożność podczas pracy z akumulatorem litowo-jonowym. Upewnij się, że nie został przebity, uszkodzony ani zdeformowany.
Sprawny akumulator powinien mieć postać płaskiego prostokąta i nie wykazywać żadnych oznak odkształcenia. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości wykonaj zdjęcie urządzenia i prześlij je do producenta w celu uzyskania pomocy.
Jeżeli akumulator nie utrzymuje prawidłowo ładunku, działa nieprawidłowo lub urządzenie nadmiernie nagrzewa się podczas ładowania, natychmiast przełącz wyłącznik zasilania w pozycję OFF i sprawdź stan akumulatora lub wymień go na nowy.
Nigdy nie używaj urządzenia RF Explorer z uszkodzonym akumulatorem ani z akumulatorem litowo-jonowym innym niż oficjalnie dostarczany przez serwis techniczny. Oryginalny akumulator wyposażony jest w układ zabezpieczający zapewniający bezpieczną eksploatację.
W przypadku pytań dotyczących akumulatora lub konieczności jego wymiany skontaktuj się z: QC@SeeedStudio.com.

Ładowanie wewnętrznego akumulatora

Aby naładować akumulator, podłącz urządzenie do zasilanego portu USB lub ładowarki sieciowej USB za pomocą złącza mini-USB. Aby wewnętrzny układ ładowania miał dostęp do akumulatora, przełącznik zasilania musi znajdować się w położeniu ON. W przeciwnym razie urządzenie będzie zasilane z portu USB, jednak akumulator nie będzie ani używany, ani ładowany.

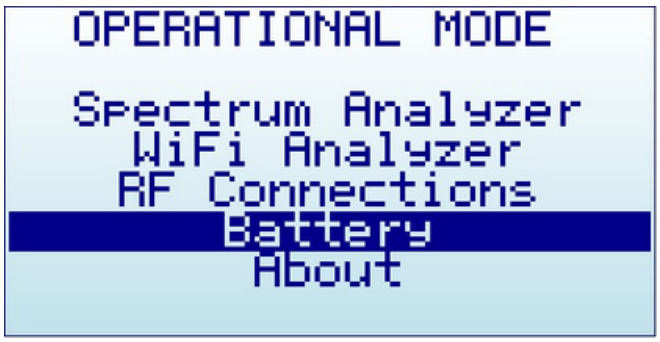
Urządzenie RF Explorer może pobierać prąd do 500 mA, zgodnie ze standardem USB. W normalnych warunkach całkowite naładowanie całkowicie rozładowanego akumulatora może trwać do 3 godzin.Przy pierwszym ładowaniu zaleca się pozostawienie urządzenia podłączonego do zasilania przez okres do 8 godzin.

Akumulator może pozostawać podłączony do portu USB przez nieograniczony czas. Wewnętrzny układ ładowania automatycznie rozpoczyna i kończy proces ładowania w zależności od potrzeb.

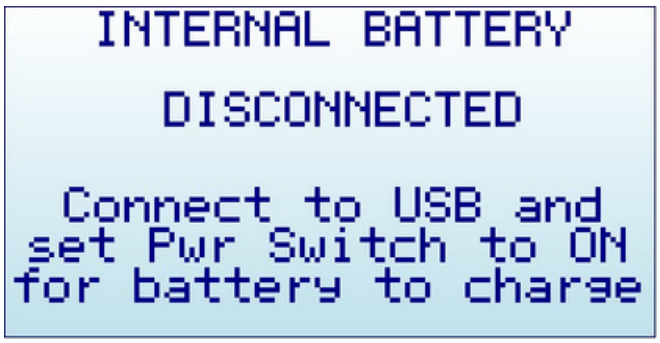
Jeżeli używany port USB nie jest zasilany zgodnie ze standardem i może dostarczyć jedynie 100 mA, akumulator może w ogóle się nie ładować. Jeżeli nie ma możliwości skorzystania z innego źródła zasilania niż port USB o wydajności 100 mA, ustaw podświetlenie wyświetlacza na OFF w Menu konfiguracji i pozostaw urządzenie podłączone do ładowania przez odpowiednio długi czas. W takich warunkach pełne naładowanie może trwać nawet do 24 godzin, dlatego zawsze zaleca się korzystanie z portu USB o pełnej wydajności prądowej, jeśli jest dostępny.

Korzystanie z ekranu informacji o akumulatorze

W najnowszych wersjach oprogramowania sprzętowego dostępna jest specjalna opcja Battery, ułatwiająca kontrolę procesu ładowania akumulatora. Uwaga: Jeżeli przewód USB jest podłączony, a przełącznik zasilania znajduje się w położeniu ON, akumulator będzie ładowany. Ekran Battery udostępnia jednak dodatkowe informacje dotyczące stanu ładowania.



Na ekranie ładowania INTERNAL BATTERY łatwo można sprawdzić, czy akumulator jest aktualnie ładowany. W przedstawionym przykładzie ekran wyraźnie wskazuje, że przełącznik zasilania nie znajduje się w położeniu ON, dlatego akumulator nie jest ładowany.

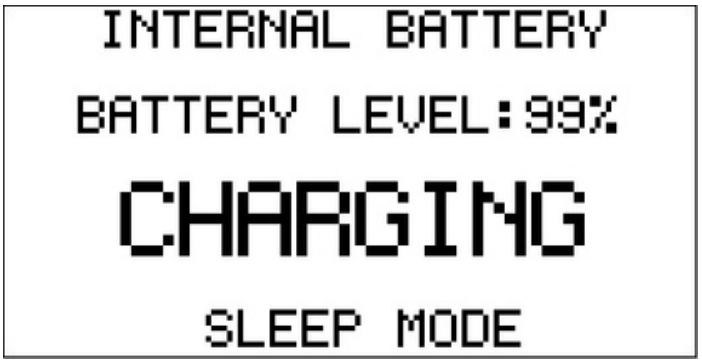


Po ustawieniu przełącznika zasilania we właściwej pozycji ekran wyświetli prawidłowy status ładowania.

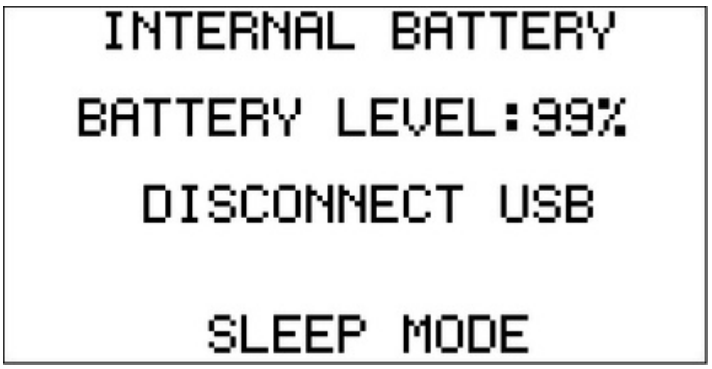


W tym momencie ekran można zamknąć, naciskając przycisk [Enter] lub [Return]. Jeżeli ekran pozostanie aktywny przez ponad 15 sekund, urządzenie automatycznie przejdzie w tryb uśpienia (SLEEP MODE). Wszystkie wewnętrzne układy oraz podświetlenie wyświetlacza zostaną wyłączone, z wyjątkiem układu ładowania oraz podstawowych funkcji monitorowania realizowanych przez procesor. Jest to zalecany sposób ładowania urządzenia przez noc.

Uwaga: Dla zachowania czytelności poniżej przedstawiono obrazy ekranu w wersji czarno-białej, odpowiadające pracy urządzenia przy wyłączonym podświetleniu wyświetlacza (LCD Backlight OFF).



W tym trybie można zakończyć ładowanie, gdy poziom naładowania akumulatora osiągnie 99% lub 100%. W normalnych warunkach, w zależności od początkowego poziomu naładowania akumulatora, może to zająć od 2 do 3 godzin. Po wykryciu pełnego naładowania akumulatora oraz upływie co najmniej 2 godzin od rozpoczęcia ładowania, układ ładowania wyświetli komunikat sugerujący odłączenie przewodu USB.



Kalibracja pojemności akumulatora

Ekran INTERNAL BATTERY umożliwia również ponowną kalibrację wskazania poziomu naładowania akumulatora.Funkcja ta pozwala skorygować napięcie odniesienia, które układ ładowania uznaje za odpowiadające 100% pojemności akumulatora. Wartość ta może zmieniać się wraz z upływem czasu, ponieważ pojemność akumulatora stopniowo maleje w wyniku kolejnych cykli ładowania. Dla orientacji, po około 500 cyklach ładowania całkowita pojemność akumulatora zwykle zmniejsza się o około 30%. Aby wskazania ikony akumulatora na ekranie nadal odpowiadały rzeczywistej pojemności, po zakończeniu ładowania można przeprowadzić ponowną kalibrację.

W przedstawionym wcześniej przykładzie, jeżeli po zakończeniu 3-godzinnego procesu ładowania poziom naładowania nadal wynosi 99% (lub inną wartość niższą od 100%), urządzenie będzie nadal wyświetlało komunikat: DISCONNECT USB

Po wykonaniu tej czynności oprogramowanie sprzętowe przez kilka sekund dokonuje korekcji poziomu naładowania, a następnie zapisuje nowe wartości kalibracyjne w pamięci wewnętrznej urządzenia do wykorzystania w przyszłości.



Po ponownej kalibracji poziomu odniesienia naładowania akumulatora urządzenie automatycznie uruchomi się ponownie. Po restarcie ikona akumulatora na ekranie analizatora widma powinna wskazywać pełne naładowanie.

Ładowanie całkowicie rozładowanego akumulatora

Oprogramowanie urządzenia wyposażono w mechanizm zabezpieczający, który wyłącza wszystkie funkcje po spadku napięcia akumulatora do poziomu około 3,3 V lub niższego. Nawet w tym stanie urządzenie pobiera jednak niewielki prąd, wynoszący około 1 mA. Jeżeli przełącznik zasilania pozostanie przez dłuższy czas w położeniu ON, akumulator będzie stopniowo rozładowywany aż do bezpiecznego poziomu około 3,0 V, przy którym wewnętrzny układ zabezpieczający ograniczy prąd upływu do około 50 µA.

Niezależnie od stopnia rozładowania akumulatora, po podłączeniu zasilania USB wewnętrzny układ ładowania automatycznie oceni jego stan i rozpocznie ładowanie zgodnie z odpowiednim algorytmem. Aby proces ten przebiegał prawidłowo w przypadku całkowicie rozładowanego akumulatora, należy korzystać z opcji Battery, zgodnie z opisem przedstawionym wcześniej.

Automatyczny tryb bezczynności podczas ładowania akumulatora

Jak opisano w poprzednim rozdziale, zaleca się przejście do ekranu Battery i pozostawienie urządzenia w tym trybie podczas ładowania. Pozwala to na automatyczne przełączenie urządzenia w tryb uśpienia podczas długotrwałego ładowania, na przykład przez noc.

Uwaga: W starszych wersjach oprogramowania sprzętowego (przed wersją v1.16) podobna, choć bardziej ograniczona funkcja była dostępna na ekranie About. Obecnie została ona przeniesiona do ekranu Battery. Ekran About nie przełącza już urządzenia w tryb uśpienia.

Moduły rozszerzeń

Urządzenie RF Explorer wyposażone jest w wewnętrzne złącze rozszerzeń, które umożliwia rozbudowę funkcjonalności oraz zakresu częstotliwości podstawowego urządzenia za pomocą kompatybilnych modułów rozszerzeń RF Explorer.

Aby uzyskać informacje o dostępnych modułach rozszerzeń dla posiadanego urządzenia, odwiedź stronę:

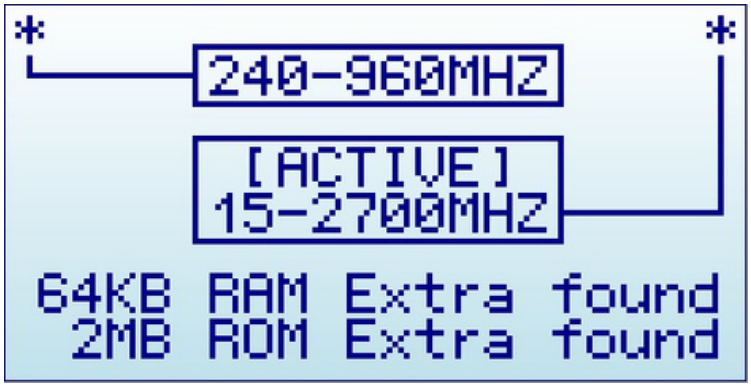
rf-explorer.com/models

Montaż modułu rozszerzeń jest prosty. Szczegółowa instrukcja krok po kroku dostępna jest pod adresem:

rf-explorer.com/expansion

Po zainstalowaniu moduł rozszerzeń dodaje do urządzenia dodatkową pamięć RAM i ROM, a także rozszerza zakres częstotliwości poprzez dodatkowe złącze RF SMA, umieszczone po prawej stronie obudowy.

Lewe złącze SMA zawsze należy do modułu głównego, natomiast prawe złącze SMA zawsze należy do modułu rozszerzeń. Informacje o zainstalowanych modułach i dostępnych zakresach częstotliwości można sprawdzić w pozycji RF Connections w Menu trybu pracy.



Ważne: W danym momencie aktywne może być tylko jedno z dwóch złączy SMA. Aktywne złącze wybiera się za pomocą opcji Module w Menu częstotliwości.

Uwaga: Dodatkowa pamięć RAM i ROM jest zawsze dostępna dla funkcji wewnętrznych urządzenia, niezależnie od tego, który moduł lub złącze SMA jest aktualnie aktywne.

Anteny RF Explorer

Anteny są bardzo ważnym elementem wyposażenia, niezbędnym do prawidłowego wykrywania sygnałów z możliwie najwyższą czułością w danym zakresie częstotliwości. Zastosowanie niewłaściwej anteny spowoduje pogorszenie odbioru sygnału, zwykle objawiające się bardzo niskim poziomem wykrywanych sygnałów lub całkowitym brakiem ich detekcji.

Anteny dołączane do urządzenia są przeznaczone do pracy w najpopularniejszych pasmach częstotliwości, jednak nie zapewniają pokrycia wszystkich możliwych zakresów. W razie potrzeby użytkownik powinien dokupić odpowiednie anteny przeznaczone do dodatkowych zakresów częstotliwości. RF Explorer współpracuje z dowolną standardową anteną o impedancji 50 Ω, niezależnie od jej konstrukcji, rozmiaru czy przeznaczenia.

Teleskopowa antena dwupasmowa 144/430 MHz

Jest to wysokiej jakości teleskopowa antena o zysku 2 dBi, przeznaczona przede wszystkim do pracy w pasmach 144 MHz i 430 MHz, powszechnie wykorzystywanych w radiotelefonach oraz łączności krótkofalarskiej.



Zapewnia dobrą charakterystykę odbiorczą dla wszystkich częstotliwości poniżej 1 GHz. Zaleca się jej stosowanie w zakresie od 15 MHz do 1000 MHz. W niektórych przypadkach częściowe lub całkowite złożenie anteny może poprawić odbiór w górnej części tego zakresu częstotliwości.

Metalowa konstrukcja anteny jest bezpośrednio połączona z żyłą środkową toru RF, dlatego należy zachować ostrożność i unikać kontaktu anteny z silnymi polami elektrycznymi lub źródłami napięcia stałego.

Antena ta jest dołączana do wszystkich modeli RF Explorer Plus, a także do modeli RF Explorer WSUB1G, RF Explorer 3G Combo, RF Explorer 6G Combo oraz RF Explorer ISM Combo.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Antena UHF 400–900 MHz

Jest to idealny wybór dla profesjonalistów zajmujących się realizacją dźwięku i obrazu. Antena ta jest dołączana do wszystkich modeli RF Explorer Plus.



Antena UHF dla RF Explorer jest wysokiej jakości, wytrzymałą anteną typu rubber duck (elastyczna antena prętowa w gumowej osłonie), zaprojektowaną specjalnie do pracy w zakresie 400–900 MHz. Obejmuje wszystkie pasma telewizji analogowej, telewizji cyfrowej (DTVB) oraz zakresy wykorzystywane przez bezprzewodowe mikrofony UHF większości czołowych producentów.

Jest to zalecana antena do pracy z RF Explorer wszędzie tam, gdzie wymagana jest najlepsza czułość i jakość odbioru w paśmie UHF.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Anteny dipolowe typu Whip

Są to wysokiej jakości anteny o zysku 2 dBi, przeznaczone do pracy w wąskich zakresach częstotliwości.



Poszczególne modele RF Explorer są wyposażane w różne anteny. Mogą one wyglądać identycznie z zewnątrz, jednak wewnętrznie są dostrojone do określonych pasm częstotliwości i dla uzyskania najlepszych parametrów pracy powinny być używane wyłącznie w paśmie, do którego zostały przeznaczone.

Wewnętrzne połączenie RF anteny jest zamknięte w plastikowej obudowie, dzięki czemu jest chronione przed przypadkowym kontaktem elektrycznym.

RF Explorer 2.4G/Plus oraz RF Explorer ISM Combo/Plus są wyposażone w antenę o zysku 2 dBi, dostrojoną do częstotliwości 2450 MHz.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Antena Rubber Duck 5,8 GHz

Jest to wysokiej jakości antena zapewniająca dobre parametry pracy w zakresie 5,4–5,9 GHz, przeznaczona przede wszystkim do obsługi kanałów sieci Wi-Fi.

Zapewnia również zadowalające parametry pracy w paśmie 2,4 GHz, dzięki czemu może być wykorzystywana jako antena dwupasmowa do zastosowań Wi-Fi.

Antena ta jest dołączana do modeli RF Explorer 6G Combo/Plus.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.



Dodatkowe anteny

Jako uniwersalny analizator widma RF, RF Explorer może być wykorzystywany do pomiarów i diagnostyki w wielu różnych pasmach częstotliwości.Ze względów fizycznych nie istnieje konstrukcja anteny, która zapewniałaby skuteczną pracę we wszystkich możliwych zakresach częstotliwości. Dlatego oferowane są dodatkowe typy anten przeznaczone do konkretnych pasm.

Do urządzenia RF Explorer można podłączyć dowolną antenę o impedancji 50 Ω, jednak producent wybrał, przetestował i zweryfikował kilka wysokiej jakości modeli, przedstawionych poniżej.

Antena LTE



Wielopasmowa, dookólna antena LTE została zaprojektowana do odbioru sygnałów sieci komórkowych LTE / 4G na całym świecie. Może być również wykorzystywana do innych zastosowań w obsługiwanym zakresie częstotliwości:
698–960 MHz / 1710–2170 MHz / 2500–2700 MHz

Antena posiada kompaktową, lekką i wytrzymałą konstrukcję z przegubem regulacyjnym, dzięki czemu stanowi idealne rozwiązanie do współpracy z ręcznym analizatorem widma RF Explorer.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Dookólna antena Cloverleaf dwupasmowa 2,4 / 5,8 GHz

Dookólna antena Cloverleaf jest doskonałym wyborem do pracy z urządzeniem RF Explorer w pasmach 2,4 GHz oraz 5,8 GHz.



Anteny Cloverleaf wykorzystują polaryzację kołową, dzięki czemu są zdolne do odbioru zarówno sygnałów bezpośrednich, jak i sygnałów odbitych. Sprawia to, że są znacznie skuteczniejsze w wykrywaniu zakłóceń oraz pożądanych emisji niż wiele innych typów anten.

Główną przewagą nad innymi antenami dwupasmowymi jest równomierne pokrycie we wszystkich kierunkach. W przeciwieństwie do anten prętowych i anten typu rubber duck, które są ograniczone głównie do sygnałów o polaryzacji pionowej, antena Cloverleaf skutecznie odbiera sygnały niezależnie od kierunku ich nadejścia.

Antena wyposażona jest w standardowe złącze SMA oraz wytrzymałą osłonę z tworzywa ABS, która chroni wewnętrzną, wielopłatkową konstrukcję anteny Cloverleaf przed uszkodzeniami.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Kierunkowa antena panelowa SMA z przegubem, wersje 5,8 GHz i 2,4 GHz



Kierunkowa antena panelowa o wysokim zysku jest doskonałym wyborem do współpracy z analizatorem RF Explorer podczas skanowania sygnałów w określonym kierunku. W przeciwieństwie do anten dookólnych, takich jak anteny dipolowe, antena ta zapewnia zysk 8 dBi w kierunku swojej przedniej powierzchni. Wyposażona jest w standardowe złącze SMA (a nie RP-SMA, stosowane w większości podobnych produktów dostępnych na rynku), dzięki czemu jest w pełni kompatybilna ze wszystkimi modelami RF Explorer.

Antena ta jest szczególnie polecana do wykrywania źródeł sygnałów RF o bardzo małym poziomie przy użyciu analizatora widma RF Explorer, w tym odległych nadajników, do precyzyjnego ustawiania i ukierunkowywania anten oraz do lokalizowania ukrytych urządzeń podsłuchowych. Doskonale sprawdza się również podczas poszukiwania zagubionego drona lub modelu RC, pod warunkiem że urządzenie nadal nadaje prawidłowy sygnał radiowy.
Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia wersji 2,4 GHz dostępne są pod tym adresem.
Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia wersji 5,8 GHz dostępne są pod tym adresem.

Anteny bliskiego pola RF Explorer

Zestaw RF Explorer Near Field Antenna Kit zawiera cztery wysokiej klasy anteny przeznaczone do najbardziej wymagających zastosowań diagnostycznych w technice RF:

- RFEAH-25 – magnetyczna sonda pętlowa H-Loop o średnicy 25 mm
- RFEAH-15 – magnetyczna sonda pętlowa H-Loop o średnicy 15 mm
- RFEAH-5 – magnetyczna sonda pętlowa H-Loop o średnicy 5 mm
- RFEAE-10 – sonda pola elektrycznego E-Field o długości 10 mm



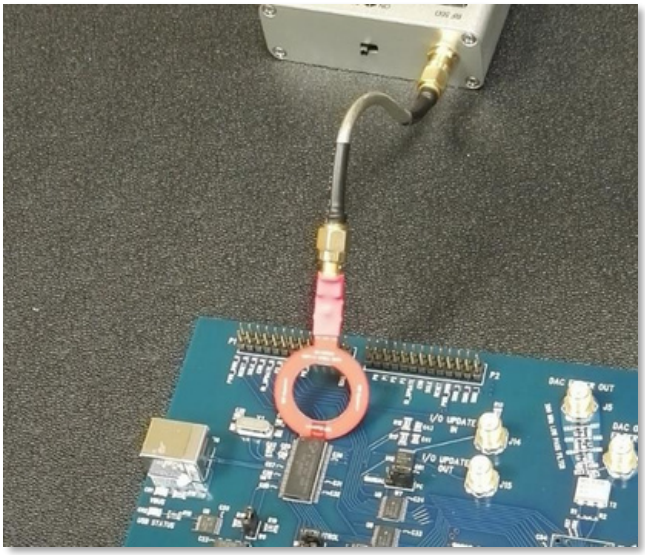
Konstrukcja tych anten została zoptymalizowana pod kątem minimalnych strat sygnału, dzięki czemu zapewniają one czułość co najmniej o 10 dB wyższą niż inne anteny bliskiego pola dostępne na rynku, przy znacznie niższej cenie.

W porównaniu z innymi antenami bliskiego pola, anteny RF Explorer są mniejsze i lżejsze, co ma szczególne znaczenie podczas pracy w ograniczonej przestrzeni, na przykład na płytkach drukowanych (PCB).

Poniżej przedstawiono krótki opis zestawu. Szczegółowe informacje techniczne oraz karta katalogowa dostępne są na dedykowanej stronie internetowej producenta.

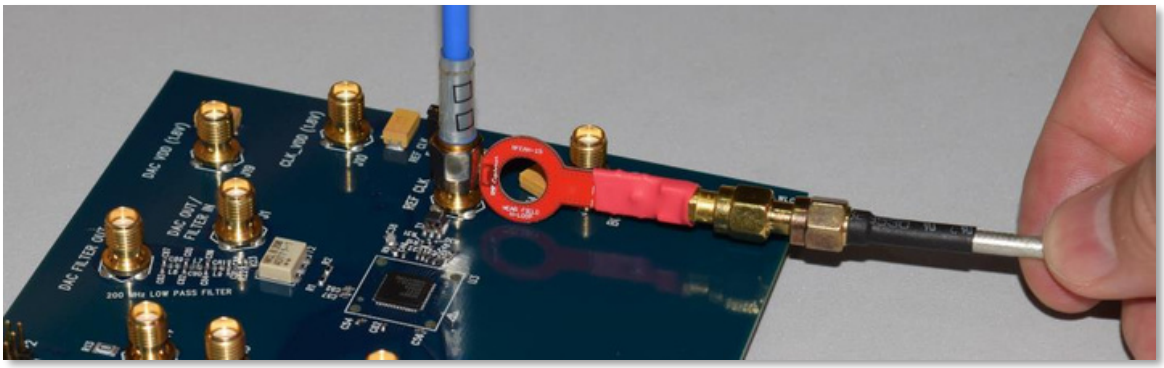
Do zestawu dołączony jest wysokiej jakości półsztywny przewód RF. Przewód ten pełni jednocześnie funkcję uchwytu anteny.

Dużą zaletą takiego rozwiązania jest możliwość dowolnego ukształtowania przewodu, dzięki czemu antenę można ustawić dokładnie w wymaganym miejscu, najczęściej bez konieczności trzymania jej w ręku.



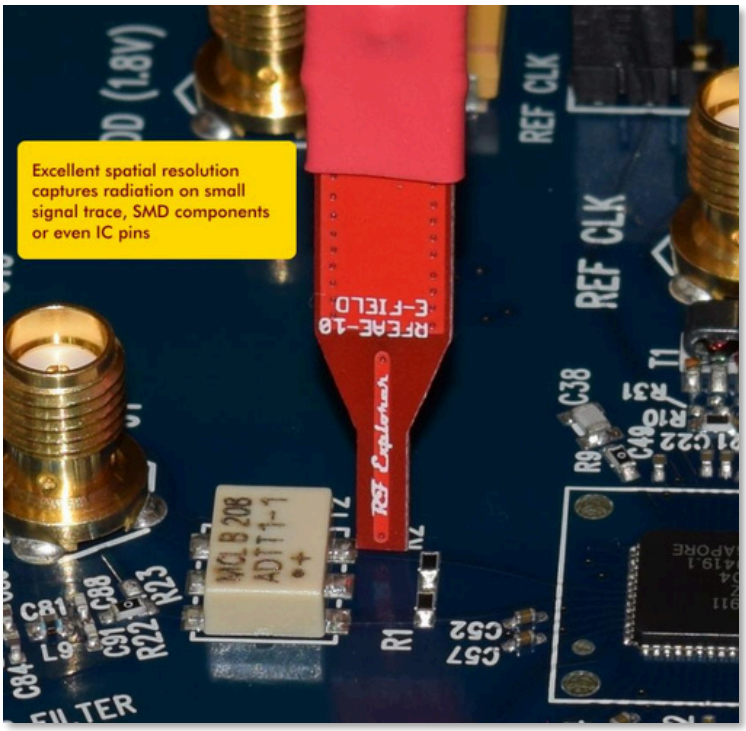
W wielu przypadkach konieczne jest jednak wykonanie szybkiego pomiaru w określonym położeniu lub orientacji. W takiej sytuacji półsztywny przewód może służyć jako wygodny uchwyt anteny.

Przewód ten można również podłączyć do dowolnego zewnętrznego przewodu SMA o odpowiedniej długości, co umożliwia współpracę z oddalonym przyrządem pomiarowym.



Magnetyczne anteny H-Loop

Dostępne są trzy wersje magnetycznych anten H-Loop.Wraz ze zmniejszaniem średnicy anteny wzrasta rozdzielczość przestrzenna pomiaru, kosztem pewnego spadku czułości przy niższych częstotliwościach. Jednocześnie poprawiają się właściwości anteny w wyższych zakresach częstotliwości.Model RFEAH-25 zapewnia najwyższą czułość podczas pomiarów wykonywanych w pobliżu złączy, dużych układów scalonych oraz odizolowanych ścieżek sygnałowych.Model RFEAH-5 najlepiej sprawdza się przy bardzo precyzyjnych pomiarach na gęsto obsadzonych płytkach drukowanych (PCB), gdzie ścieżki sygnałowe znajdują się bardzo blisko siebie.Model RFEAH-15 stanowi kompromis pomiędzy tymi dwoma rozwiązaniami.



Sonda pola elektrycznego E-Field (Stub)

Sonda pola elektrycznego RFEAE-10 zapewnia wyjątkowo wysoką rozdzielczość przestrzenną, umożliwiając dokładne wskazanie elementu na płytce drukowanej (PCB) odpowiedzialnego za występowanie problemu, niezależnie od jego rozmiaru.

Pozwala ona w łatwy sposób określić poziom sygnału na wejściu i wyjściu filtrów, wzmacniaczy, mieszaczy oraz innych układów RF, nawet w gęsto upakowanych układach montowanych powierzchniowo (SMD), jak pokazano na poniższej ilustracji.

Ochrona urządzenia przed uszkodzeniem

RF Explorer jest bardzo czułym przyrządem pomiarowym. Potrafi wykrywać sygnały o poziomie nawet -120 dBm, co odpowiada 10^{-12} mW lub 9 nA przy obciążeniu 50 Ω.

Tak wysoka czułość wiąże się jednak z pewną podatnością na uszkodzenia. Aby urządzenie mogło pracować niezawodnie przez wiele lat, należy obchodzić się z nim ostrożnie i zapewnić mu odpowiednią ochronę.

Większość techników RF zdaje sobie sprawę, że przyrządy radiowe wymagają zabezpieczenia przed działaniem silnych pól elektromagnetycznych (EM), które mogą występować w miejscu pracy.

Nawet kosztowne analizatory widma i analizatory sygnałowe przeznaczone do laboratoriów, których cena sięga 50 000 USD, są dostarczane z obszerną listą procedur obsługi, których należy przestrzegać, aby ograniczyć ryzyko uszkodzenia urządzenia.

Pierwszym i najważniejszym środkiem ostrożności jest upewnienie się, że moc sygnału doprowadzonego do wejścia RF nie przekracza dopuszczalnych wartości dla danego przyrządu. Poniżej przedstawiono maksymalne dopuszczalne poziomy mocy wejściowej. Przekroczenie tych wartości może spowodować trwałe uszkodzenie urządzenia lub pogorszenie jego czułości.

Model RF Explorer	Maks. moc wejściowa (lewe SMA)	Maks. moc wejściowa (prawe SMA)
3G Combo	+5dBm	+30dBm
6G Combo	+25dBm	+30dBm
ISM Combo	+5dBm	+5dBm
WiFi Combo	+25dBm	+5dBm
6G	+25dBm	brak
2.4G	+5dBm	brak
WSUB1G	+5dBm	brak
WSUB1G PLUS	+30 dBm przy użyciu wewnętrznego tłumika +10 dBm w trybie Direct -20 dBm w trybie LNA	brak
6G Combo PLUS 4G Combo PLUS	+30 dBm przy użyciu wewnętrznego tłumika +10 dBm w trybie Direct -20 dBm w trybie LNA	
433M/868M/915M	+10dBm	brak

Uwaga: Podane wartości określają maksymalne poziomy mocy, które nie powodują uszkodzenia urządzenia. Nie są to poziomy zalecane do wykonywania pomiarów.Dla uniknięcia zniekształceń pomiaru zaleca się utrzymywanie poziomu sygnału co najmniej 20 dB poniżej podanych wartości granicznych.

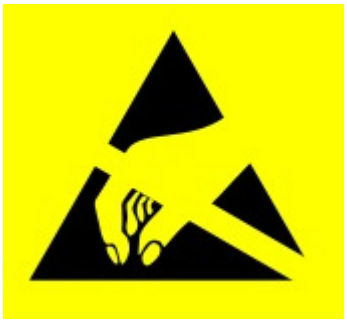
Zakres dopuszczalnych mocy wejściowych można łatwo zwiększyć, stosując zewnętrzne tłumiki (patrz rozdział Tłumiki zewnętrzne) oraz/lub ogranicznik mocy.

Modele RF Explorer 3G Combo, RF Explorer 6G Combo, RFEMWSUB3G oraz wszystkie modele Plus z włączonym tłumikiem wewnętrznym są skutecznie zabezpieczone do poziomu +30 dBm (1 W) na wejściu RF, co w praktyce zapewnia bezpieczną pracę w większości zastosowań. Przy prawidłowej eksploatacji tych modeli dodatkowe zabezpieczenia zewnętrzne zwykle nie są wymagane.

Jednak inne modele RF Explorer, takie jak 2.4G czy WSUB1G, mają maksymalny bezpieczny poziom mocy wejściowej wynoszący jedynie +5 dBm, co odpowiada około 3 mW doprowadzonym do złącza RF SMA. Dla orientacji jest to moc, jaką antena RF może odebrać z telefonu komórkowego znajdującego się w odległości około 10 cm lub z kuchenki mikrofalowej oddalonej o około 1 metr. Należy jednak pamiętać, że różne modele telefonów i kuchenek mikrofalowych emitują różne poziomy sygnałów, dlatego podane wartości należy traktować wyłącznie orientacyjnie.

To, co nie dla wszystkich użytkowników jest oczywiste, to fakt, że ograniczenie to dotyczy wszystkich częstotliwości RF, nawet jeśli mieszczą się one poza zakresem pracy danego modelu oraz nawet wtedy, gdy urządzenie RF Explorer jest wyłączone.

Przykładowo model RF Explorer WSUB1G, pracujący w zakresie 240–960 MHz, nie wykryje na ekranie emisji pochodzącej z kuchenki mikrofalowej pracującej na częstotliwości 2,4 GHz, jednak sygnał taki może mimo to uszkodzić urządzenie. Podobnie silny sygnał z amatorskiej stacji nadawczej pracującej w paśmie 2 m lub z nadajnika radiowego FM o dużej mocy nie zostanie wykryty przez ten model, lecz może wprowadzić do wejścia RF wystarczająco dużą energię, aby łatwo uszkodzić układy wejściowe urządzenia.
Nie ma przy tym znaczenia, czy RF Explorer jest włączony (ON) czy wyłączony (OFF). Antena nadal odbiera silny sygnał radiowy i doprowadza go do wejścia analizatora widma, co może stwarzać poważne ryzyko uszkodzenia urządzenia.



Oprócz ochrony przed nadmierną mocą sygnałów RF należy również ograniczać ryzyko wystąpienia wyładowań elektrostatycznych (ESD[3]) na antenie. Dotyczy to w szczególności anten o odsłoniętej metalowej konstrukcji, takich jak teleskopowa antena Nagoya, dołączana do modeli szerokopasmowych. Anteny helikalne w plastikowej obudowie, dołączane do modeli wąskopasmowych, nie mają bezpośrednio odsłoniętego styku RF, dzięki czemu są mniej podatne na uszkodzenia spowodowane wyładowaniami elektrostatycznymi. Nie zapewniają bowiem bezpośredniej ścieżki przepływu prądu do czułych wejść układów CMOS znajdujących się wewnątrz urządzenia. Jednak w przypadku wszystkich anten o metalowej konstrukcji należy przestrzegać zasad ochrony przed wyładowaniami elektrostatycznymi, szczególnie w okresie zimowym, gdy powietrze jest bardzo suche. Przede wszystkim przed dotknięciem anteny należy upewnić się, że ręka ma dobry kontakt z metalową obudową RF Explorer, co pozwala wyrównać potencjał elektrostatyczny. Ponadto, jeśli to możliwe, należy unikać bezpośredniego dotykania anteny rękami.

Z tego samego powodu nigdy nie należy doprowadzać anteny do kontaktu z jakimkolwiek zewnętrznym źródłem energii elektrycznej. Wystarczy wyobrazić sobie, jak duża moc może zostać wprowadzona do układów wejściowych urządzenia, jeśli antena zostanie przypadkowo zetknięta z siecią energetyczną AC lub innym źródłem napięcia przemiennego o dużej mocy.

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Electrostatic_sensitive_device

Tłumiki zewnętrzne

Tłumiki SMA służą do zmniejszania poziomu sygnału doprowadzanego do wejścia analizatora, umożliwiając tym samym wykonywanie pomiarów sygnałów o większej mocy.Mogą być również wykorzystywane do ochrony wejścia SMA urządzenia RF Explorer w sytuacjach, gdy w otoczeniu mogą występować nieznane sygnały o dużej mocy. W razie potrzeby tłumik można łatwo podłączyć lub odłączyć, gdy wykonywane są pomiary słabych sygnałów.

Możliwe jest również łączenie kilku tłumików szeregowo w celu uzyskania większej wartości tłumienia. Przykładowo tłumiki 10 dB i 30 dB połączone szeregowo zapewnią łączne tłumienie 40 dB.

Oprogramowanie RF Explorer wyposażono w funkcję Offset dB, dostępną w Menu tłumika (Attenuator Menu). Po podłączeniu tłumika należy ustawić wartość +0XX dB (gdzie XX oznacza wartość tłumienia, np. 30 dB), aby wskazania na ekranie były prawidłowo skorygowane.

Zalecane przez producenta tłumiki charakteryzują się wysoką precyzją mechaniczną i elektryczną. Zapewniają niezawodną pracę do częstotliwości 6 GHz oraz mogą pracować przy ciągłej mocy wejściowej do 2 W (33 dBm). Nie zaleca się stosowania tłumików niskiej jakości ani używanych egzemplarzy niewiadomego pochodzenia, ponieważ mogą one powodować błędy wskazań amplitudy, a w przypadku słabej jakości złączy SMA nawet uszkodzić gniazda RF analizatora.

W zależności od poziomu mocy sygnału, który ma być mierzony, zaleca się stosowanie następujących wartości tłumienia:

Mierzalny zakres mocy wejściowej	Zalecany tłumik zewnętrzny
poniżej -30 dBm / 1 µW	nie jest wymagany
od -30 do 0 dBm / 1 µW do 1 mW	30 dB
od -30 do 10 dBm / 1 µW do 10 mW	40 dB
od 0 do 33 dBm / 1 mW do 2 W	60 dB

Tłumik SMA 6 GHz – 60 dB



Ten wytrzymały tłumik został zaprojektowany specjalnie dla RF Explorer i zapewnia wysoką jakość wykonania oraz całkowite tłumienie 60 dB. Tłumiki o tak dużej wartości tłumienia są rzadko spotykane na rynku. W większości przypadków uzyskanie tłumienia 60 dB wymaga połączenia szeregowego dwóch tłumików 30 dB.

Z tego względu jest to ekonomiczne rozwiązanie do pomiarów sygnałów RF o dużej mocy. Tłumienie 60 dB pozwala każdemu analizatorowi RF Explorer wykonywać pomiary sygnałów o mocy do 2 W (33 dBm) bez zniekształceń przy użyciu pojedynczego tłumika, zamiast stosowania kilku tłumików połączonych szeregowo.

Ten precyzyjny tłumik może pracować w zakresie częstotliwości do 6 GHz, zapewniając wysoką dokładność pomiaru amplitudy. Po podłączeniu tłumika należy ustawić parametr:
Offset dB: +060 Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Tłumik SMA 6 GHz – 10 dB



Ten precyzyjny tłumik umożliwia pracę w zakresie częstotliwości do 6 GHz, zapewniając wysoką dokładność pomiaru amplitudy.

Po podłączeniu tłumika należy ustawić parametr: Offset dB: +010

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Tłumik SMA 6 GHz – 30 dB



Ten precyzyjny tłumik umożliwia pracę w zakresie częstotliwości do 6 GHz, zapewniając wysoką dokładność pomiaru amplitudy.

Po podłączeniu tłumika należy ustawić parametr: Offset dB: +030

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Ogranicznik mocy RF Explorer

RF Explorer Power Limiter jest specjalnie zaprojektowanym urządzeniem ochronnym, stworzonym od podstaw w celu zapewnienia skutecznej ochrony przed silnymi polami elektromagnetycznymi RF.



Wszystkie modele RF Explorer mają określone graniczne poziomy mocy sygnału wejściowego, których przekroczenie może spowodować uszkodzenie urządzenia. Dla niektórych modeli maksymalny bezpieczny poziom wejściowy wynosi +5 dBm, dla innych +10 dBm, natomiast jedynie modele 6G, 6G Combo oraz prawe złącze RF SMA w modelu 3G Combo są zabezpieczone do poziomu +30 dBm. Szczegółowe informacje znajdują się w tabeli przedstawionej na stronie 47.



RF Explorer Power Limiter umożliwia zabezpieczenie każdego modelu RF Explorer przed sygnałami zewnętrznymi o mocy do +30 dBm (1 W), zapewniając poziom ochrony porównywalny z modelem WSUB3G. Ponadto ogranicznik mocy zawiera dodatkowe funkcje, które w przeciwnym razie wymagałyby zastosowania oddzielnych urządzeń, zwiększając koszt oraz rozmiary zestawu pomiarowego:

- **Ogranicznik mocy** (Power Limiter): zapewnia ochronę przed sygnałami o mocy do +30 dBm w zakresie częstotliwości od DC do 3000 MHz.
- **Blokada składowej stałej** (DC Block): umożliwia podłączenie zewnętrznego źródła napięcia stałego do 16 V bez ryzyka uszkodzenia urządzenia RF Explorer oraz bez wpływu na wykonywane pomiary.
- **Tłumik** (Attenuator): wyposażony jest we wbudowany tłumik 6 dB, który pozwala rozszerzyć zakres pomiarowy dla sygnałów o większej mocy. Tłumienie 6 dB oznacza, że do wejścia urządzenia dociera jedynie 1/4 mocy sygnału wejściowego. Aby skompensować dodatkowe tłumienie wprowadzane przez ogranicznik mocy, należy ustawić parametr: Offset dB: +006 w Menu tłumika urządzenia RF Explorer.

Power Limiter jest zamknięty w wytrzymałej aluminiowej obudowie i wyróżnia się bardzo kompaktowymi wymiarami w porównaniu z podobnymi rozwiązaniami dostępnymi na rynku. Dodatkowo zawiera wbudowaną blokadę składowej stałej oraz tłumik, dzięki czemu oferuje wyjątkowo dużą funkcjonalność przy niewielkich rozmiarach. Jest to zalecane akcesorium dla wszystkich użytkowników, którzy mogą eksponować swoje urządzenie na działanie silnych pól elektromagnetycznych RF.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Cechy

- Wytrzymała, kompaktowa i lekka obudowa aluminiowa
- Urządzenie 3 w 1: ogranicznik mocy, blokada składowej stałej oraz tłumik
- Łatwe podłączanie i odłączanie w razie potrzeby
- Szerokopasmowe zastosowanie w szerokim zakresie częstotliwości
- Dopuszczalna moc sygnału: 1 W
- Kompatybilny ze wszystkimi modelami RF Explorer; nie jest wymagany dla modelu WSUB3G

Dane techniczne

- Zakres częstotliwości: DC – 3,0 GHz
- Blokada składowej stałej (DC Block): +16 V DC
- Dopuszczalna moc wejściowa: 1 W (+30 dBm)
- Maksymalna moc wyjściowa: +4 dBm
- Tłumienie: 6 dB
- Impedancja znamionowa: 50 Ω
- Maksymalny współczynnik VSWR: 1,25 : 1
- Typ złącza: SMA męskie – SMA żeńskie
- Materiał i wykończenie złączy: mosiądz, pozłacane

Uchwyt RF Explorer – wersja PLUS SLIM

Ten specjalnie zaprojektowany, wysokiej jakości uchwyt stanowi idealne akcesorium dla urządzeń RF Explorer w wersji SLIM, zapewniając ochronę oraz wygodne kąty obserwacji wyświetlacza.



Wykonany jest z tworzywa ABS, dzięki czemu charakteryzuje się kompaktową, lekką i wytrzymałą konstrukcją, idealną do transportu wraz z urządzeniem RF Explorer.Po zamontowaniu uchwytu możliwe jest podłączenie dowolnego kompatybilnego przewodu USB z boku urządzenia, bez ograniczania jego funkcjonalności podczas pracy.Dodatkowo uchwyt wyposażono w 4 otwory montażowe pod śruby M2 znajdujące się w dolnej części, umożliwiające łatwe przymocowanie go do różnych powierzchni.

Należy pamiętać, że uchwyt ten jest przeznaczony wyłącznie do następujących modeli RF Explorer w wersji SLIM:

- RF Explorer WSUB1G+ SLIM
- RF Explorer ISM COMBO+ SLIM
- RF Explorer 4G COMBO+ SLIM
- RF Explorer 6G COMBO+ SLIM

Cechy

- Kompaktowa i lekka konstrukcja ułatwiająca transport
- Wykonany z wytrzymałego tworzywa ABS, zapewniającego ochronę urządzenia
- Umożliwia ustawienie urządzenia pod wygodnym kątem obserwacji
- Zapewnia łatwy dostęp do portu USB



Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Uchwyt RF Explorer – wersja Standard



Jest to praktyczne akcesorium do urządzenia RF Explorer — wysokiej jakości podstawka / uchwyt biurkowy przeznaczony do użytkowania podczas pracy z podłączonym przewodem USB.

Uchwyt wykonano z wytrzymałego, wycinanego laserowo niebieskiego akrylu. Konstrukcja została zaprojektowana w taki sposób, aby umożliwić wygodne podłączenie przewodu USB do komputera.

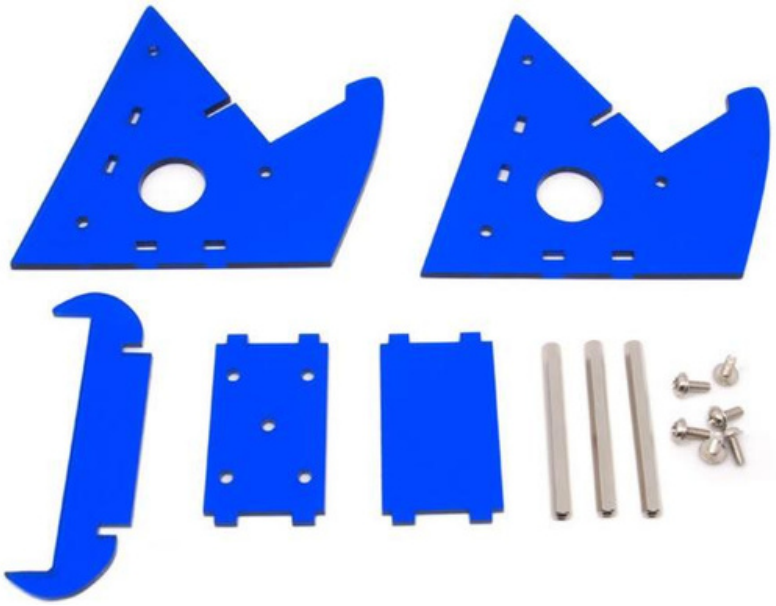
Przewód USB można poprowadzić od tyłu uchwytu lub przez jeden z dwóch dużych otworów znajdujących się po bokach konstrukcji. Otwory są na tyle duże, że mieszczą również grubsze przewody USB wyposażone w rdzenie ferrytowe.

W dolnej części znajduje się fabrycznie przygotowany wspornik montażowy z otworami, umożliwiający opcjonalne trwałe przymocowanie uchwytu do stanowiska roboczego.

Więcej informacji oraz szczegóły dotyczące zamówienia dostępne są pod tym adresem.

Cechy

- Solidna konstrukcja z akrylu o grubości 3 mm
- Kolor: niebiesko-srebrny
- Stabilne i bezpieczne podparcie urządzenia RF Explorer
- Estetyczna i praktyczna konstrukcja
- Dostarczany w postaci zestawu do samodzielnego montażu (wymagany montaż po rozpakowaniu)



Akcesoria do RF Explorer

Urządzenie RF Explorer wykorzystuje standardowe, wysokiej jakości złącza SMA.

Za pomocą odpowiednich adapterów można podłączyć RF Explorer do praktycznie dowolnego urządzenia RF lub anteny. Adaptery i akcesoria SMA są powszechnie dostępne w sklepach specjalizujących się w technice radiowej, jednak nie zawsze łatwo jest dobrać właściwy typ złącza i mieć pewność, że będzie on kompatybilny z posiadanym sprzętem.Dlatego producent przygotował zestaw sprawdzonych złączy, adapterów i akcesoriów RF, które zostały przetestowane pod kątem pełnej zgodności z urządzeniami RF Explorer.
Akcesoria te można zamówić za pośrednictwem SeeedStudio oraz u wielu dystrybutorów RF Explorer.

rf-explorer.com/buy

Adapter SMA–BNC, SMA męskie → BNC żeńskie (prosty)



Wiele anten i urządzeń krótkofalarskich (HAM) oraz ręcznych radiotelefonów dwukierunkowych wykorzystuje standard BNC. Adapter BNC żeńskie → SMA męskie umożliwia łatwe podłączenie urządzenia RF Explorer do anten, przewodów i urządzeń wyposażonych w złącza BNC.

Adapter SMA–N, SMA męskie → N żeńskie (prosty)



W większości laboratoryjnych przyrządów RF stosowane są przewody zakończone złączami typu N. Adapter N żeńskie → SMA męskie umożliwia łatwe podłączenie urządzenia RF Explorer do laboratoryjnej aparatury pomiarowej oraz przewodów wyposażonych w złącza typu N.

Adapter RF RP-SMA żeńskie → SMA męskie, wersja prosta długa



Niektóre anteny i przewody Wi-Fi wykorzystują złącza RP-SMA (Reverse Polarity SMA) i nie mogą być bezpośrednio podłączone do standardowego złącza SMA.
RP-SMA jest odmianą standardu SMA, w której odwrócono konfigurację części męskiej i żeńskiej złącza.

Rozwiązanie to zostało wprowadzone na skutek decyzji FCC, której celem było ograniczenie możliwości samodzielnej modyfikacji certyfikowanych urządzeń Wi-Fi przez użytkowników poprzez stosowanie innych, łatwo dostępnych anten SMA. W rezultacie urządzenia wyposażone w złącza SMA i RP-SMA nie mogą być ze sobą połączone bez użycia odpowiedniego adaptera. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w serwisie Wikipedia[4].

Jeżeli chcesz korzystać ze standardowych anten Wi-Fi wraz z urządzeniem RF Explorer, może być konieczne zastosowanie tego adaptera. Po podłączeniu adaptera RF Explorer będzie mógł współpracować z dowolną anteną, przewodem lub urządzeniem wyposażonym w złącze RP-SMA.

Adapter SMA męskie → SMA żeńskie, kątowy





Ten adapter RF doskonale sprawdza się podczas pracy z urządzeniem RF Explorer ustawionym poziomo, z podłączoną anteną.

Przykładowo podczas pracy w terenie, gdy nie jest dostępna podstawka RF Explorer, adapter umożliwia wygodne podłączenie przewodu USB, anteny oraz komputera.

Może być również użyteczny przy tworzeniu bardziej efektywnej przeciwwagi (ground plane) dla anteny dipolowej, gdy urządzenie RF Explorer znajduje się na metalowej powierzchni, na przykład na dachu samochodu.

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/RP-SMA#Reverse_polarity_SMA

Przewody połączeniowe SMA

Przewody RF są ważnym elementem wyposażenia, umożliwiającym bezpośrednie połączenie analizatora widma z innym urządzeniem (na przykład nadajnikiem RF lub anteną) albo z generatorem sygnałowym podczas wykonywania pomiarów metodą śledzenia charakterystyki (tracking).

Każdy przewód wprowadza pewne tłumienie sygnału. Jeżeli przewód jest niskiej jakości lub został nieprawidłowo podłączony, może znacząco zafałszować wyniki pomiarów. W przypadku stosowania dłuższych przewodów o znanym tłumieniu dla określonej częstotliwości można skompensować tę wartość za pomocą parametru Offset dB w Menu konfiguracji (Configuration Menu) urządzenia RF Explorer.

Różne typy przewodów są przeznaczone do różnych zastosowań. Dla częstotliwości do 2,4 GHz zalecane są elastyczne przewody RG-316, natomiast dla częstotliwości do 6 GHz rekomendowane są krótsze przewody wyższej jakości, wykonane z półsztywnego kabla RG402.

Przewód koncentryczny 6 GHz, długość 10 cm, SMA męskie → SMA żeńskie



Jest to wysokiej jakości przewód SMA męskie → SMA żeńskie, umożliwiający pracę do 6 GHz przy bardzo małym tłumieniu sygnału.Doskonale nadaje się do połączenia generatora sygnałowego RF Explorer Signal Generator z badanym urządzeniem lub do pracy w konfiguracji generatora śledzącego.

Półsztywna konstrukcja przewodu zapewnia stabilność pomiarów niezależnie od jego położenia oraz zwiększa wytrzymałość mechaniczną podczas współpracy generatora sygnałowego RF Explorer z analizatorem widma RF Explorer w konfiguracji generatora śledzącego.

W typowych zastosowaniach wymagane są dwa takie przewody do podłączenia generatora śledzącego do urządzenia wyposażonego w dwa złącza SMA męskie. Alternatywnie można zastosować odpowiedni przewód w wersji SMA męskie → SMA męskie, jeżeli konfiguracja złączy tego wymaga.

Przewód koncentryczny 6 GHz, długość 10 cm, SMA męskie → SMA męskie



Jest to wysokiej jakości przewód SMA męskie → SMA męskie, umożliwiający pracę do 6 GHz przy bardzo małym tłumieniu sygnału. Doskonale nadaje się do połączenia generatora sygnałowego RF Explorer Signal Generator z badanym urządzeniem lub do pracy w konfiguracji generatora śledzącego.

Półsztywna konstrukcja przewodu zapewnia stabilność pomiarów niezależnie od jego położenia oraz zwiększa wytrzymałość mechaniczną podczas współpracy generatora sygnałowego RF Explorer z analizatorem widma RF Explorer w konfiguracji generatora śledzącego. W typowych zastosowaniach wymagane są dwa takie przewody do podłączenia generatora śledzącego do urządzenia wyposażonego w dwa złącza SMA żeńskie. Alternatywnie można zastosować odpowiedni przewód w wersji SMA męskie → SMA żeńskie, jeżeli konfiguracja złączy tego wymaga.

Przewód koncentryczny RF RG316 (pigtail), długość 50 cm, SMA męskie → SMA żeńskie



Przewody RF są niezbędne podczas podłączania urządzenia RF Explorer do innych przyrządów i urządzeń radiowych.

Ten przewód o długości 50 cm nadaje się do pracy przy częstotliwościach do 3 GHz i umożliwia połączenie urządzenia RF Explorer z dowolnym zewnętrznym urządzeniem lub anteną wyposażoną w złącze SMA męskie.

Jeżeli wymagane jest większe oddalenie urządzeń, można łatwo połączyć szeregowo dwa lub więcej takich przewodów.

Przewód koncentryczny RF RG316 (pigtail), długość 50 cm, SMA męskie → SMA męskie



Przewody RF są niezbędne podczas podłączania urządzenia RF Explorer do innych przyrządów i urządzeń radiowych.

Ten przewód o długości 50 cm nadaje się do pracy przy częstotliwościach do 3 GHz i umożliwia połączenie urządzenia RF Explorer z dowolnym zewnętrznym urządzeniem lub anteną wyposażoną w złącze SMA żeńskie.

Adapter SMA męski/żeński



Wszystkie złącza RF ulegają naturalnemu zużyciu podczas eksploatacji. Gniazda SMA w urządzeniu RF Explorer również podlegają niewielkiemu zużyciu za każdym razem, gdy podłączana lub odłączana jest antena, przewód SMA, tłumik lub inne urządzenie RF.

Jeżeli operacje podłączania i odłączania będą wykonywane setki razy bezpośrednio na złączu SMA urządzenia RF Explorer, z czasem może dojść do pogorszenia parametrów połączenia i pojawienia się dodatkowego tłumienia sygnału.

Aby zabezpieczyć oryginalne złącze SMA przed nadmiernym zużyciem, można zastosować ten adapter i pozostawić go na stałe podłączonego do urządzenia RF Explorer. W takim przypadku wszystkie pozostałe urządzenia RF będą podłączane do adaptera, a nie bezpośrednio do złącza RF Explorer. Po wykonaniu setek cykli podłączeń i odłączeń, jeśli adapter zacznie wykazywać oznaki zużycia, zwiększone tłumienie lub problemy z niezawodnością połączenia, można go po prostu wymienić na nowy, pozostawiając oryginalne złącze SMA urządzenia RF Explorer w nienaruszonym stanie.

Terminator SMA – sztuczne obciążenie 50 Ω



Stosowanie terminatora SMA, nazywanego również sztucznym obciążeniem, jest zalecane w celu ochrony złącza SMA urządzenia RF Explorer w sytuacjach, gdy urządzenie może być narażone na niepożądane promieniowanie lub działanie silnych pól elektromagnetycznych.

Przykładowo, podczas przewożenia urządzenia RF Explorer przez lotniskową kontrolę bezpieczeństwa z wykorzystaniem skanera rentgenowskiego, zaleca się odłączenie anteny SMA i zastąpienie jej ochronnym terminatorem SMA o impedancji 50 Ω.

Terminatory SMA są również wymagane podczas korzystania z generatora sygnałowego bez podłączonej anteny. W takim przypadku zapewniają prawidłowe obciążenie wyjścia generatora, chroniąc go przed uszkodzeniem.

Podłączanie RF Explorer do komputera

Urządzenie RF Explorer można podłączyć do komputera z systemem Windows, Linux, macOS lub do urządzeń z systemem Android, uzyskując dostęp do dodatkowych funkcji, takich jak wyświetlanie obrazu w wyższej rozdzielczości, rozszerzone możliwości analizy oraz programowa obsługa urządzenia.

Bezpłatne oprogramowanie RF Explorer for Windows, udostępniane jako projekt open source, jest dostępne pod adresem:

rf-explorer.com/windows

Informacje o dodatkowym oprogramowaniu tworzonym przez rosnącą liczbę niezależnych producentów można znaleźć pod adresem:

rf-explorer.com/software

Specyfikacja interfejsu programistycznego API SDK dla RF Explorer

RF Explorer udostępnia prosty i wygodny interfejs programistyczny USB / RS-232. Może on być wykorzystywany do automatyzacji pomiarów oraz integracji z własnymi aplikacjami i urządzeniami zewnętrznymi.

Aktualna specyfikacja interfejsu API dostępna jest pod adresem:

rf-explorer.com/API

W repozytorium GitHub dostępne są biblioteki dla platform .NET oraz Python, które ułatwiają tworzenie własnych aplikacji współpracujących z urządzeniami RF Explorer.

Otwarty kod źródłowy RF Explorer dla systemu Windows

RF Explorer został zaprojektowany jako urządzenie przyjazne społeczności konstruktorów, programistów i entuzjastów elektroniki. Pełny kod źródłowy projektu udostępniany jest społeczności na licencji LGPL.

Jako twórcy urządzenia producent również ceni możliwość modyfikowania, rozbudowywania i eksperymentowania ze sprzętem, dlatego RF Explorer od początku projektowano z myślą o łatwej rozbudowie i integracji z własnymi rozwiązaniami.

Producent aktywnie wspiera wkład społeczności i zachęca użytkowników do kontaktu oraz przesyłania własnych zmian w kodzie źródłowym w formie pull requestów, które mogą zostać uwzględnione w oficjalnych wersjach oprogramowania.

Więcej informacji dla programistów można znaleźć w sekcji Programmer's Corner pod tym adresem.

rf-explorer.com/hacker

Dane techniczne

Pełną listę funkcji, dostępnych modeli RF Explorer, modułów rozszerzeń oraz akcesoriów można znaleźć w internetowym zestawieniu modeli RF Explorer (RF Explorer Model Map).

rf-explorer.com/models

Podziękowania

Powstanie tego produktu nie byłoby możliwe bez zespołu SeeedStudio, który odpowiada za produkcję, testowanie oraz dystrybucję urządzeń RF Explorer na całym świecie.

RF Explorer istnieje również dzięki zaangażowanej społeczności użytkowników, która nieustannie proponuje nowe funkcje oraz dostarcza cennych opinii i sugestii dotyczących rozwoju produktu.

Zgodność z wymaganiami FCC i CE

RF Explorer jest urządzeniem przeznaczonym do zastosowań pomiarowych i testowych, dzięki czemu spełnia wymagania amerykańskich przepisów FCC 47 CFR Part 15.103(c).

Urządzenie posiada certyfikat zgodności CE zgodnie z normami EN/IEC 61236 i EN/IEC 61000.

Licencja

Oprogramowanie układowe (firmware) RF Explorer jest chronione prawami autorskimi © RF Explorer Technologies SL, 2010–2025.

Oprogramowanie układowe (firmware) RF Explorer jest chronione prawami autorskimi © Ariel Rocholl, 2010–2025.

RF Explorer for Windows jest oprogramowaniem Open Source udostępnianym na licencji GPL v3, dzięki czemu można je modyfikować, rozpowszechniać i wykorzystywać zgodnie z warunkami tej licencji.

RF Explorer jest zastrzeżonym znakiem towarowym w Stanach Zjednoczonych, Chinach, Australii, Kanadzie, Japonii oraz we wszystkich krajach Unii Europejskiej.

RF Explorer jest chroniony wieloma patentami obowiązującymi w najważniejszych krajach świata.