

„Ręczniak” do pomiaru widma – Rohde&Schwarz Spectrum Rider FPH

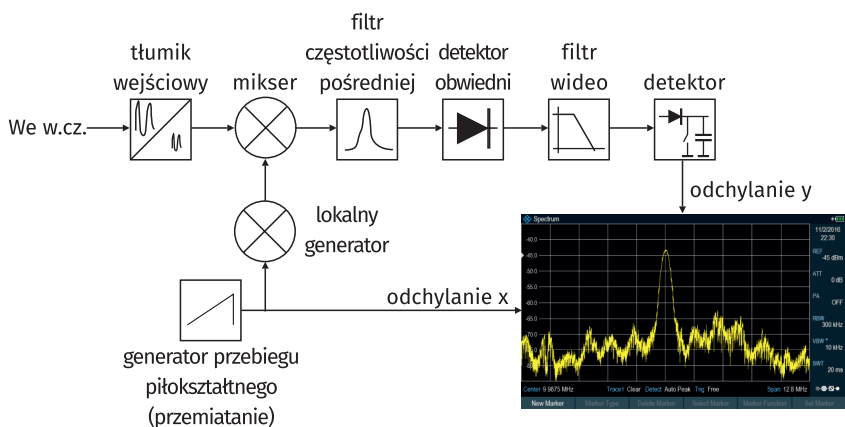
Przenośne analizatory widma są niezastąpione w pomiarach systemów telekomunikacyjnych w miejscu ich użytkowania. W takich warunkach istotne są specyficzne cechy funkcjonalne, takie jak: czas pracy przy zasilaniu z baterii, odporność na czynniki atmosferyczne i wygoda obsługi. Wszyscy liczący się w pomiarach telekomunikacyjnych producenci mają w swojej ofercie podobne przyrządy. W artykule opisano najnowszy wyrób Rohde&Schwarz'a.

Jedną z podstawowych cech ręcznego analizatora widma Spectrum Rider FPH jest możliwość elastycznej konfiguracji tego przyrządu poprzez uaktywnianie odpowiednich kluczy programowych, więc użytkownik nie musi kupować urządzenia wyposażonego we wszystkie opcje, ale może systematycznie powiększać możliwości przyrządu w zależności od potrzeb i możliwości finansowych.

Analizator Spectrum Rider FPH jest oferowany w kilku wersjach częstotliwościowych. Szerokość mierzonego widma zawiera się w zakresie od 5 kHz do 2, 3 lub 4 GHz, przy czym parametr ten podlega konfiguracji programowej. Przyrząd ma wymiary 202 mm×294 mm×76 mm i waży 2,5 kg. Nadaje się do pracy zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i terenowych. Czas pracy na baterii jest równy 8 godzin. Ładowanie trwa 3,5 godziny, gdy przyrząd jest wyłączony lub 4 godziny podczas równoczesnego wykonywania pomiarów. Należy jednak pamiętać, że zasadnicze pomiary muszą być poprzedzone ok. 30-minutowym czasem „rozgrzania” przyrządu. Jeśli pomiary są prowadzone w terenie otwartym, dodatkowo wymagane jest 3-godzinne przechowywanie urządzenia w środowisku pracy.

Jak działa analizator widma Spectrum Rider FPH?

Zadaniem każdego analizatora widma jest zobrazowanie sygnału w.c.z. w dziedzinie częstotliwości, a więc pokazanie jego wszystkich składników częstotliwościowych. Słowo „wszystkich” należy traktować z pewnym przybliżeniem, gdyż jak się wkrótce okaże, w praktyce nie jest to możliwe. Jako użytkownicy wszechobecných urządzeń cyfrowych przywykliśmy jednak do tego, że wprowadzana przez nie dyskretyzacja różnych parametrów zwykle jest niezauważalna, a w najgorszym przypadku akceptowalna.



Rysunek 1. Schemat blokowy analizatora Spectrum Rider FPH

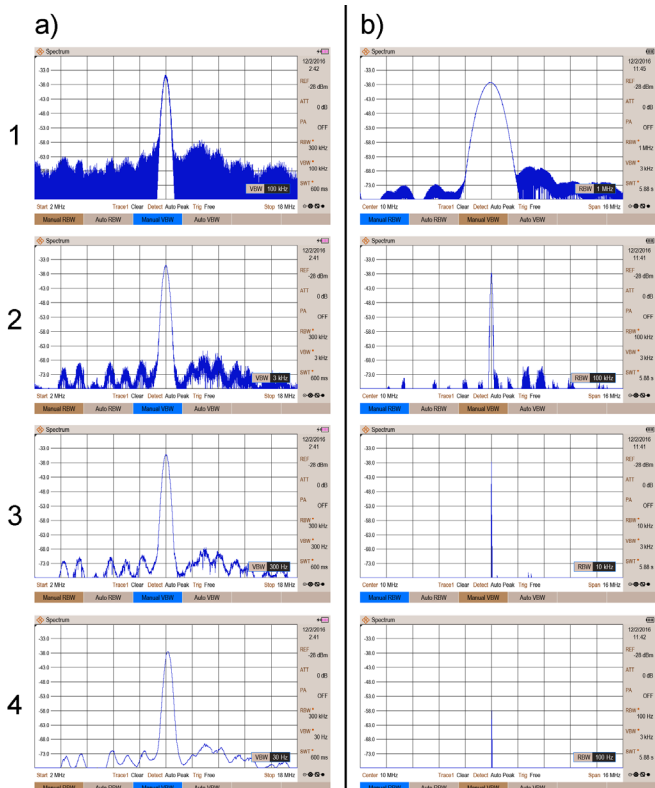
Dodatkowe informacje

NDN-Zbigniew Daniluk
ul. Janowskiego 15, 02-784 Warszawa
tel. 22-644-42-50, 22-641-15-47
tel./faks 22-641-61-96
e-mail: ndn@ndn.com.pl, www.ndn.com.pl



Zasadę działania analizatora widma Spectrum Rider FPH przedstawiono na **rysunku 1**. Pierwszym elementem toru pomiarowego jest tłumik zabezpieczający następnie stopnie przed trwałym uszkodzeniem. Nie jest o to trudno przy nieumiejętnej obsłudze urządzenia.

Stopień tłumienia sygnału jest wybierany w zakresie od 0 do 40 dB ze skokiem 5 dB. Słumiony do odpowiedniego poziomu sygnał jest podawany na pierwsze wejście miksera, który przesuwa częstotliwości wejściowe do ustalonych częstotliwości pośrednich. Proces ten przebiega trzystopniowo. Do drugiego wejścia miksera podawany jest sygnał z lokalnego generatora. Częstotliwość sygnału używanego z tego generatora decyduje o wielkości przesunięcia częstotliwości wejściowej. Generator lokalny pełni ważną funkcję, gdyż decyduje o zakresie przemiatania, więc ustala minimalną i maksymalną częstotliwość widma wyświetlanego na ekranie. Użytkownik dobiera go w zależności od potrzeb poprzez ustalenie parametru „Span” lub częstotliwości początkowej i końcowej.

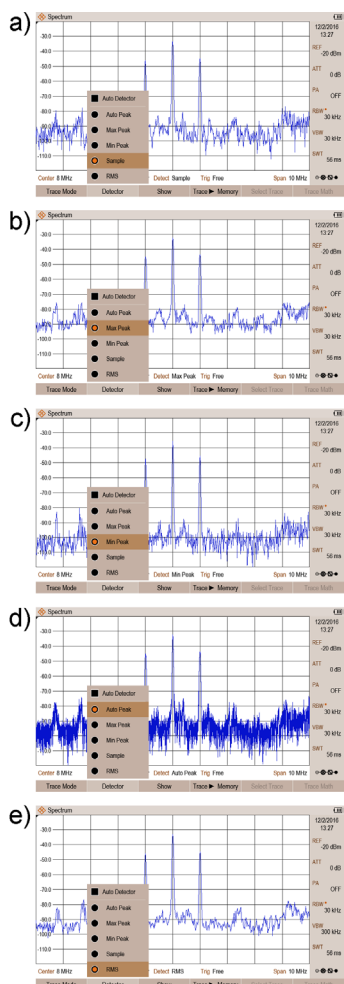


Rysunek 2. Wpływ parametrów RBW i VBW na kształt wyświetlanego widma, a) zmiana RBW, b) zmiana VBW

Częstotliwość generatora lokalnego jest przestrajana liniowo przebiegiem piłokształtnym, tak więc wykresy widma są przedstawiane w liniowej skali częstotliwości.

Na wyjściu miksera wytwarzane są częstotliwości będące sumą i różnicą częstotliwości wejściowej i częstotliwości generatora lokalnego. Do analizy są potrzebne tylko częstotliwości różnicowe, więc wydziela się je odpowiednio dobranym pasmowo przepustowym filtrem częstotliwości pośredniej. Trzeba jednak zauważyć, że sygnały o częstotliwościach mieszczących się w zakresie przepustowym filtra nie mogą być rozróżniane, stąd pasmo filtra pośredniej częstotliwości jest traktowane jako rozdzielczość widmowa. W analizatorze Spectrum Rider FPH jest ona regulowana w zakresie od 1 Hz do 3 MHz poprzez parametr „RBW”.

Odfiltrowany sygnał jest podawany następnie na detektor obwodni eliminujący częstotliwość pośrednią. W ten sposób uzyskuje się tzw. sygnał wideo zawierający informację o amplitudzie mierzonego w danej chwili



Rysunek 3. Postać widma w zależności od trybu pracy detektora: a) Sample, b) Max Peak, c) Min Peak, d) Auto Peak, e) RMS

składnika widma. Tracona jest natomiast i tak mało przydatna informacja o fazie. Składowa stała sygnału wideo niesie informację o mocy częstotliwości nośnej, natomiast składowa zmienna określa częstotliwość modulującą, o ile mieści się w zakresie rozdzielczości widmowej. Szerokość pasma wideo decyduje o skuteczności eliminacji szumów występujących w torze pomiarowym. W analizatorze Spectrum Rider FPH jest ona regulowana poprzez parametr „VBW”. Wpływ parametrów „RBW” i „VBW” na wygląd wyświetlanego na ekranie widma przedstawiono na **rysunku 2**. Jak widać, szczególnie istotne jest ustawienie rozdzielczości. Zbyt duża wartość parametru „RBW” powoduje, że widmo nienaturalnie rozmywa się (**rysunek 1b-1**), natomiast zbyt mała wartość może powodować znaczne zmniejszenie poziomów (**rysunek 1b-4**), a czasami wręcz pominięcie niektórych wartości. Nieodpowiednie dobranie parametru VBW może natomiast utrudnić dokładny odczyt poziomu, ze względu na duże zaszumienie sygnału.

Ostatnim elementem toru pomiarowego jest detektor. Pracuje on w kilku trybach decydujących o interpretacji wykresu widma. I tak w trybie „Sample” (**rysunek 3a**) wykres jest modyfikowany po każdej akwizycji, czego wizualnym efektem są szybkie i liczne zmiany szczególnie w zakresie poziomów odpowiadających podłożu szumowej. W trybach „Max Peak” i „Min Peak” wykres jest tworzony na podstawie zmierzonych wartości odpowiednio maksymalnych i minimalnych (**rysunek 3b i 3c**). Oba powyższe tryby mogą być łączone w trybie „Auto Peak”. Wykres jest wówczas tworzony z pionowych linii łączących wartości maksymalną i minimalną zmierzoną dla danej częstotliwości (**rysunek 3d**). Ostatnim trybem pracy detektora jest „RMS”. Jak sama nazwa wskazuje wyświetlane są w nim wartości RMS widma.

Niezależnie od trybów pracy detektora, na wygląd wykresu widma można jeszcze wpływać ustawiając opcje „Trace Mode”. Wśród nich jest m.in. „Average” powodująca uśrednianie wykresów z wybranej liczby akwizycji.

Wygoda i prostota obsługi

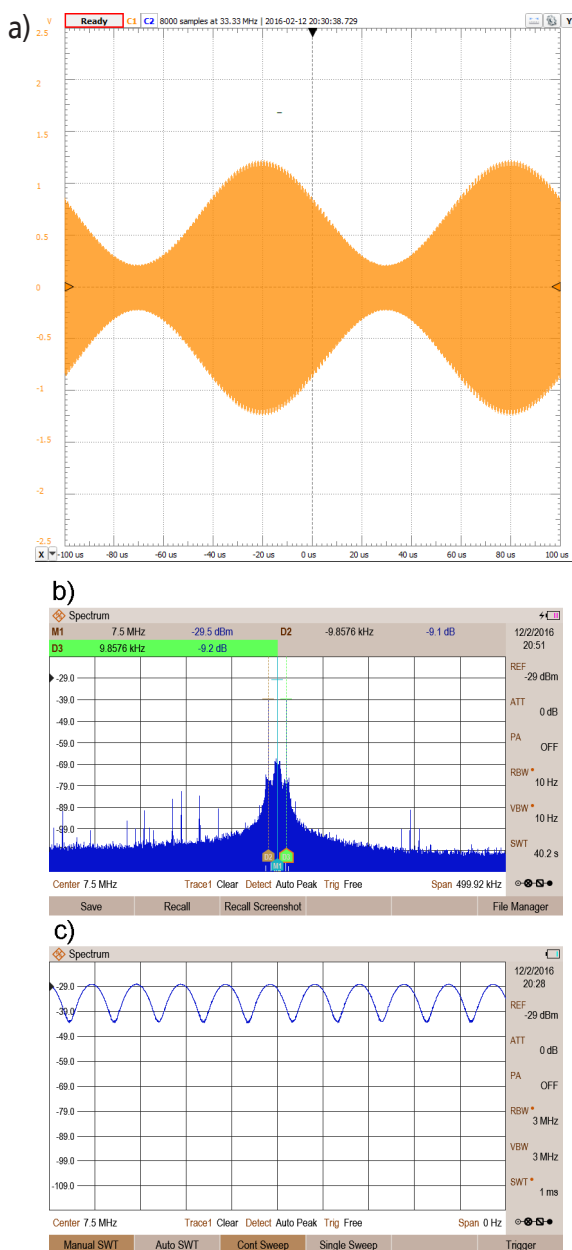
Rohde&Schwarz to firma, która od ponad 80 lat zbiera doświadczenie w zakresie technik pomiarowych w telekomunikacji. Można powiedzieć, że jej konstruktorzy wiedzą wszystko w tej dziedzinie.



Rysunek 4. Okno Setup->Config Overview wykorzystywane do szybkiego konfigurowania analizatora

Potwierdza się to podczas pomiarów z wykorzystaniem przyrządów R&S. Analizator Spectrum Rider FPH jest tego dobrym przykładem. Można bez zbytej przesady stwierdzić, że potrafiliby go obsługiwać nawet użytkownicy niewykonyjący nigdy wcześniej pomiarów widma.

Jakże często podczas pracy ze skomplikowanymi urządzeniami pomiarowymi spotykamy się z sytuacją, a której użytkownik wie co chce ustawić, jaki parametr zmienić, ale nie pamięta, w którym menu lub „pod którym” przyciskiem znajduje się odpowiednia komenda lub opcja. W analizatorze Spectrum Rider FPH nie powinno być z tym problemu. Pierwszym ułatwieniem jest zebranie wszystkich nastaw na jednym ekranie uaktywnianym sekwencją przycisków *Setup*→*Config Overview* (rysunek 4). Dostęp do poszczególnych okienek jest bardzo wygodny ze względu na zastosowany w przyrządzie ekran dotykowy. Jeśli ktoś nie lubi z niego korzystać, ma do dyspozycji umieszczone na płycie czołowej pokrętko uniwersalne z przyciskiem. Jedynym zastrzeżeniem, jakie można tu sformułować, to zdecydowanie zbyt duża twardość tego elementu wymagająca sporej siły nacisku.



Rysunek 5. Wpływ parametru „Span” na pracę analizatora, a) przebieg zmodulowany AM przedstawiony w dziedzinie czasu, b) przebieg w normalnym trybie pracy analizatora (SPAN=499,92 kHz), c) kształt obwiedni w trybie „0 SPAN”

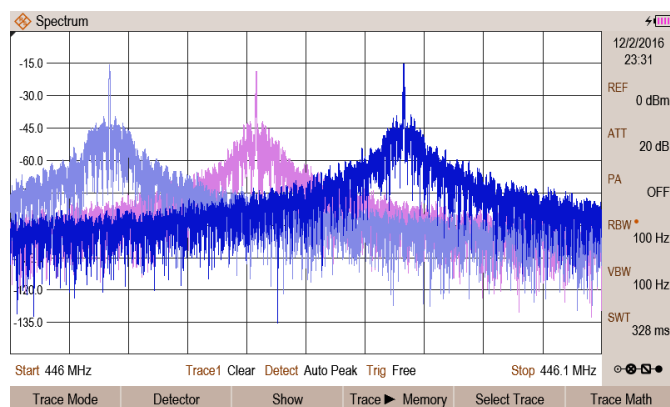
Wszystkie opcje zebrane w oknie „Config Overview” mogą być też zmieniane za pomocą poszczególnych przycisków funkcyjnych. Zwykle są one wykorzystywane już w trakcie pomiarów, wtedy, gdy trzeba modyfikować pojedyncze nastawy:

- **AMPT** – parametry związane z konfiguracją osi pionowej wykresu, takie jak: poziom referencyjny, zakres wyświetlanych poziomów, stosowane jednostki, offset poziomu odniesienia, parametry tłumika i (ewentualnie) wzmacniacza wejściowego, impedancja wejściowa oraz parametry przetworników,
- **SPAN** – ustawianie zakresu przemiataania, opcja „ZERO SPAN” powoduje przełączenie analizatora do pracy w dziedzinie czasu, w której na ekranie jest wyświetlana obwiednia uzyskiwana z detektora obwiedni. Na **rysunku 5a** przedstawiono przebieg (w dziedzinie czasu), który powstał w wyniku modulacji amplitudowej sygnału 7,5 MHz sygnałem sinusoidalnym o częstotliwości ok. 10 kHz. Na **rysunku 5b** widoczne jest widmo sygnału zmodulowanego. Wyraźnie można na nim zaobserwować dwa prążki oddalone o ok. 10 kHz od nośnej, charakterystyczne dla modulacji AM. Na **rysunku 10c** przedstawiono ten sam przebieg przy włączonej opcji ZERO SPAN.
- **FREQ** – ustawianie parametrów związanych z zakresem częstotliwości mierzonego widma. Zakres jest ustawiany dwoma metodami. W pierwszej określa się częstotliwość środkową i zakres przemiataania (Span), w drugiej podaje się wprost częstotliwość początkową i końcową. Można także ustawiać krok przesuwania widma. Zgodnie z nim będzie modyfikowana częstotliwość środkowa podczas jej płynnej regulacji za pomocą pokrętki. Bardzo przydatna dla serwisantów opcja „FreqMode” umożliwia szybkie skonfigurowanie częstotliwościowego zakresu pomiarowego dla pomiarów telefonii komórkowej i telewizji. Są w niej zawarte zakresy częstotliwości dla wielu spotykanych standardów telekomunikacyjnych.
- **BW** – ustawianie parametrów filtra RBW decydującego o rozdzielczości pomiarowej oraz filtra VBW dobieranego pod kątem eliminacji szumów. Należy pamiętać, że zmniejszanie szerokości przepustowej filtra RBW w powiązaniu z parametrem SPAN powoduje wydłużenie pojedynczego cyklu przemiataania. Przy przesadnie wybranych nastawach pojedynczy cykl może trwać nawet kilkaset sekund.
- **SWEEP** – ustawianie czasu przemiataania. Jest tu też opcja wybiierania pojedynczej akwizycji. Po wykreśleniu wykresu widma jest on zamrażany na ekranie.
- **TRACE** – ustawianie trybów pracy detektora. Była już o tym mowa w części opisującej zasadę pracy analizatora. Dodatkowo opcja ta umożliwia zapisywanie dwóch wykresów w pamięci śladu, które mogą być następnie wyświetlane na przykład w celu porównania. Na **rysunku 6** przedstawiono przykładowe porównanie pasma zajmowanego przez kanały 2, 4 i 6 radia PMR.
- **MARKER** – markery to jedno z podstawowych narzędzi pomiarowych stosowanych w analizatorach widma. W analizatorze Spectrum Rider FPH można włączyć jednocześnie 6 markerów. Są one przydatne do określania parametrów widma (częstotliwość, poziom). Na **rysunku 7** przedstawiono zakres częstotliwości radiowych zmierzonych w Warszawie z zaznaczonymi za pomocą markerów kilkoma wybranymi stacjami. Markery mogą określać częstotliwości bezwzględne – odpowiadające pozycji markera lub względne – określające odstęp częstotliwości danego markera od markera referencyjnego (M1). Markery umożliwiają także przeprowadzenie kilku specyficznych pomiarów. Jednym z nich jest pomiar **gęstości mocy szumów**. Aby go wykonać wystarczy ustawić kursor na odpowiedniej częstotliwości i włączyć opcję „Marker Function”→„Noise”. Wynik jest wyświetlany w górnej części ekranu przy parametrach markera (**rysunek 8**).

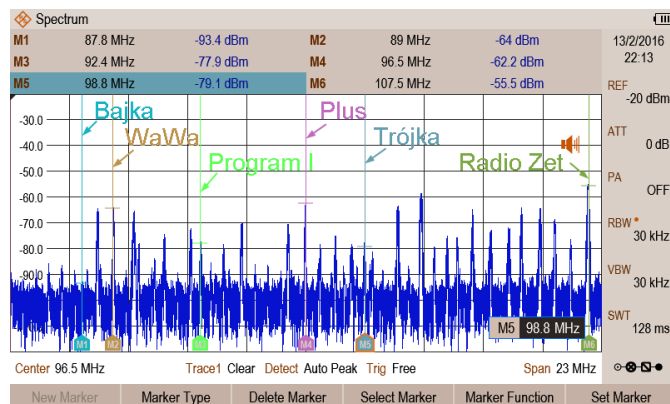
W normalnym trybie działania markerów wskaazywane przez nie częstotliwości są obliczane na podstawie ich położenia na ekranie, oczywiście z uwzględnieniem zakresu wyświetlanych częstotliwości. Pewnym ograniczeniem jest jednak w tym przypadku dużo mniejsza

rozdzielczość ekranowa w stosunku do rozdzielczości pomiarowej. Oś częstotliwości ma szerokość 711 pikseli. Jeśli zakres wyświetlanych częstotliwości będzie równy na przykład 10 MHz, to rozdzielczość ekranowa pomiaru częstotliwości będzie równa $10/711=0,0140647$ MHz. Z taką rozdzielczością są podawane częstotliwości przy opisie markerów. Można jednak włączyć opcję „Frequency Count”, która spowoduje uruchomienie precyzyjnego pomiaru częstotliwości opartego nie na pozycji ekranowej markera, lecz na rzeczywistych parametrach toru pomiarowego. Dokładność takiego pomiaru jest równa 0,1 Hz. Warunkiem uzyskiwania poprawnych wyników jest dostatecznie duży poziom sygnału, który powinien być wyższy o 20 dB od poziomu szumów. Wynik jest wyświetlany w górnej części ekranu (rys. 8).

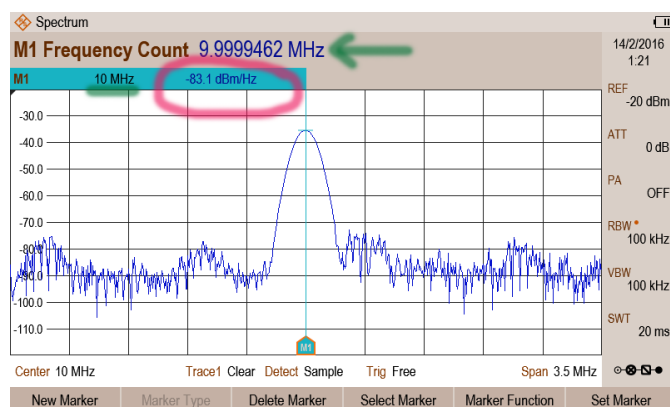
Markery są wykorzystywane także do często wykonywanych pomiarów szerokości pasma – opcja „N dB Down”. Po jej włączeniu na ekranie oprócz markera referencyjnego M1 zostają wyświetlone wokół niego dwa dodatkowe markery tymczasowe. Analizator ustawia je w pozycjach, w których poziom sygnału jest mniejszy np. o 3 dB od poziomu wskazywanego przez M1 i oblicza różnicę



Rysunek 6. Porównanie śladów zapisanych w pamięci analizatora



Rysunek 7. Wykorzystanie markerów do pomiaru poziomów prążków widma



Rysunek 8. Pomiar gęstości mocy szumów z zastosowaniem markerów

częstotliwości wyznaczonych przez markery tymczasowe. Różnica ta odpowiada szerokości pasma (rysunek 9). Spadek poziomu może być zmieniany przez użytkownika, a 3 dB to wartość domyślna.

Pod przyciskiem *MARKER* ukryta jest jeszcze jedna funkcja przydatna w praktyce. Włączając opcję „Demodulation-AM” („Demodulation-FM”) możliwe jest podsłuchiwanie stacji wskazywanej przez marker. O podsłuchach często mówiło się ostatnio w naszych mediach, w tym przypadku nie chodzi oczywiście o podsłuch w dosłownym rozumieniu, a raczej o odsłuch umożliwiający identyfikację stacji nadającej dany sygnał.

Tabela 1. Najważniejsze parametry techniczne analizatora Spectrum Rider FPH

Zakres częstotliwości	5 kHz...4 GHz (zakres powyżej 2 GHz wymaga zakupu opcji)	
Rozdzielczość częstotliwościowa	1 Hz	
Rozdzielczość markera	1 Hz	
Dryft temperaturowy	1×10 ⁻⁶ (0...50°C)	
Niepewność pomiaru	± (częstotliwość markera × niepewność odniesienia + 10% × rozdzielczość pasmowa + 1/2 × (span/(liczba punktów przemiatania - 1) + 1 Hz))	
Liczba punktów przemiatania	711	
Rozdzielczość pomiaru częstotliwości	0,1 Hz	
Zakres przemiatania	0 Hz, 10 Hz...4 GHz (z pełną opcją)	
Niepewność zakresu (span)	1% nominalnie	
Czas przemiatania	Span=0 Hz	1 ms...1000 s
	10 Hz<span<600 MHz	20 ms1000 s
	span>600 MHz	20 ms×span/1600 MHz...1000 s
Zakres wyświetlacza	wyświetlana podłoga szumowa + 30 dB	
Moc CW RF	33 dBm (2 W)	
Moc szczytowa RF	36 dBm (4 W) (mniej niż 3 s)	
Maksymalna energia impulsu	10 mWs (10 μs)	
Zakres nastaw poziomu referencyjnego	-130...+30 dBm	
Jednostki poziomów	DBm, dBmV, dBμV, V, W	
Tryby pracy detektora	max. peak, min. peak, auto peak, sample, RMS	
Funkcje śledzenia	clear/write, max. hold, min. hold, average, view	
Liczba śladów	2	
Wyzwalanie	free run, video, external	
Impedancja wejściowa	50 Ω (nominalnie)	
Demodulacja	AM, FM	
Wyświetlacz	WVGA, 800×480 punktów	
Zakres temperatury pracy	-10...+55°C	
Wytrzymałość na udary	40g	
Zasilanie	100...240 V AC, 50/60 Hz, 1...0,5 A	
Akumulator	Litowo-jonowy 72 Wh	
Czas pracy na akumulatorze	8 godzin	
Normy bezpieczeństwa	IEC 61010-1, EN 61010-1, UL 61010-1 (Third Edition), CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-12	
Wymiary	202×294×76 mm	
Waga	2,5 kg	
Zalecany okres kalibracji	1 rok	

Bezpośredni pomiar mocy

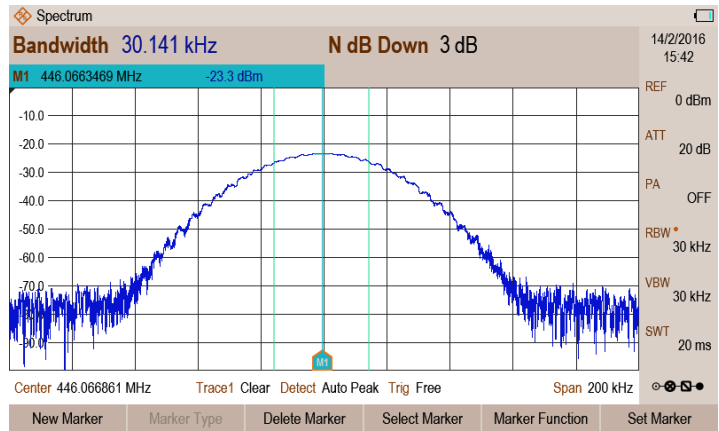
Analizator Spectrum Rider FPH może być wykorzystywany również jako miernik mocy. Funkcja ta wymaga dołączenia specjalnego adaptera zawierającego czujnik mocy. Rohde&Schwarz oferuje kilkanaście typów takich urządzeń. Są one dostępne jako opcjonalne wyposażenie analizatora. Tak skonfigurowanym analizatorem można mierzyć moc sygnału sinusoidalnego oraz zmodulowanego (rysunek 10). Są to pomiary, które wymagają zachowania szczególnej ostrożności z uwagi na możliwość łatwego uszkodzenia czujnika.

Inne cechy

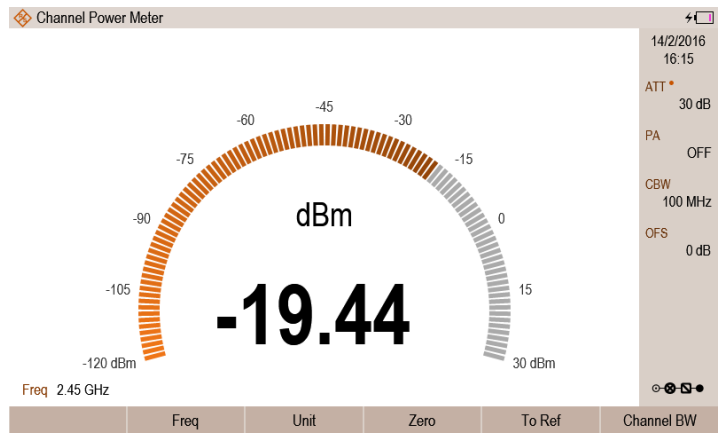
Analizator Spectrum Rider FPH jest przeznaczony do wykonywania podstawowych pomiarów widma w zakresie do maksymalnie 4 GHz. Przy konstruowaniu tego przyrządu zwrócono uwagę na zapewnienie dużej wytrzymałości mechanicznej obudowy gwarantującej jednocześnie dużą odporność na szumy i zakłócenia. Między innymi z tego powodu zrezygnowano z wentylatorów. Ze względu na możliwość pracy w terenie zadbano również o odpowiedni stopień ochrony – IP51. Urządzenie nie ma żadnych otworów wentylacyjnych, a wszystkie gniazda są zabezpieczone szczelnymi zatyczkami.

Spectrum Rider FPH jest przystosowany do współpracy z komputerem. Może łączyć się z nim za pośrednictwem interfejsu WiFi lub USB. Wbudowana pamięć Flash (32 GB karta micro SD) umożliwia rejestrację wyników pomiarów, zrzutów ekranowych i konfiguracji przyrządu. Obsługę ułatwia ekran dotykowy. Możliwe jest też bezpośrednie drukowanie raportów pomiarowych. Najważniejsze dane techniczne analizatora Spectrum Rider FPH zebrano w tabeli 1.

Jarosław Doliński, EP



Rysunek 9. Pomiar szerokości pasma



Rysunek 10. Pomiar mocy

REKLAMA



ELEKTRONIKA
PRAKTYCZNA



ponad
500 000
odstów miesięcznie

ponad
140 000
użytkowników miesięcznie



ponad
11 000
subskrybentów codziennego newslettera

