

Odbiorniki SDRplay RSP

Kilka lat temu odbiorniki SDR kojarzyły się głównie z prostymi homodynami tworzonymi przez krótkofalowców albo z zaawansowanymi urządzeniami fabrycznymi. W przypadku tych pierwszych główne ograniczenia nakładała niezbędna w tych konstrukcjach karta dźwiękowa, od której zależało w głównej mierze efekt finalny. Sama konstrukcja odbiornika nie była szczególnie skomplikowana, jednak osiągnięcie pożądanych efektów wymagało często czasochłonnego doboru wartości elementów, ustawień itd. W przypadku fabrycznych odbiorników, można było liczyć na dobre parametry, łatwość montażu i obsługi, kosztem wysokiej ceny, często zaporowej dla przeciętnego nastuchowca czy radioamatora.

Przełomem okazał się rok 2012, kiedy wraz z upowszechnieniem się naziemnej telewizji cyfrowej DVB-T pojawiły się do jej odbioru tzw. dongle USB, oparte na układzie Realtek RTL2832U. Szybko okazało się, że mogą one z powodzeniem służyć nie tylko do oglądania telewizji DVB-T, ale również do odbioru innych sygnałów w szerokim zakresie częstotliwości. Oczywiście główną siłą popularyzującą odbiorniki znane teraz jako RTL-SDR była cena na poziomie 10\$–15\$. Z tego powodu odbiornik SDR znalazł się w zasięgu praktycznie każdego, a w miarę prosta instalacja i minimalne wymagania techniczne spowodowały, że po ten typ odbiorników sięgnęły osoby do tej pory nie związane lub nie zainteresowane radiokomunikacją.

Oczywiście odbiorniki RTL-SDR, mimo nie zmieniającej się popularności, posiadają szereg wad, znacznie utrudniających zastosowanie ich w bardziej wymagających czy zaawansowanych projektach. Spowodowane jest to ograniczeniami zastosowanych układów, pierwotnie projektowanych wyłącznie do odbioru cyfrowego sygnału DVB-T i mocno uproszczonej części radiowej. Skutkuje to nie najlepszymi parametrami radiowymi, a dostępne modyfikacje podstawowego projektu RTL-SDR (V.3 czy DX Patrol) nie wiele są w stanie temu zaradzić. W związku z tym przez kilka lat mieliśmy sytuację, gdzie na jednym biegunie znajdowały się drogie (zazwyczaj powyżej 2 tys. PLN), fabryczne konstrukcje SDR o bardzo dobrych parametrach i dużych możliwościach, a na drugim tanie odbiorniki RTL-SDR o przeciętnych możliwościach, ale kosztujące poniżej 100PLN. Wiele osób poszukiwało rozwiązań leżących gdzieś pośrodku, zarówno jeśli chodzi o możliwości, jak i o cenę. Takie rozwiązanie pojawiło się w połowie 2016 roku, dzięki angielskiej firmie SDRPlay i jej odbiornikowi RSP1, skutecznie zapełniając do dzisiaj lukę pomiędzy wymienionymi powyżej grupami odbiorników SDR.

Radio Spectrum Processor czyli odbiorniki z serii RSP

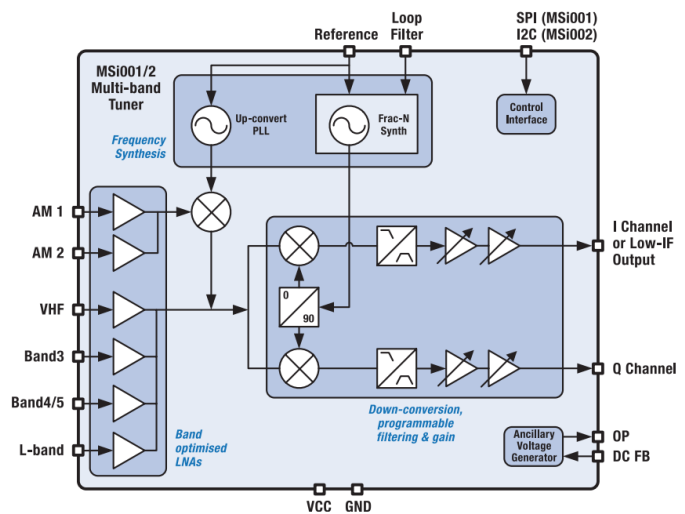
Angielscy konstruktorzy postawili na zupełnie nieznaną platformę sprzętową Mirics MSi001 i MSi2500. W odróżnieniu od układów stosowanych w RTL-SDR, zestaw układów Mirics'a był od początku projektowany i przeznaczony do zastosowania w różnorodnym sprzęcie odbiorczym czy pomiarowym.

Jak widać na schemacie blokowym tunera MSi001, posiada on sześć oddzielnych wejść sygnału radiowego, każde dedykowane i zoptymalizowane dla konkretnego zakresu częstotliwości oraz wbudowany w strukturę układ up-convertera do odbioru najniższych zakresów częstotliwości.

Układ przetworników analogowo-cyfrowych ADC MSi2500

również zapewnia odpowiednie parametry przetwarzania sygnału, dzięki czemu można obrazować pasmo o szerokości nawet 10MHz.

Konstruktorzy odbiorników RSP wyszli ze słusznego założenia, że sama platforma sprzętowa to za mało, żeby stworzyć odbiornik o dobrych parametrach i zadbali o odpowiednie obwody i filtry wejściowe. Dzięki takiemu podejściu odbiorniki RSP zyskały dużą popularność i uznanie wśród użytkowników. W chwili obecnej dostępne są trzy modele z serii RSP: RSP1A, RSP2 i



RSPduo mające praktycznie takie same parametry, gdyż podstawowa struktura MSi001 + MSi2500 jest taka sama dla wszystkich modeli. Różnice wynikają z dodatkowego wyposażenia i oczywiście przedkładają się na cenę samego odbiornika.

SDRplay RSP2

Model RSP2 pojawił się jako rozwinięcie nie produkowanego już modelu RSP1. Odbiornik posiada dwa wejścia antenowe w postaci gniazd SMA-F (oznaczone jako Port A i Port B) o impedancji 50Ω, pracujące w zakresie od 1.5MHz do 2GHz. Sygnał z tych gniazd trafia na regulowany niskoszumny przedwzmacniacz LNA o zakresie wzmocnienia do 40dB.



Dodatkowo w przypadku wejścia Port B można załączyć zasilanie 4.7V (max 100mA) po kablu antenowym, tzw. Bias-T. Dzięki temu możliwe jest użycie szeregu przedwzmacniaczy czy anten aktywnych bez konieczności użycia osobnego przewodu zasilającego, co w wielu sytuacjach ułatwia kwestię instalacji antenowej.

Trzecim wejściem antenowym jest Port HighZ. Przeznaczony jest on do odbioru w zakresie od 1kHz do 30MHz i charakteryzuje się wysoką impedancją 1kΩ oraz regulowanym wzmocnieniem do 18dB. Sam port zrealizowany jest w postaci złącza z zaciskami śrubowymi, dzięki czemu można do niego podłączać bezpośrednio drutowe anteny typu LongWire bez konieczności stosowania dodatkowego baluna 9:1.

Wyboru wejść antenowych dokonuje się ręcznie w aplikacji sterującej odbiornikiem. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest zastosowanie nawet trzech różnych anten dedykowanych na poszczególne zakresy pasma radiowego, w zależności od potrzeb i preferencji użytkownika bez konieczności ich fizycznego przepinania.

Sygnał z wejść Port A i Port B trafia dalej do odłączalnych filtrów pasmowych typu notch, które zapewniają poprawę warunków odbioru w pobliżu nadajników średniofalowych MW oraz nadajników broadcastingowych FM. Zapewniają one osłabienie silnych sygnałów w nadajników o 30dB w zakresie MW (680kHz - 1550kHz) oraz o 50dB w zakresie 80MHz - 100MHz.

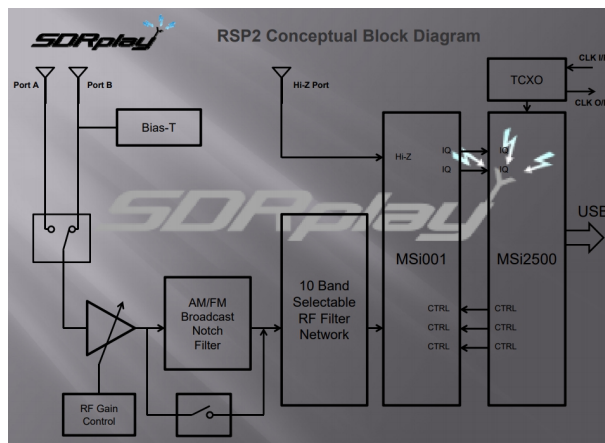
Dalej sygnał trafia do automatycznie zarządzanego bloku filtrów wejściowych, na który składa się osiem filtrów pasmowych, jeden filtr dolnoprzepustowy oraz jeden filtr górnoprzepustowy. Przełączanie filtrów następuje automatycznie w zależności od wybranej częstotliwości odbioru. Wartości poszczególnych filtrów:

- filtr dolnoprzepustowy 12MHz
- filtr pasmowy 12MHz-30MHz
- filtr pasmowy 30MHz-60MHz
- filtr pasmowy 60MHz-120MHz
- filtr pasmowy 120MHz-250MHz
- filtr pasmowy 250MHz-300MHz
- filtr pasmowy 300MHz-380MHz
- filtr pasmowy 380MHz-420MHz
- filtr pasmowy 420MHz-1000MHz
- filtr górnoprzepustowy 1000MHz

Wejście Port HiZ posiada jeden filtr dolnoprzepustowy 30MHz.

Dzięki takiemu rozwiązaniu obwodów wejściowych poprawia się znacznie odporność odbiornika na silne sygnały poza pasmowe i intermodulacje. Charakterystyki i pomiary poszczególnych filtrów dostępne są w dokumentacji na stronie producenta.

Z filtrów sygnał trafia na odpowiednie wejścia układu tunera MSi001, który może pracować w trybie bezpośredniej przemiany częstotliwości ZeroIF lub w trybie z niską częstotliwością pośrednią LowIF. Pierwszy rodzaj pracy pozwala na wykorzystanie wszystkich możliwości układu przetworników ADC MSi2500, co



przedkłada się na przetworzenie i zobrazowanie sygnału radiowego o szerokości do 10MHz. W przypadku drugiego trybu pracy, odbiornik charakteryzuje się nie co lepszymi parametrami (czułość, selektywność, szумы własne) kosztem ograniczenia szerokości przetwarzanego pasma do 1536kHz. Wybór trybu pracy tunera jest możliwy z poziomu aplikacji sterującej i zależy od potrzeb i preferencji użytkownika.

Z tunera sygnał kwadraturowy trafia do układu MSi2500, zawierającego parę przetworników analogowo-cyfrowych typu Sigma-Delta $\Sigma\Delta$, które pracują z prędkością do 10.66 MSPS (milionów próbek na sekundę). Rozdzielczość przetworników w tym modelu RSP została ustalona na 12 bitów. Dalej sygnał, już w postaci cyfrowej trafia przez interfejs USB do komputera i aplikacji w celu dalszej obróbki.

Kolejnym ważnym elementem odbiornika RSP2 jest stabilizowany temperaturowo generator TCXO o wysokiej stabilności. Pozwala on stabilność odbieranych częstotliwości niezależnie od wahań temperatury. Standardową stabilność na poziomie 0.5ppm, wystarczająca w zupełności do standardowych zastosowań odbiornika, można skorygować nawet do wartości 0.01 ppm. Dodatkowo odbiornik posiada wejście i wyjście referencyjnego sygnału zegarowego 24MHz w postaci złącz MCX. Wyjście pozwala na dostarczanie sygnału zegarowego do innych urządzeń bądź do synchronizacji z innymi odbiornikami RSP. W przypadku specjalnych zastosowań, na przykład w zastosowaniach laboratoryjnych i pomiarowych lub przy odbiorze wysokich częstotliwości można zwiększyć stabilność odbiornika, podając na wejście zegarowe sygnał z np. atomowego wzorca częstotliwości.

Odbiornik RSP2 zamknięty jest w niewielkiej obudowie z tworzywa sztucznego o wymiarach 98x86x32mm, waga 112g. Od wewnętrznej strony obudowa jest metalizowana, dzięki czemu zapewnia ona odpowiednie ekranowanie obwodów odbiornika. Dostępna jest też wersja RSP2 PRO, różniąca się od zwykłej wersji całkowicie metalową obudową o wymiarach 99x87x33mm i wadze 296g.

RSP2 posiada złącze USB 2.0 typu B (tak jak w drukarkach), które zapewnia łączność z komputerem i stanowi jednocześnie źródło zasilania. Pobór prądu ze złącza USB wynosi typowo 170mA (bez załączonego zasilania Bias-T).

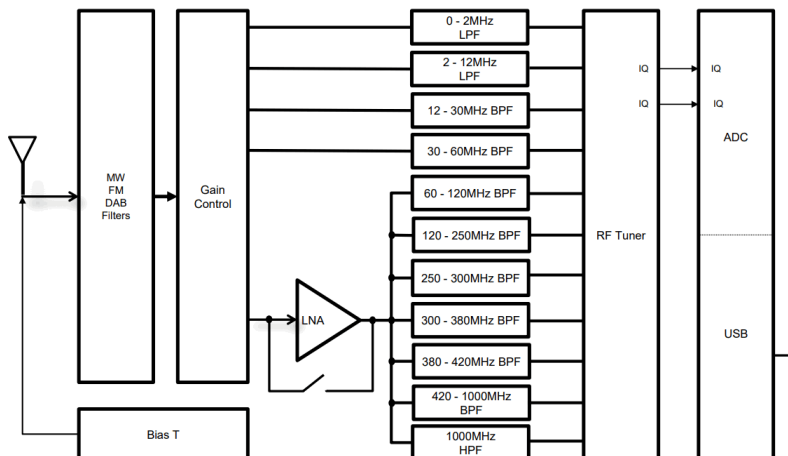
SDRplay RSP1A

Odbiornik RSP1A zastąpił w ofercie SDRplay'a wycofany z produkcji model RSP1. Jego premiera miała miejsce na jesieni 2017 roku. Z technicznego punktu widzenia nie jest to ulepszona wersja RSP1, a uproszczona wersja modelu RSP2 z kilkoma dodatkowymi elementami.



Najważniejsze różnice pomiędzy modelem RSP1A a RSP2 to:

- uproszczenie obwodów wejściowych poprzez rezygnację z przełącznika antenowego, czego konsekwencją jest pojedyncze wejście antenowe SMA-F o impedancji 50Ω, pracujące w całym zakresie częstotliwości
- rezygnacja z gniazd MCX wejścia i wyjścia sygnału zegarowego 24MHz
- zwiększenie ilości filtrów wejściowych do jedenastu – pierwszy filtr



dolnoprzepustowy 12MHz został zastąpiony dwoma nowymi filtrami: dolnoprzepustowym 2MHz i pasmowym 2MHz–12MHz

- dodanie trzeciego filtra pasmowego typu notch na pasmo radiofonii DAB o skuteczności 30dB w zakresie 165MHz–230MHz
- zwiększenie rozdzielczości próbkowania przetworników analogowo–cyfrowych ADC do 14 bitów przy prędkości próbkowania do 6.048MSPS

Pozostałe elementy i funkcje odbiornika RSP1A, takie jak generator stabilizowany temperaturowo TCXO czy zasilanie Bias–T pozostały bez zmian.

RSP1A dostępny jest tylko w plastikowej obudowie z wewnętrzną metalizacją o wymiarach 95x80x30mm i wadze 110g. Dzięki rezygnacji z przełącznika antenowego oraz gniazd MCX sygnału zegarowego, udało się producentowi obniżyć cenę nowego modelu o ponad 40%, przez co RSP1A stał się nie kwestionowanym liderem rynku w tym segmencie odbiorników SDR.

SDRplay RSPduo

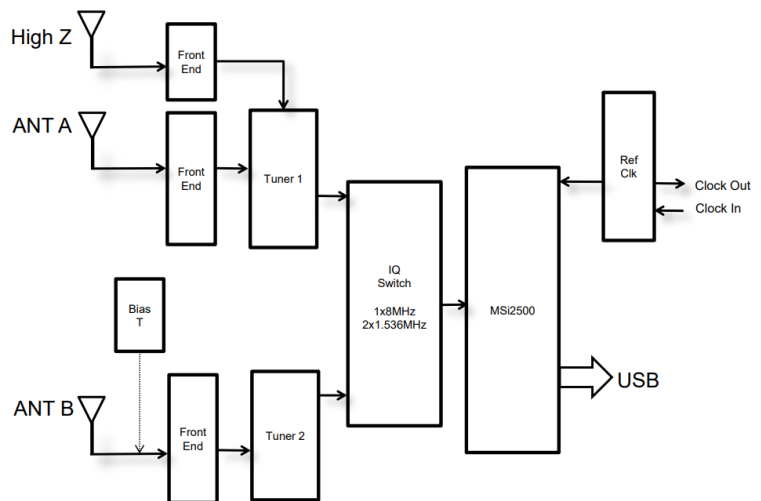
W maju 2018 roku firma SDRplay pokazała na targach Dayton21 nowy odbiornik RSPduo. Główną nowością w tym modelu jest całkowicie zdublowany tor odbiorczy. Teraz każde z wejść antenowych, oznaczonych obecnie Tuner 1 i Tuner 2, posiada niezależny zestaw filtrów wejściowych i notch, regulowany przedwzmacniacz LNA oraz własny układ tunera MSI001. W przypadku toru Tuner 1 mamy do dyspozycji niskoimpedancyjne wejście SMA–F 50Ω oraz wysokoimpedancyjne HighZ 1kΩ. W przypadku toru Tuner 2 mamy niskoimpedancyjne wejście SMA–F 50Ω z możliwością załączenia napięcia zasilania Bias–T 4.7V (do 100mA) dla przedwzmacniaczy i anten aktywnych.

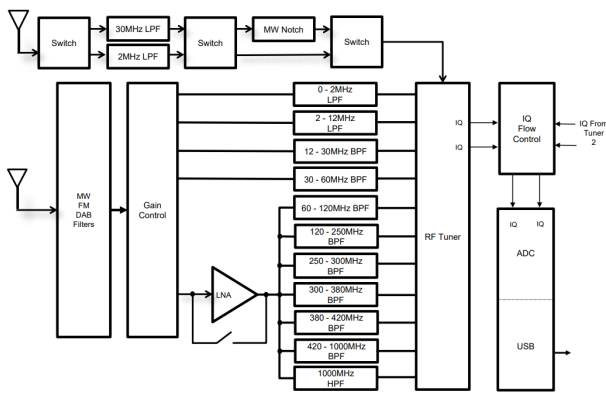


W przypadku standardowej pracy w trybie single, RSPduo nie różni się w działaniu od pozostałych odbiorników RSP. W tym trybie użytkownik pod kontrolą oprogramowania SDRuno może zobrazować do 10MHz pasma radiowego z wykorzystaniem do 16 wirtualnych odbiorników.

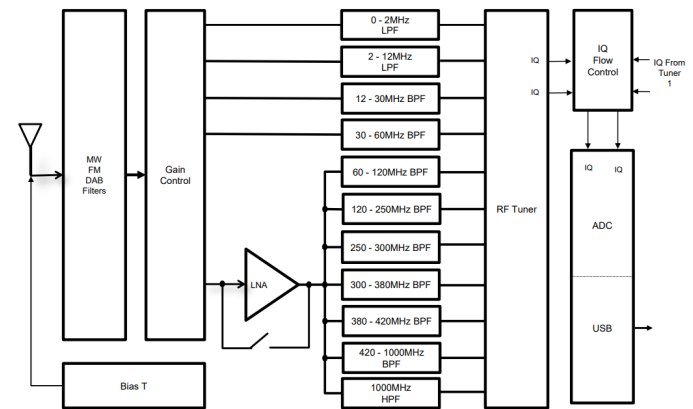
W momencie przełączenia w tryb duo uzyskujemy możliwości pracy na dwóch odbiornikach, działających niezależnie od siebie pod względem wybranego zakresu odbioru i ustawień wzmocnienia czy filtrów. W tym trybie szerokość zobrazowanego pasma przez każdy z odbiorników jest ograniczona do 2MHz ze względu na to, że częścią wspólną dla obu torów odbiorczych jest przełącznik sygnałów

kwadraturowych IQ oraz układ przetworników analogowo–cyfrowych ADC MSi2500. Nie mniej możliwy jest jednoczesny odbiór w dwóch różnych pasmach np. KF i VHF, nie leżących w obrębie 10MHz wycinka pasma, jak to było w przypadku odbiorników RSP1A czy RSP2.





Schemat blokowy toru odbiorczego Tuner 1.



Schemat blokowy toru odbiorczego Tuner 2.

Docelowo z nową wersją oprogramowania SDRuno ma zostać wprowadzona funkcjonalność odbioru różnicowego. Pozwala on na zredukowanie zaników sygnału lub eliminację lokalnych zakłóceń poprzez zastosowanie odpowiedniego zestawu anten. W takiej konfiguracji jedna antena (główna) odbiera odległy sygnał wraz z lokalnymi zakłóceniami. Druga (pomocnicza) odbiera tylko lokalne zakłócenia, dzięki czemu dostarcza ona oprogramowaniu informacji, które elementy sygnału radiowego należy wyeliminować.

Teoretycznie do tego celu można użyć dwóch oddzielnych urządzeń, jednak różnice wynikające z charakterystyk odbiorników oraz różne opóźnienia, które mogą wystąpić na różnych portach USB, w praktyce nie pozwalają na takie rozwiązanie. W przypadku RSPduo, oba odbiorniki pracują na tym samym przetworniku oraz porcie USB, przez co oprogramowanie jest w stanie skorelować ich działanie.

Różnice pomiędzy modelami RSPduo a RSP2 sprowadzają się do:

- zdublowany tor odbiorczy wraz z układami filtrów
- rozbudowa filtrów pasmowych dla wejść niskoimpedancyjnych do jedenastu, podobnie jak to miało miejsce w przypadku modelu RSP1A
- rozbudowa filtrów typu notch o filtr na zakres radiofonii DAB+ 160MHz – 230MHz
- wejście wysokoimpedancyjne HighZ otrzymało również filtr notch na zakres radiofonii DAB+ oraz dwa filtry wejściowe: dolnoprzepustowy 2MHz i pasmowy 2MHz – 30MHz
- zwiększono rozdzielczość pracy przetworników analogowo-cyfrowych ADC do 14 bitów
- wejścia antenowe SMA-F 50Ω uzyskały możliwość pracy w pełnym zakresie częstotliwości 1kHz – 2GHz

RSPduo dostępny jest tylko w metalowej obudowie o wymiarach 95x80x30mm i wadze 315g. Pobór prądu z portu USB (bez załączonego Bias-T) wynosi 185mA w trybie pojedynczym oraz 320mA w trybie podwójnego odbioru.

Dane techniczne

Jak już wspomniano, odbiorniki RSP oparte są o te same rozwiązanie układowe, tak więc ich parametry są bardzo zbliżone do siebie. Dla przykładu zostały podane dane techniczne najnowszego modelu RSPduo:

- zakres częstotliwości: 1 kHz–2GHz
- odbierane emisje: SSB, CW, AM, SAM, FM, NFM, WFM, DIGITAL
- rozdzielczość przetwornika ADC:
14 bitów @ 2MSPS–6.048MSPS

12 bitów @ 6.048MSPS–8.064MSPS

10 bitów @ 8.064MSPS–9.216MSPS

8 bitów @ >9.216MSPS

- maksymalny poziom sygnału wejściowego:
ciągły: 0dBm (1mW @ 50Ω)
chwilowy: 10dBm (10mW @ 50Ω)
- czułość odbiornika Tuner 1 Port SMA przy SINAD 12dB:

pasmo	AM*	SSB/CW**	FM***
2200m	6.16μV	2.29μV	5.36μV
630m	5.12μV	1.74μV	3.89μV
160m	0.78μV	0.28μV	0.59μV
80m	1.06μV	0.36μV	0.76μV
60m	1.06μV	0.36μV	0.76μV
40m	0.82μV	0.29μV	0.59μV
30m	0.67μV	0.29μV	0.51μV
20m	0.46μV	0.24μV	0.35μV
17m	0.45μV	0.16μV	0.32μV
15m	0.39μV	0.16μV	0.29μV
12m	0.40μV	0.14μV	0.29μV
10m	0.40μV	0.14μV	0.31μV
6m	0.44μV	0.12μV	0.29μV
4m	0.12μV	0.04μV	0.09μV
2m	0.11μV	0.04μV	0.08μV
1.25m	0.11μV	0.04μV	0.09μV
70cm	0.12μV	0.04μV	0.08μV
33cm	0.12μV	0.05μV	0.09μV
23cm	0.21μV	0.06μV	0.12μV

- czułość odbiornika Tuner 1 Port HighZ przy SINAD 12dB:

pasmo	AM*	SSB/CW**	FM***
2200m	0.37μV	0.18μV	0.37μV
630m	0.32μV	0.15μV	0.35μV
160m	0.30μV	0.10μV	0.22μV
80m	0.31μV	0.11μV	0.24μV
60m	0.31μV	0.11μV	0.24μV
40m	0.39μV	0.15μV	0.27μV
30m	0.45μV	0.16μV	0.33μV
20m	0.47μV	0.17μV	0.39μV
17m	0.58μV	0.21μV	0.51μV
15m	0.49μV	0.21μV	0.47μV
12m	0.78μV	0.26μV	0.48μV
10m	0.66μV	0.25μV	0.48μV

- czułość odbiornika Tuner 2 przy SINAD 12dB:

pasmo	AM*	SSB/CW**	FM***
2200m	5.36µV	1.99µV	4.26µV
630m	4.89µV	1.76µV	3.36µV
160m	1.01µV	0.37µV	0.77µV
80m	1.05µV	0.39µV	0.78µV
60m	1.05µV	0.39µV	0.78µV
40m	0.84µV	0.31µV	0.60µV
30m	0.69µV	0.24µV	0.47µV
20m	0.59µV	0.20µV	0.42µV
17m	0.52µV	0.19µV	0.33µV
15m	0.44µV	0.17µV	0.31µV
12m	0.39µV	0.14µV	0.28µV
10m	0.42µV	0.15µV	0.32µV
6m	0.46µV	0.16µV	0.32µV
4m	0.12µV	0.04µV	0.09µV
2m	0.12µV	0.04µV	0.09µV
1.25m	0.11µV	0.04µV	0.08µV
70cm	0.12µV	0.04µV	0.09µV
33cm	0.13µV	0.05µV	0.10µV
23cm	0.21µV	0.07µV	0.05µV

*AM: modulacja 60%, pasmo 3kHz, automatyka regulacji wzmacnienia AGC włączona, redukcja szumów NR włączona

**SSB/CW: ton CW, 1kHz przesunięcia, pasmo 1.5kHz, automatyka regulacji wzmacnienia AGC włączona, redukcja szumów NR włączona

***FM: modulacja 3kHz, pasmo 3kHz, automatyka regulacji wzmacnienia AGC włączona, redukcja szumów NR włączona

Oprogramowanie

Dedykowanym oprogramowaniem dla odbiorników RSP jest aplikacja SDRuno, zapewniająca maksymalne wykorzystanie możliwości tych urządzeń.



Pod względem wyglądu SDRuno wyróżnia się spośród innych programów bardzo elastycznym systemem niezależnych okienek. Każdy z elementów programu: panel główny, panel sterujący, moduł obrazowania pasma radiowego, moduł obrazowania sygnału audio, menager pamięci, panel rejestracji, moduł RDS, moduł nastaw filtrów itd. stanowi samodzielne okienko, któremu użytkownik może nadawać praktyczne dowolną wielkość i pozycję na ekranie komputera. Dzięki takiemu rozwiązaniu użytkownik może zgodnie z własnymi preferencjami i potrzebami dowolnie kształtować wygląd programu.

Program przy starcie sprawdza model podłączonego odbiornika i odpowiednio dopasowuje elementy okienka panelu głównego do możliwości użytego urządzenia. W przypadku wykrycia więcej niż jednego odbiornika RSP, program wyświetla listę dostępnych urządzeń, które są identyfikowane na podstawie ich numerów seryjnych. Każda jedna uruchomiona kopia programu obsługuje jedno fizyczne urządzenie.

Ciekawą funkcją SDRuno są wirtualne odbiorniki VRX. W ramach przetwarzanego pasma radiowego można uruchomić do 16 wirtualnych odbiorników. Każdy z nich dysponuje własnym zestawem okienek i jest pod względem ustawień całkowicie niezależny od innych. Jedynym ograniczeniem podlega częstotliwość, która musi się mieścić w aktualnie przetwarzanym fragmencie pasma. Każdy z VRX'ów może niezależnie współpracować z innymi urządzeniami lub programami poprzez interfejs CAT i program OmniRig. Również każdy z odbiorników może być widoczny na wirtualnym porcie COM np. dla programu logującego czy zewnętrznego programu sterującego jako Kenwood TS480. .

Z dodatkowych funkcji programu można wspomnieć:

- funkcja panadaptera współdziałającego z transceiverami przez CAT
- rejestrację pasma radiowego
- skalibrowanego pomiaru siły sygnału, stosunku sygnał/szum oraz ich zapis do pliku CSV
- obsługa również odbiorników RTL-SDR dzięki bibliotekom ExtIO.dll

Wraz z kolejnymi wersjami SDRuno mają pojawić się kolejne nowe funkcje, takie jak skanowanie, zdalny dostęp czy wspomniany przy opisie odbiornika RSPduo odbiór różnicowy, który w założeniu ma umożliwić eliminację lokalnych zakłóceń oraz tryb odbioru przy pomocy dwóch różnie ustawionych anten w celu zapobieżeniu zanikom odbieranego sygnału.

Jeszcze jedną, niepodważalną zaletą oprogramowania od SDRplay'a jest dobra optymalizacja kodu programu, pozwalająca na używanie go na stosunkowo słabych czy starszych komputerach. W trakcie porównań, SDRuno pozwalała na znacznie większe możliwości, jeśli chodzi o płynną obróbkę szerokiego sygnału radiowego (8MHz), niż testowany w tym samym czasie odbiornik AirSpy HF+ pod kontrolą popularnego programu SDR Sharp, który przy znacznie mniejszym paśmie 768kHz na tym samym laptopie nie zapewniał płynnego i ciągłego odbioru.

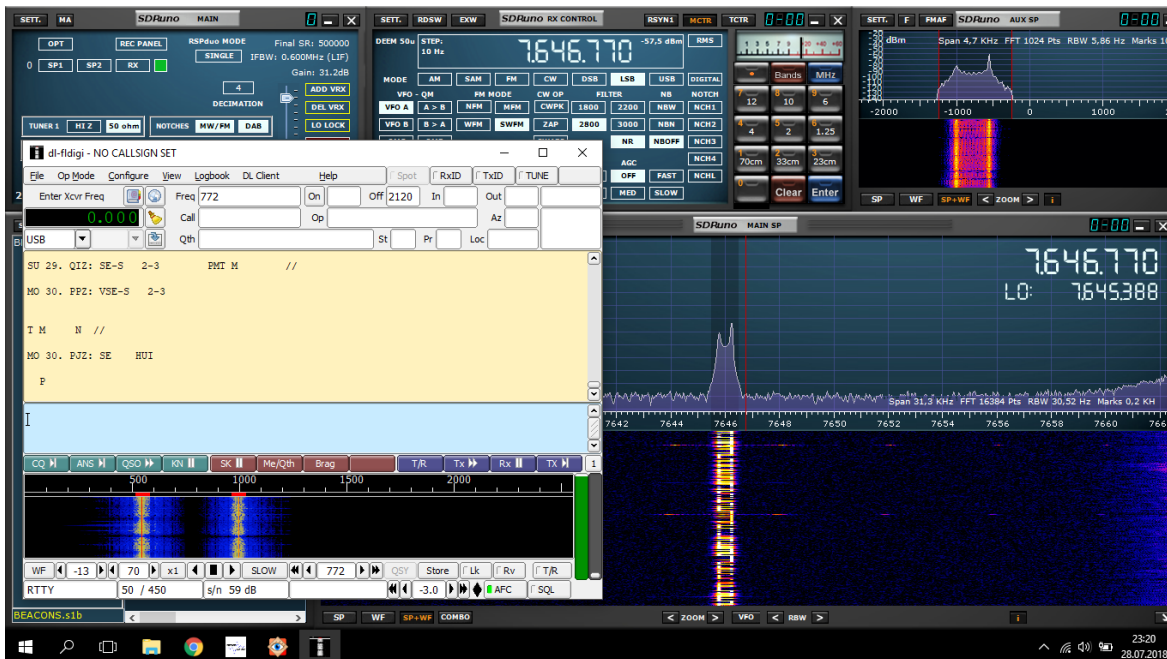
Oczywiście SDRuno nie jest jedynym oprogramowaniem współpracującym z odbiornikami RSP. Produkty SDRplay'a współpracują z takimi programami jak SDR-Console, SAS Spectrum Analyser, HDSDR, CubicSDR (Linux/Mac), SDR Touch (Andriod). Dostępna jest też kompilacja na Raspberry Pi3. Lista softu jest wciąż rozwijana, nie wszystkie modele, zwłaszcza najnowsze RSP1A i RSPduo są już obsługiwane przez daną aplikację, ale dzięki udostępnieniu przez producenta dokumentacji i źródeł sterowników, sytuacja ta stale się zmienia. Lista aktualnych programów współpracujących z odbiornikami RSP znajduje się na stronie sdrplay.com.

Testy

Odbiór RTTY – stacje pogodowe Deutscher Wetterdienst (DWD)

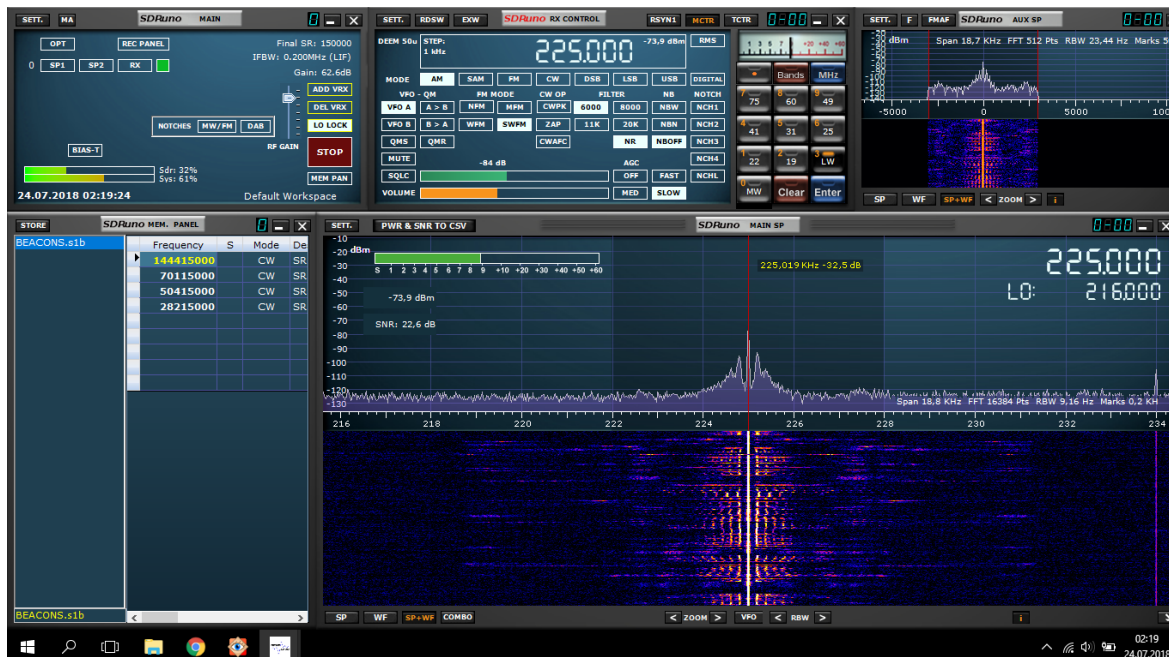
Stacje DWD nadające z mocami od 1kW do 10kW na różnych pasmach mogą służyć jako punkt odniesienia przy testowaniu odbiorników. Jak widać, odbiornik RSP nie miał kłopotów z odbiorem jednej z nich, dając mocny i stabilny sygnał do dekodowania w zewnętrznym programie – w tym przypadku dl-fldigi. Dzięki możliwości swobodnego ustawiania filtrowania

pasma w okienku AUX SP, można bez problemu wyodrębnić sygnał użyteczny już na etapie aplikacji odbiorczej, przez co znacznie poprawia się jakość sygnału wyjściowego i co za tym idzie skuteczność dekodowania danych.



Przy odbiorze stacji DWD DDH7 na 7646kHz udało się uzyskać na stosunkowo nisko zawieszanej antenie Ezwire 16m silny sygnał o wartości S/N: 59dB, podczas gdy testowany w tym samym czasie i warunkach odbiornik KiwiSDR uzyskał rezultat tylko 37dB, a więc o 22dB gorszy.

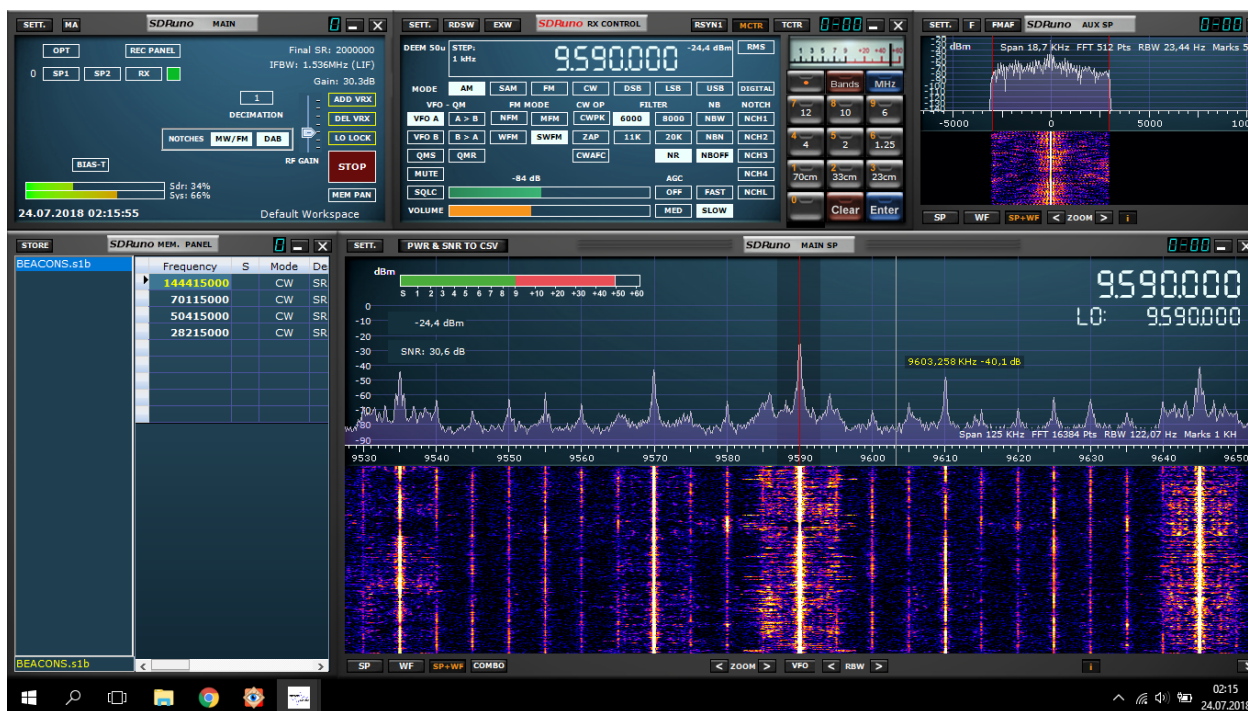
Odbiór Programu I Polskiego Radia na 225kHz



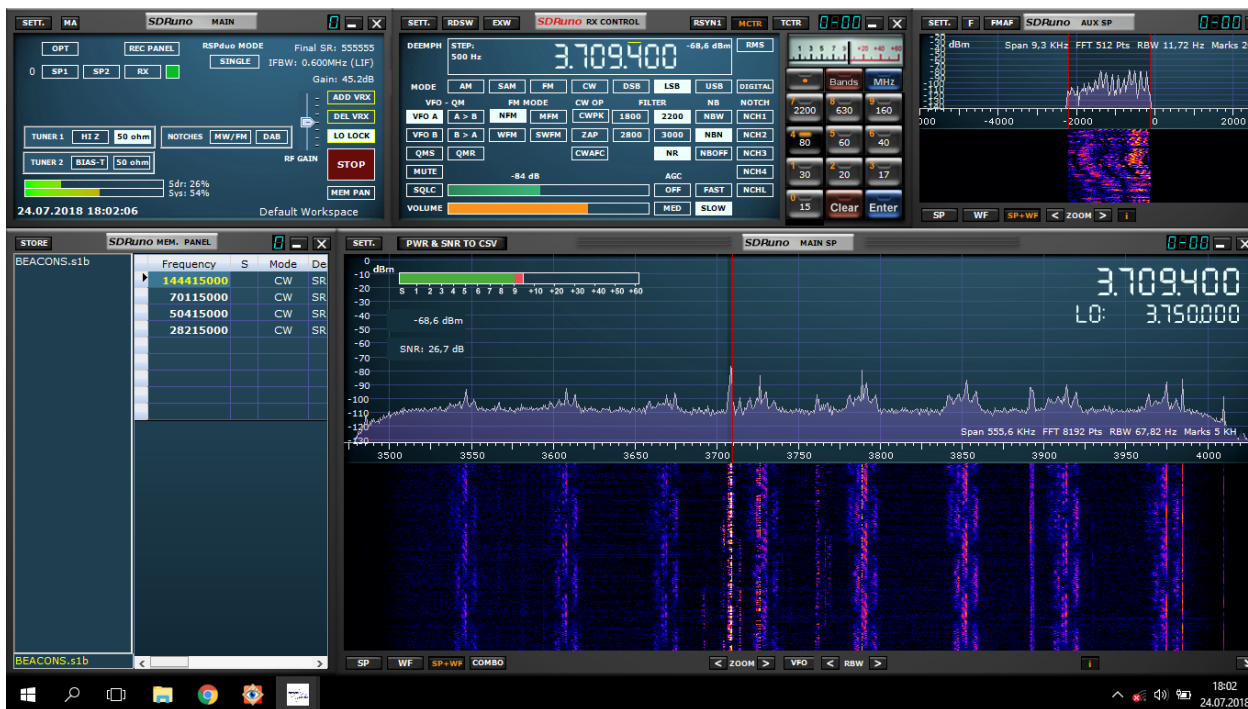
Mimo stosunkowo niedużej długości podłączonej anteny EZwire (16 metrów) odbiór sygnału z Solca Kujawskiego na flach długich LW był bezproblemowy i czytelny. Na wodospadzie widać dokładnie rozkład widma charakterystyczny dla modulacji amplitudy AM: stałą falę nośną oraz dwie wstęgi z modulacją. W przypadku innych odbiorników nie udało się uzyskać tak

czytelny widok widma sygnału. Jeszcze lepsze efektów można się spodziewać po podłączeniu anteny drutowej do wejścia HighZ ze względu na większą czułość tego portu, zwłaszcza na niższych częstotliwościach.

Odbiór Chińskiego Radia na 9590kHz



Odbiór silnej stacji azjatyckiej, jaką jest Chińskie Radio nadające wielojęzyczny program (w tym języku polskim) był również bezproblemowy. Jak widać na screenie, temu zakresowi częstotliwości w trakcie testów towarzyszył szereg silnych zakłóceń, najprawdopodobniej od tanich zasilaczy impulsowych LED (godziny nocne). Mimo tych przeciwności odbiór słabszej stacji na 9570kHz był równie bezproblemowy, jak CR.

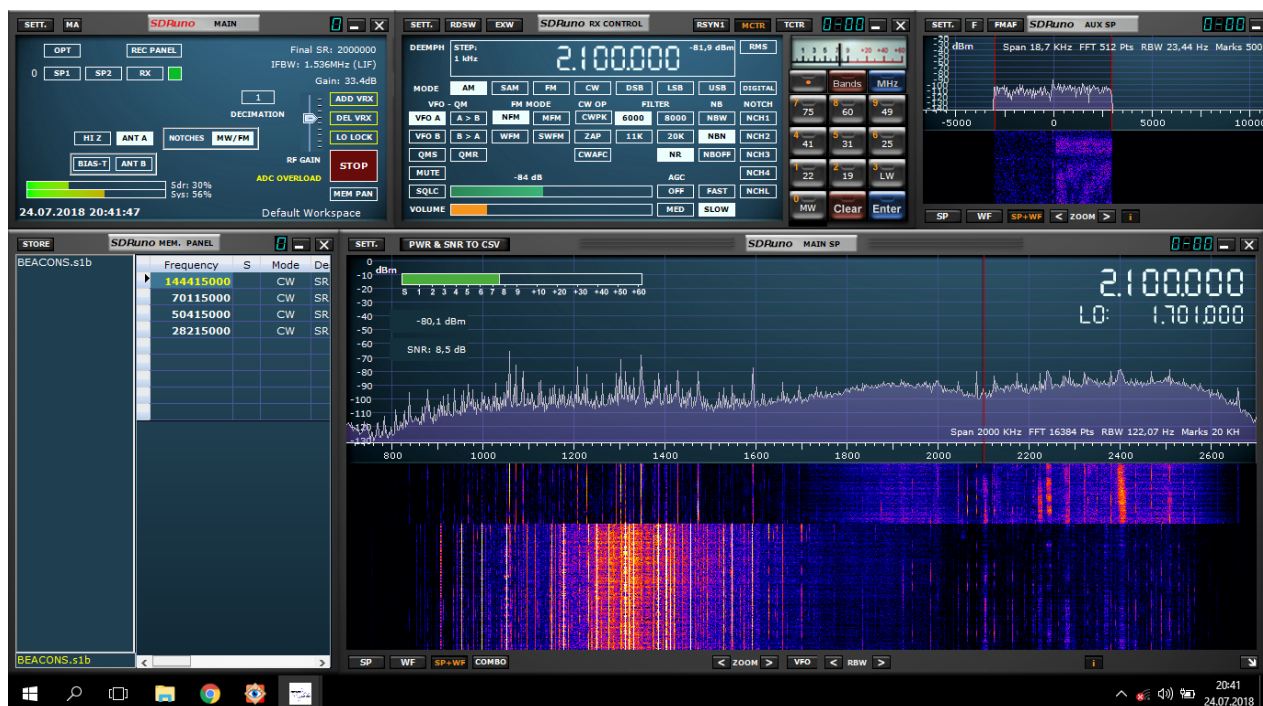


Powyższy zrzut pokazuje podobną sytuację, gdzie udało się odebrać sygnał cyfrowy (modulacja PSK) ze stacji amatorskiej na paśmie 40m, mimo obecności szeregu zakłóceń impulsowych (sygnał ze wzbudzonej centrali alarmowej) i niewielkiej wartości wzmacnienia toru radiowego.

Działanie filtrów typu NOTCH

Odbiorniki RSP dysponują sprzętowymi filtrami pasmowymi typu notch dla broadcastingowych stacji średniofalowych AM MW, stacji UKF FM oraz nadajników cyfrowego radia DAB+. O ile w pierwszym przypadku filtr notch będzie w Polsce mniej przydatny z powodu braku nadajników średniofalowych, to pozostałe dwa filtry mogą znacznie ułatwić odbiór w pobliżu ośrodków nadawczych.

Filtr notch dla pasma średniofalowego MW



Na powyższym screenie, na wodospadzie widać moment załączenia filtru notch. Po lewej stronie, silny sygnał w okolicach 1300kHz (nie mający charakter stacji MW AM) ulega znacznemu osłabieniu, podczas gdy po prawej stronie pojawiają się do tej pory stosunkowo słabo widoczne sygnały w zakresie 2100kHz - 2300kHz. Pokazuje to, mimo braku krajowych stacji MW AM przydatność tego filtru, bowiem pozwala on eliminować również pewną część zakłóceń lokalnych, pochodzących głównie od zasilaczy impulsowych.

Filtr notch dla pasma UKF FM

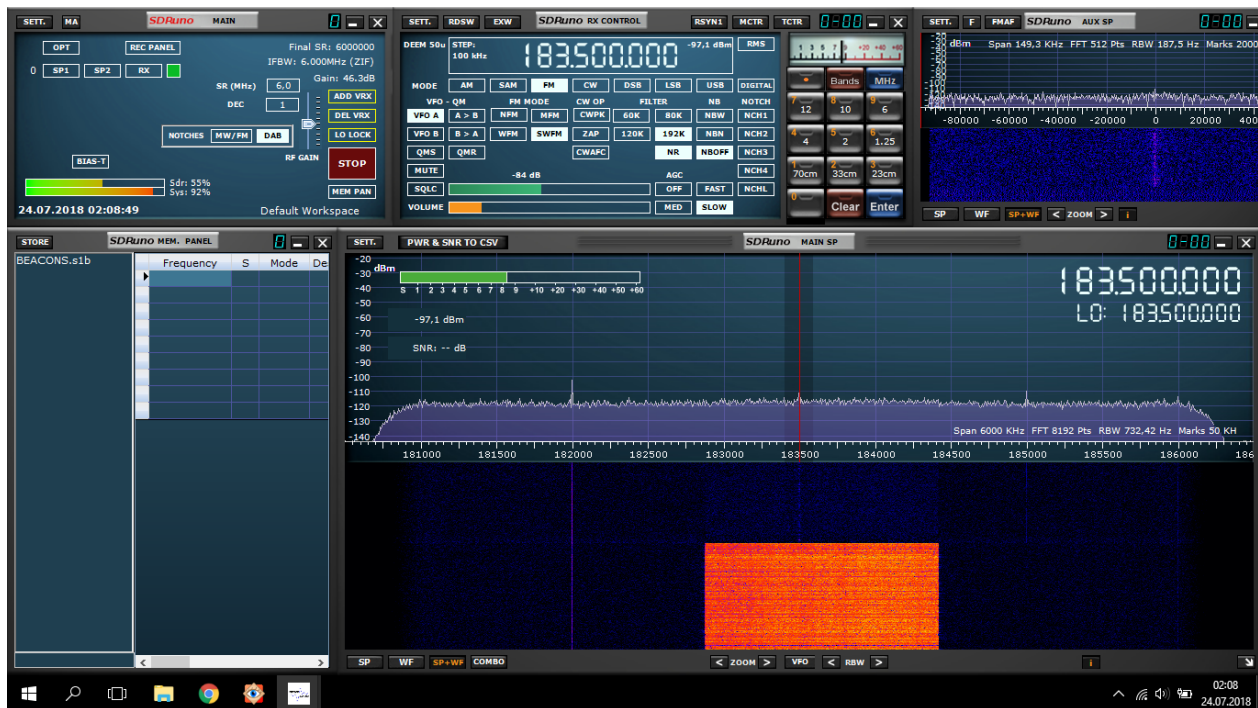
Test został przeprowadzony w odległości 3.5 km od nadajnika FM o mocy 120kW, pracującego na częstotliwości 91.0MHz. Siła sygnału w tym przypadku wynosiła ponad $S9+50\text{dB}$ (-40dBm) przy wzmacnieniu ustawionym przez AGC na poziomie zaledwie 19dB.



Po załączeniu filtra notch, sygnał w zasadzie znika z widma mimo reakcji automatyki AGC i podniesieniu wzmocnienia do 58dB, czyli o 39dB! Jak widać, sygnał występuje bardzo śladowo na wodospadzie, ale jego siła jest praktycznie niezmiarlana: tło -96dBm i stosunek S/N 0dB. Pokazuje to, jak skuteczne są i jak dużo mogą pomóc fizyczne filtry w obwodach wejściowych.

Filtr notch dla pasma DAB+

Na dole wodospadu widać na kanale 6B silny sygnał szerokopasmowy z nadajnika DAB+ o mocy 6kW, zlokalizowanego na iglicy PKiN w Warszawie. Po załączeniu filtra notch jest on praktycznie widoczny jedynie śladowo na wodospadzie.



Wejście wysokoimpedancyjne HighZ

W modelach RSP2 i RSPduo użytkownik ma do dyspozycji zbalansowane wejście 1k Ω , zachęcające do różnych eksperymentów z odbiorem niższych częstotliwości. Porównując dane przedstawione przez producenta widać, że zwłaszcza na pasmach 2200m czy 630m czułość tego wejścia jest znacznie większa od wejść niskoimpedancyjnych SMA, które zaczynają w zasadzie od około 1.5MHz w górę.

W trakcie testów przeprowadzanych pod Warszawą, została rozwieszona około 60 metrowa pętla z drutu nawojowego DNE 0.35mm, rozciągniętego po krzakach na wysokości 2–3 metrów nad ziemią. Taka konfiguracja umożliwiła między innymi:

- odbiór różnych sygnałów zegarowych, w tym popularnego DCF 77.5kHz.
- odbiór niemieckich komunikatów DWD na częstotliwości 147.3kHz
- odbiór komunikatów Navtex na 518kHz, zarówno ze strefy Morza Bałtyckiego, jak i również ze strefy Morza Śródziemnego (Włochy, Chorwacja, Turcja).
- odbiór map synoptycznych WeatherFax /HF-FAX ze stacji niemieckich i angielskich na falach średnich i krótkich.

Odbiorniki RSP – podsumowanie

Odbiorniki RSP są urządzeniami bardzo uniwersalnymi, pozwalającymi na odbiór szerokiego spektrum sygnałów radiowych. Dzięki przemyślanemu wyborowi zastosowanych w nich układów oraz bogatemu wyposażeniu w fizyczne filtry pasmowe, ich parametry stoją na bardzo wysokim poziomie, porównywalnym z urządzeniami SDR wyższej klasy sprzed kilku lat. Dostępność trzech różnych modeli, pozwala na pewien wybór w zależności od potrzeb i możliwości finansowych.

W chwili obecnej konkurencją dla SDRplay'a jest odbiornik AirSpy HF+, który radzi sobie trochę lepiej z odbiorem słabych sygnałów w sąsiedztwie silniejszych, ale słabiej sobie radzący z zakłóceniami i obecnością silnych sygnałów na wejściu. Ponad to nie zapewnia tak szerokiego zakresu odbioru jak seria RSP.

Oczywiście odbiorniki RSP nie są pozbawione pewnych niedoskonałości i nie jeden odbiornik transceivera uzyska lepsze efekty odbioru. Ale biorąc pod uwagę cenę odbiorników RSP i ich możliwości i uniwersalność, ciężko na tę chwilę znaleźć lepsze pod tym względem rozwiązanie na rynku odbiorników SDR.

Odbiorniki SDRplay RSP:

- ✓ uniwersalność ze względu na zakres odbieranych częstotliwości
- ✓ duże możliwości jeśli chodzi o odbiór zróżnicowanych sygnałów
- ✓ dobre parametry dzięki rozbudowanemu filtrowi i dopracowanej budowie
- ✓ do wyboru trzy modele o różnym stopniu skomplikowania
- ✓ dobre dedykowane oprogramowanie z bogatą funkcjonalnością i dobrą optymalizacją kodu
- x na tę chwilę brak bezpośredniego wsparcia producenta dla rozwiązań sieciowych
- x mniejsza ilość programów dla innych systemów operacyjnych niż Windows

Szymon Piątkowski SQ5OVK

Oficjalnym dystrybutorem odbiorników SDRplay RSP jest firma ERcomER. [www.ercomer.pl]