

Analizator widma Rigol DSA815

Rigol jako producent oscyloskopów cyfrowych już dawno wyrobił sobie ugruntowaną pozycję na rynku światowym. O stale rosnących aspiracjach Rigola przekonujemy się zawsze, gdy ta firma wprowadza do sprzedaży kolejny swój wyrób. Doskonale znamy oscyloskopy cyfrowe i generatory, a od pewnego czasu Rigol produkuje też analizatory widma. Podjęcie takiej decyzji wynikało z dbałości o utrzymanie wysokiego prestiżu firmy, ale dowodzi też, że firma ta dysponuje środkami technicznymi i technologiami stojącymi na bardzo wysokim poziomie.

Powszechnie stosowana przez producentów sprzętu elektronicznego strategia marketingowa polega na wprowadzaniu do sprzedaży zwykle kilka modeli danego urządzenia jednocześnie. Dzięki temu zainteresowanie wyrobem jest kierowane do klientów o zróżnicowanych wymaganiach i możliwościach finansowych. Bardzo często w niewielkich odstępach czasu pojawiają się również nowe typy urządzeń, w których istotne stają się już nie tylko parametry techniczne, ale też funkcjonalne.

Działanie takie obserwujemy m.in. u Rigola. Firma ta w niedługim czasie rozszerzyła swoją ofertę do 9 modeli analizatorów widma. Aktualnie dostępne są trzy rodziny analizatorów. W artykule jest opisany najprostszy model - DSA815, przeznaczony do pomiarów w pasmie od 9 kHz do 1,5 GHz. Analizator może więc być wykorzystywany do badania radioodbiorników UKF, sprzętu

krótkofalarskiego i modelarskiego, popularnych torów radiowych, urządzeń wykorzystujących niższe częstotliwości pasma ISM, GSM400...GSM900 itp. Jak widać pasmo przyrządu jest zbyt małe do pomiarów sieci WiFi i urządzeń Bluetooth.

Charakterystyka analizatora

Analizator DSA815 został zaprojektowany zgodnie z przyjętymi dla tego typu urządzeń standardami. Nikt ich jednak nie ustanawia, są one nieformalne. Jeśli przyjrzeć się oscyloskopom cyfrowym, to okazuje się, że rozmieszczenie elementów regulacyjnych jest bardzo podobne u większości producentów. Nawet oprogramowanie oscyloskopów nie różni się zasadniczo. Wyrób można często rozpoznać jedynie na podstawie logo wyświetlanego na ekranie. Nie powinno to jednak dziwić, przecież podobnie jest z samochodami, komputerami, telewizorami itp.

Dodatkowe informacje:

Redakcja Elektroniki Praktycznej dziękuje firmie NDN z Warszawy, wyłącznemu dystrybutorowi i autoryzowanemu serwisowi firmy Rigol w Polsce, za udostępnienie analizatora DSA815 to testów.

Nie wszystkie pomysły udaje się zabezpieczyć patentami, część z nich jest więc chętnie kopiowana od konkurencji.

Projektując analizatory widma serii DSA konstruktorzy Rigola zastosowali sprawdzone pomysły innych producentów. Panel użytkownika zwiiera typowe elementy. Znaczną jego część zajmuje 8-calowy wyświetlacz z matrycą 800×480 punktów. Miejsce obok niego zajmują przyciski, pokrętko nawigacyjne i klawiatura numeryczna. Wzdłuż prawej krawędzi ekranu są rozłożone przyciski funkcyjne obsługujące menu ekranowe. W analizatorze wyróżniono 3 przyciski obsługujące najczęściej zmieniane nastawy. Są to: *FREQ* (parametry związane z częstotliwościami pomiarowymi), *SPAN* (parametry przemiatania) i *AMPT* (parametry związane z czułością, tłumieniem i poziomami referencyjnymi). Do wprowadzanie precyzyjnych wartości liczbowych przewidziano klawiaturę numeryczną oraz pokrętko nawigacyjne wraz z przyciskami zwiększania i zmniejszania wartości. Wzdłuż lewej krawędzi ekranu umieszczono pasek statusowy. Znajdują się na nim podświetlane ikonki symbolizujące aktywność wybranych opcji i stan przyrządu. Najważ-

Tabela 1. Najważniejsze parametry techniczne analizatora DSA815	
Zakres częstotliwości	9 kHz...1,5 GHz
Szumy	typowo -135 dBm (DANL - Displayed Average Noise Level)
Przesunięcie szumu fazowego	-80 dBc/Hz @10 kHz
Całkowita niepewność amplitudy	<1,5 dB
Minimalna rozdzielczość pomiaru widma RBW	100 Hz
Zasilanie	100...240 VAC, 45...440 Hz, 35 W (<50 W z wszystkimi opcjami)
Wymiary	361,6×178,8×128 mm
Masa	4,25 kg

nijsze parametry techniczne analizatora DSA815 przedstawiono w tabeli 1.

Metodyka pomiarów

Jednym z najważniejszych narzędzi pomiarowych każdego analizatora są markery ekranowe. Algorytm ich obsługi jest bardzo podobny u większości producentów. Przyrządy poszczególnych firm mogą się natomiast różnić liczbą obsługiwanych markerów. Użytkownik analizatora DSA815 ma ich do dyspozycji 4. Markery są widoczne jako małe punkciki z opisującą je cyfrą (rysunku 1) i zawsze przylegają do wykresu widma. Można je przesuwać pokrętełm nawigacyjnym, albo precyzyjnie ustawiać wprowadzając częstotliwość na klawiaturze numerycznej. Z każdym markerem pomiarowym może być stowarzyszony marker referencyjny. Jeśli jest on aktywny, analizator dokonuje pomiaru różnicy częstotliwości

i poziomu sygnału między markerem pomiarowym i referencyjnym. Wykorzystując tę metodę dokonano porównania poziomów sygnału stacji radiowych Zetka i Trójka w Warszawie (rysunek 2). Parametry kursorów są podawane w opcjonalnie włączanej tabelce widocznej w dolnej części ekranu.

Innym zastosowaniem markerów jest ustalanie zakresu wyświetlanego widma. Jest on wyznaczony ustawionymi wcześniej markerami *Mkr -> Start* i *Mkr -> Stop*.

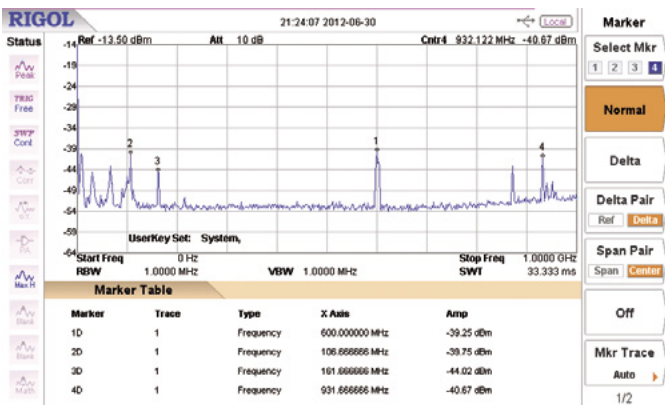
Na płycie czołowej przyrządu wyróżniono blok „Control” zawierający cztery przyciski inicjujące opcje ustalające sposób tworzenia wykresu widma. Pierwszy z nich - *BW/Det*, umożliwi ustawienie parametrów filtra RBW (Resolution Bandwidth), a więc wpływa na rozdzielczość analizy widma kosztem czasu przemiatania. W większości przypadków opcja automatycznego wyboru częstotliwości RBW daje dobre wartości, ale

użytkownik może je zmieniać według własnego uznania. Na podobnej zasadzie działa filtr VBW (Video Bandwidth).

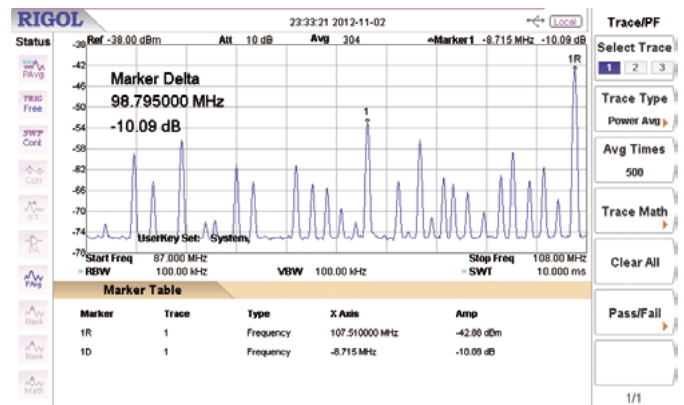
Ważna grupa parametrów jest ukryta pod przyciskiem *DefType*, ustalającym metodę tworzenia wykresu widma. Metod takich jest kilka: *PosPeak*, *NegPeak*, *Sample*, *Normal*, *RMS Avg*, *Voltage Avg*. Jak widać, wykres widma jest kreślony na podstawie pomiarów w jednym przebiegu lub poprzez uśrednianie kilku pomiarów. Parametr ten dobiera się na przykład w celu minimalizacji szumu na wynik pomiaru.

Opcje uruchamiane przyciskiem *Sweep/Trig* ustalają z kolei parametry przemiatania częstotliwości, takie jak: czas przemiatania, tryb jednorazowy lub ciągły. Wybierany jest też tryb wyzwalania samobieźny lub sygnałem zewnętrznym.

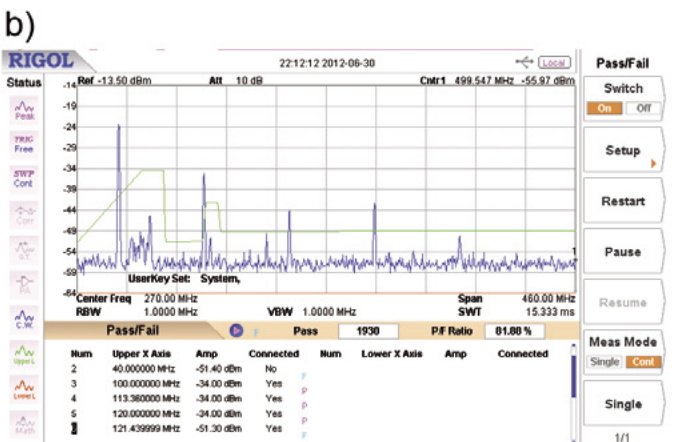
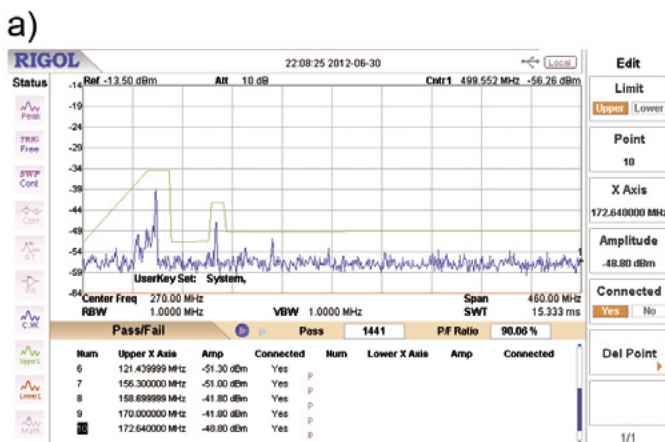
Przycisk *Trace/P/F* pozwala tworzyć do trzech wykresów wyświetlanych jednocześnie na ekranie. Dla każdego z nich może być zastosowana inna metoda kreślenia. Podstawowa - *Clear Write* powoduje, że każdy nowy przebieg zastępuje ten, który został wyświetlony wcześniej, a więc jest to najczęściej wykorzystywana metoda. Opcje *Max Hold* i *Min Hold* zapamiętują wartości odpowiednio: maksymalne i minimalne z przebiegów wcześniejszych. Użytkownik uzyskuje tym samym informację o zakresie zmian poziomów sygnału dla poszczególnych częstotliwości widma. Dwie kolejne opcje: *Video*



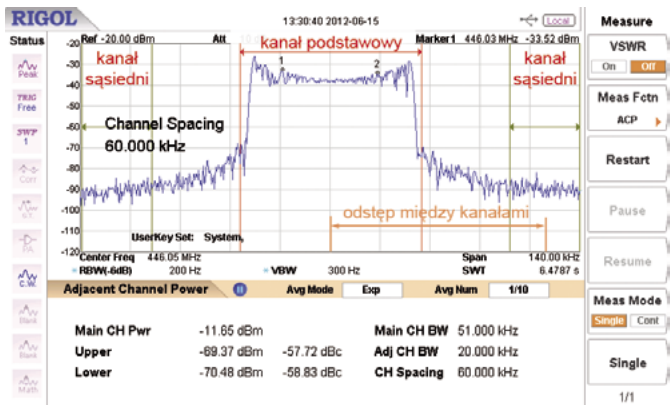
Rysunek 1. Pomiary widma z użyciem markerów



Rysunek 2. Pomiary porównawcze z użyciem markerów referencyjnych



Rysunek 3. Test Pass/Fail a) wynik prawidłowy, b) widmo z przekroczeniem zadanych progów



Rysunek 4. Pomiar mocy w kanale podstawowym i w kanałach sąsiednich

Avg i Power Avg uśredniają wyniki. Opcja Freze zamraża aktualny stan wyświetlacza i wstrzymuje jego odświeżanie.

Kolejne opcje są związane z dodatkowymi obliczeniami matematycznymi wykonywanymi dla każdego przebiegu przed jego wyświetleniem na ekranie. Można w ten sposób na przykład symulować działanie tłumika włączonego w tor pomiarowy, czemu będzie odpowiadało dodanie pewnej wartości stałej (ujemnej dla tłumika) do każdego punktu wyświetlanego na ekranie.

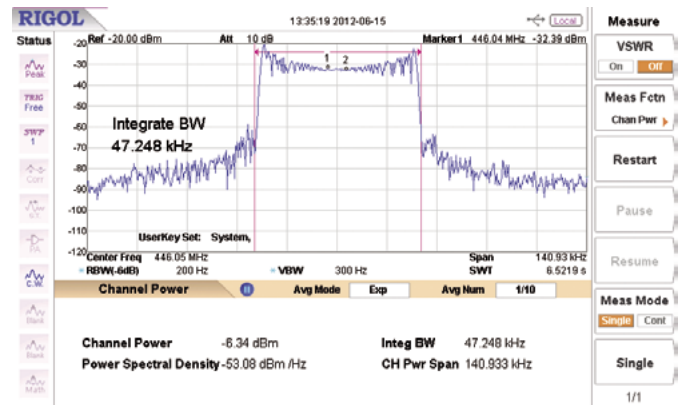
Ostatnią opcją przycisku Trace/P/F jest uruchomienie testu Pass/Fail wykorzystywanego do oceny czy dany wykres widma mieści się w zadanych ramach. Jest to metoda bardzo dobrze znana także użytkownikom oscyloskopów cyfrowych. Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe wyniki takiego testu. Wyniki z rysunku 3a są poprawne, natomiast na rysunku 3b obserwujemy pojawienie się dodatkowych prążków, które znacznie przekraczają wyznaczone poziomy.

Analizator DSA815 ma wbudowany demodulator AM/FM oraz przedwzmacniacz słuchawkowy. Jest on przydatny podczas lokalizowania stacji, której sygnał nadawczy ma być mierzony.

Zaawansowane funkcje pomiarowe

Opisane wyżej pomiary są dostępne w analizatorze bez zainstalowanych opcji dodatkowych. Przyrządem takim można wykonywać tylko podstawowe pomiary takie, jak opisane wyżej. W zastosowaniach profesjonalnych wykonuje się jednak pomiary wymagające specjalistycznych funkcji, uaktywnianych dopiero po wykupieniu i zainstalowaniu opcji. Niektóre pomiary wymagają stosowania generatora śledzącego.

Przed przystąpieniem do pracy należy zadbać o prawidłowe ustawienie warunków dla każdego rodzaju pomiaru. Szczególnie ważne jest zwracanie uwagi na poziomy sygnałów i w razie konieczności stosowanie odpowiednich tłumików. Zlekceważenie tych zaleceń może zakończyć



Rysunek 5. Pomiar mocy i gęstości mocy

się uszkodzeniem wejściowych obwodów pomiarowych.

VSWR. Pomiar napięciowego współczynnika fali stojącej. Wymagany jest specjalny mostek pomiarowy i generator śledzący.

T-Power. Pomiar mocy w funkcji czasu dla ustalonej częstotliwości nośnej. Analizator przechodzi w tryb Zero Span (pomiar w funkcji czasu dokonywany przez analizator widma) i mierzy jedną z wybranych mocy: szczytową, średnią lub RMS w zadanym przedziale czasowym.

ACP (Adjacent Channel Power). Pomiar mocy w kanale podstawowym i w kanałach sąsiednich (rysunek 4).

Channel Power. Pomiar mocy i gęstości mocy w kanale (rysunek 5).

OBW (Occupied Bandwidth). Pomiar zajętości pasma. Wynikiem pomiaru jest stosunek mocy w kanale mierzonym do mocy w zadanym zakresie przemiatania.

EBW (Emission Bandwidth). Pomiar pasma emisji. Pasma to jest wyznaczone dwoma częstotliwościami, dla których poziom sygnału spada o zadaną wartość w stosunku do wartości maksymalnej (rysunek 6).

C/N Ratio. Pomiar odstepu sygnału od szumu.

Harmonic Distortion. Pomiar zawartości harmonicznnych do 10. włącznie. Ze względu na możliwy bardzo mały poziom ostatniej harmonicznnej bliski już szumom własnym, warunkiem pomiaru jest zapewnienie minimalnego poziomu sygnału (częstotliwości podstawowej), który nie powinien być niższy niż -50 dBm.

TOI (Third-Order Intercept). Pomiar zniekształceń intermodulacyjnych 3. rzędu (rysunek 7).

Analizator DSA815 a EMI

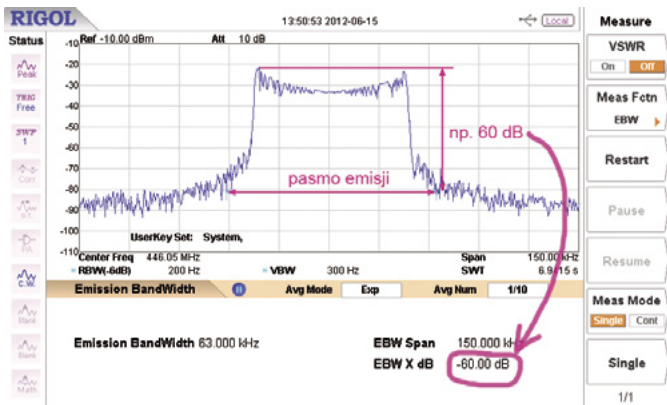
Zakłócenia elektromagnetyczne to temat, który coraz częściej zaprząta głowy konstruktorów. Jest to problematyka trudna, i co tu ukrywać, nie lubiana. Konieczność wykonywania drogich badań dotyczących emisji i odporności na zakłócenia elektromagnetyczne większości urządzeń elek-

tronicznych sprawiła, że znacznie wzrosło zainteresowanie wszelkiego rodzaju analizatorami widma. Oczywiście badanie końcowe musi być wykonane aparaturą najwyższej klasy, ale samodzielne przeprowadzenie choćby wstępnych pomiarów dużo tańszymi przyrządami może w ogólnym rozrachunku dać wymierne oszczędności. Taka praktyka staje się coraz bardziej powszechna ze względu na znaczny udział kosztów związanych z badaniami w akredytowanych laboratoriach w ogólnych kosztach wprowadzenia wyrobu do produkcji i sprzedaży. Sam analizator jednak nie wystarczy. Potrzebne jest do tego odpowiednie stanowisko pomiarowe i dodatkowe oprzyrządowanie. O stanowisko pomiarowe musi zadbać sam użytkownik, natomiast opcje rozszerzające związane z pomiarami EMI, takie jak detektor *quasi-peak* i generator śledzący oferuje Rigol.

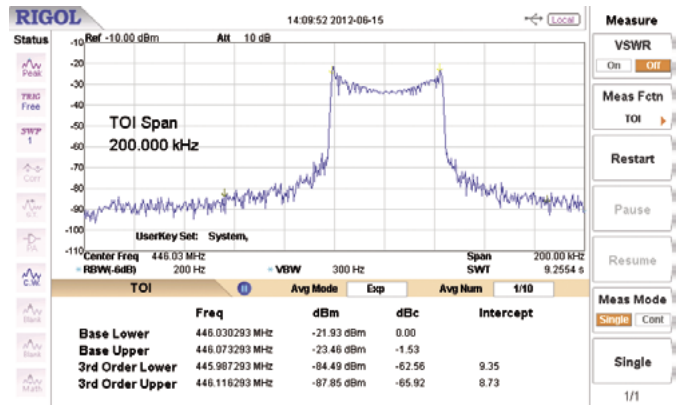
Akcesoria

Do analizatorów rodziny DSA815 oferowane jest dodatkowe oprzyrządowanie. Jest to:

- DSA Utility Kit, czyli zestaw kabli, adapterów i anten.
- Zestaw do pomiaru VSWR. Opcja umożliwiająca dokonywanie pomiarów w oparciu o parametr S11 (tłumienie odbiciowe, współczynnik odbicia, napięciowy współczynnik fali stojącej)
- Tłumik 40 dB.
- Zestaw zaawansowanych funkcji pomiarowych. Opcjonalne oprogramowanie analizatora DSA815 z funkcjami obliczającymi najczęściej spotykane w pomiarach RF parametry. Bez tej opcji jednak dość trudno wyobrazić sobie sens stosowania analizatora widma.
- Konwerter USB-GPIB. Urządzenie przydatne na zautomatyzowanych stanowiskach pomiarowych wykorzystujących powszechnie stosowany w takich przypadkach interfejs GPIB.
- TX1000 – zestaw demonstracyjny z wbudowanym generatorem 1 GHz, mikse-



Rysunek 6. Pomiar pasma emisji



Rysunek 7. Pomiar zniekształceń intermodulacyjnych

rem, filtrem i wzmacniaczem, emitujący sygnał testowy RF.

- DSA800-EMI – filtr EMI i filtr *Quasi-Peak* (200 Hz, 9 kHz, 120 kHz, pasmo -6 dB).

Podsumowanie

Wysokie ceny analizatorów widma wynikają m.in. z konieczności stosowania szerokopasmowych układów wejściowych. Oprócz wymagań czysto elektronicznych, niezwykle istotne są także odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne, mechaniczne. Ale tu nikt sprawdzonych rozwiązań nie sprzedaje, do wszystkiego trzeba dojść samodzielnie, najczęściej metodą prób i błędów. Tym bardziej należy się uznanie dla Rigola, że w pewnym momencie zaryzykował podję-

cie tej tematyki, a wyniki prac możemy już ocenić na podstawie prób z gotowymi wyrobami.

Analizator DSA815 jest jednym z prostszych przyrządów tej klasy. Pasma do 1,5 GHz ogranicza zakres jego zastosowań, jednak modele takie znajdują się w ofertach wszystkich liczących się na świecie producentów. Zapotrzebowanie na analizatory o tych parametrach jest więc wystarczająco duże, aby podejmować produkcję. Zaletą DSA815 w porównaniu z podobnymi przyrządami innych marek jest dużo niższa cena, z czego bynajmniej nie wynika adekwatnie niższa jakość przyrządu.

Pewne mankamenty ujawniają się w opcjach pomiarowych. Brakuje na przy-

kład charakterystycznego dla wyrobów markowych wykresu spektroskopowego wykorzystywanego do badania zmian widma w długim czasie. Jak zwykle u Rigola na pochwałę zasługuje staranność wykończenia mechanicznego i ogólnie design przyrządu. W tańszych oscyloskopach tej firmy mankamentem były dość słabe wyświetlacze, jednak w najnowszych przyrządach, m.in. w DSA815, mamy już doskonały, duży ekran o przekątnej 203 mm. Do zalet należy również dodać małe szumy układów wejściowych i dużą rozdzielczość pomiarową ($RBW_{min}=100$ Hz).

Jarosław Doliński, EP

Moduł przekazników z interfejsem USB

AVT5353




<http://www.youtube.com/watch?v=q4B4zTGJIKk>

www.sklep.avt.pl

Moduł umożliwia sterowanie ośmioma przekaznikami poprzez interfejs USB. Układ zapewnia izolację galwaniczną pomiędzy komputerem, a układem wykonawczym. Mocną stroną urządzenia jest jego oprogramowanie, które pozwala pracować w jednym z trzech trybów: Ręcznie, Zegar oraz Program. Dzięki temu, moduł może przydać się do automatyzacji różnych zadań za pomocą komputera PC.



