

Pomiary zaburzeń elektromagnetycznych (EMI) przyrządami Rigola

Oprogramowanie S1210 EMI Pre-compliance Software

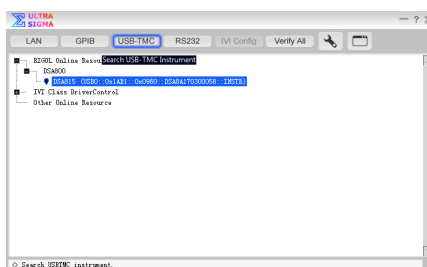
Pomiary kompatybilności EMC stanowią już integralny etap produkcji urządzeń elektronicznych, bez którego w zasadzie nie jest możliwe wprowadzenie produktu na rynek. Każde nowo zaprojektowane urządzenie musi przejść serię dokładnych pomiarów i badań określających, czy spełnia ono coraz bardziej restrykcyjne normy. Wszystko dla dobra użytkowników i pognębienia konstruktorów, przed którymi pojawiają się problemy niemal nie do pokonania.

W ostatniej części artykułu o pomiarach zaburzeń EMI opisano przeznaczony do tych celów software oferowany przez Rigola. Jest to program S1210 EMI Pre-compliance, który może być wykorzystywany np. z analizatorem DS815. Dzięki możliwości tworzenia wielu obszarów roboczych i konfiguracji zarządzanie pomiarami urządzeń o różnych parametrach i charakterystykach jest znacznie usprawnione. Program jest wyrobem komercyjnym. Trzeba za niego zapłacić ok. 470 euro, ale decyzja o zakupie może być poprzedzona ewentualnym 15-dniowym okresem próbowania wyrobu. W trybie demonstracyjnym nie jest nawet potrzebny analizator widma.

Cechy oprogramowania S1210 EMI Pre-compliance Software

Program S1210 EMI Pre-compliance Software wymaga zainstalowania na komputerze również oprogramowania Ultra Sigma nadzorującego komunikację pomiędzy komputerem i przyrządami Rigola (oscyloskopami, analizatorami widma, generatorami, multimetrami itp.). Przyrządy te mogą komunikować się z komputerem za pośrednictwem interfejsów: USB, GPIB, RS232 oraz sieci LAN. Wszystkie aktywne urządzenia są widoczne w oknie menedżera (rysunek 16). Przekazywanie komend do przyrządów oraz odbieranie od nich danych odbywa się za pośrednictwem sterowników NI VISA.

Program S1210 EMI Pre-compliance Software umożliwia wybieranie opcji i przełączanie trybów pomiarowych podobnych do tych, które są dostępne z poziomu

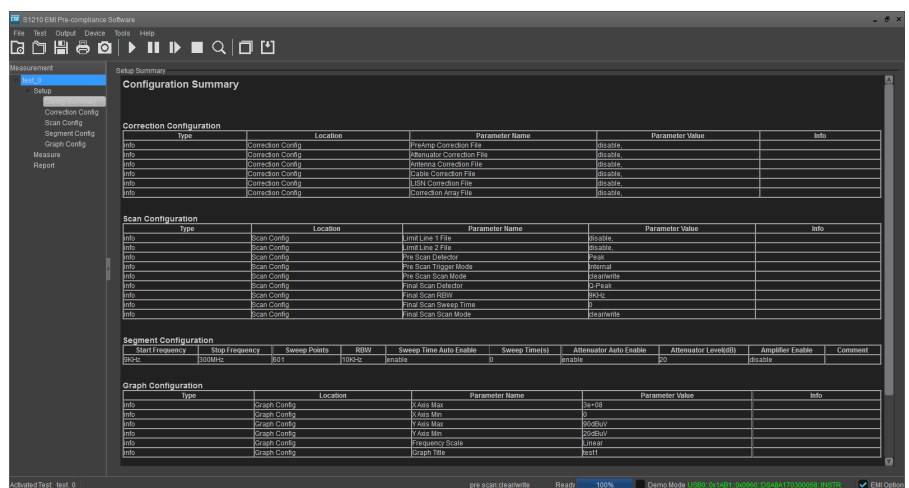


Rysunek 16. Okno programu Ultra Sigma, w którym są wyświetlane przyrządy Rigola dołączone do komputera (tu DS815)

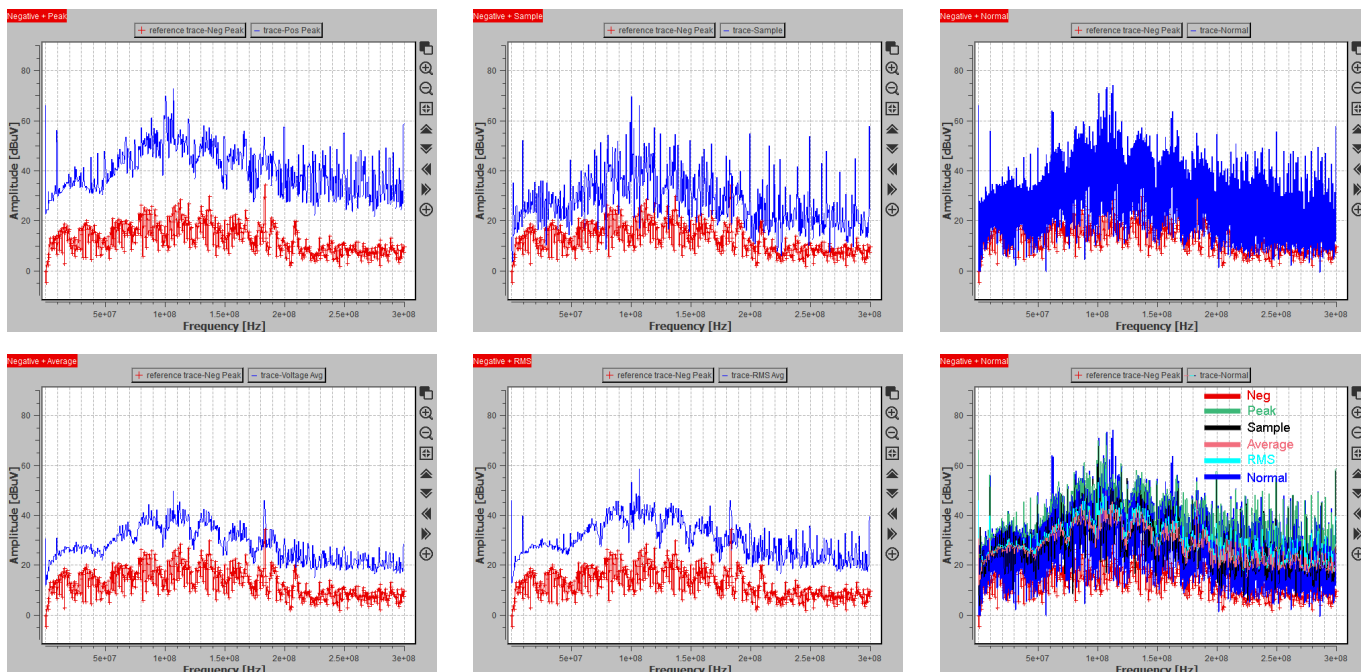
pulpitu przyrządu. Można więc wykonać pomiar *pre scan* pozwalający szybko poznać charakter badanego widma, a następnie po ewentualnym skorygowaniu konfiguracji wykonać dokładny pomiar *final scan*. W obu tych trybach dostępne są trzy opcje

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
 ndn@ndn.com.pl, www.ndn.com.pl

wyświetlania wyników: „Clear/Write”, „Repeat Clear/Write”, i „Repeat Max Hold”. Jak wynika z nazw, w pierwszym pomiarze wykonywane jest jednorazowe skanowanie widma, po którym wykres jest zawsze odświeżany. Drugi pomiar przebiega podobnie, z tym że zawsze po zakończeniu jednego pełnego skanowania automatycznie jest uruchamiane kolejne. Podobnie jest w trzecim pomiarze, jednak w tym przypadku modyfikowane są tylko wartości większe od zmierzonych w poprzednich cyklach dla każdej ze skanowanych częstotliwości.



Rysunek 17. Okno programu S1210 EMI Pre-compliance Software z bieżącą konfiguracją pomiarów



Rysunek 18. Wykresy widma wyświetlane dla różnych trybów pracy detektora: a) Peak, b) Sample, c) Normal, d) Average, e) RMS, f) nałożone na siebie wszystkie tryby

Okno programu S1210 EMI Pre-compliance Software ma layout utrzymany w charakterystycznym dla Rigola szarym odcieniu. W lewej części umieszczono panel „Measurement”, w którym użytkownik definiuje parametry pomiarów, a także ma możliwość sprawdzenia bieżącej konfiguracji (rysunek 17). Pomiar jest definiowany po podświetleniu opcji „Scan Config”. Następnie, po zaznaczeniu odpowiednich opcji, wczytywana jest z pliku i ewentualnie uaktywniana jedna lub dwie przygotowane wcześniej linie ograniczeń. Są one pomocne w lokalizowaniu przekroczeń poziomów sygnału określonych wybranymi normami. Kolejnym ważnym parametrem jest ustalenie trybu pracy detektora. Podobnie jak w firmwarze analizatora DS815 mamy tu: Peak, Q-Peak, Negative, Normal, Rms, Sample i Average. Jak pamiętamy z poprzednich odcinków artykułu, w ostatecznych pomiarach zaburzeń EMI należy stosować detektor *Quasi-Peak* (*Q-Peak*). W pomiarach pre scan, w zależności od potrzeb, można wybrać detektor:

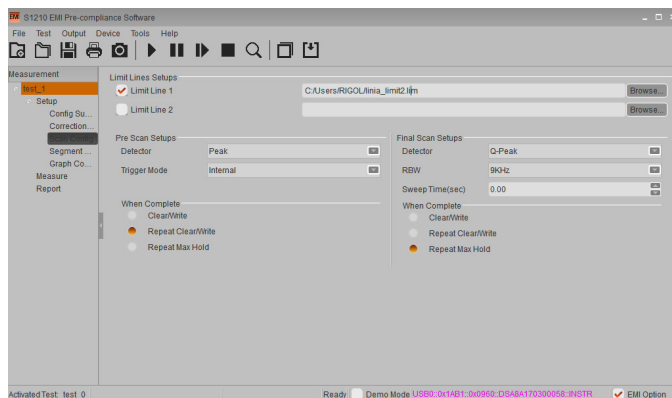
- **Neg** – wskazujący minimalne wartości zmierzone dla każdej skanowanej częstotliwości (na wykresach na rysunku 18 pomiar ten wybrano jako referencyjny, jest on zaznaczany kolorem czerwonym).
- **Peak** – wskazujący maksymalne wartości zmierzone dla każdej skanowanej częstotliwości (rysunek 18a). Detektor ten bardzo dobrze sprawdza się w pomiarach sygnałów sinusoidalnych, ale nie powinien być wykorzystywany do pomiarów sygnałów o charakterze szumu.
- **Sample** – wyświetla bezpośrednio poziomy próbek sygnału i dlatego

jest najlepszy do pomiarów szumu i sygnałów o takim charakterze (rysunek 18b).

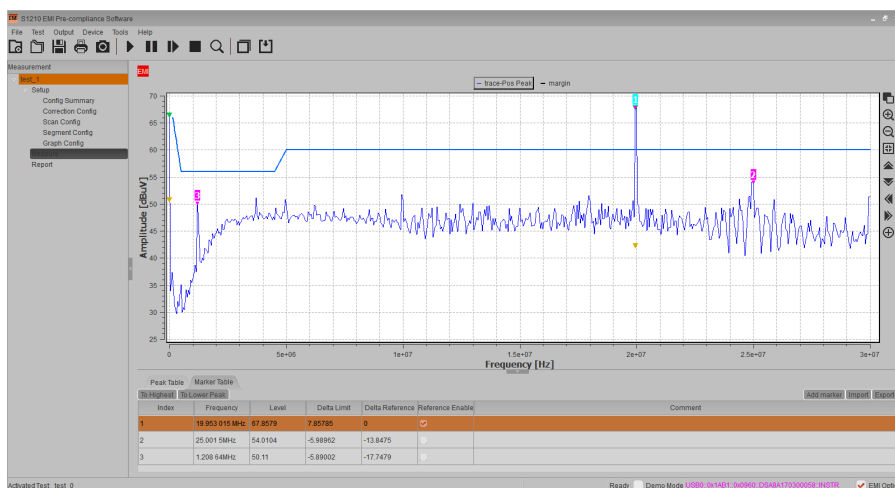
- **Normal** – wykorzystywany do przedstawiania różnic pomiędzy maksymalnymi i minimalnymi wartościami zmierzonymi dla każdej skanowanej częstotliwości (rysunek 18c). W praktyce jest to zrealizowane tak, że dla każdej nieparzystej próbki wyświetlana jest wartość maksymalna, a dla próbek parzystych wyświetlane są wartości minimalne. Detektor

Normal może być stosowany zarówno do pomiarów sygnałów sinusoidalnych, jak i szumów.

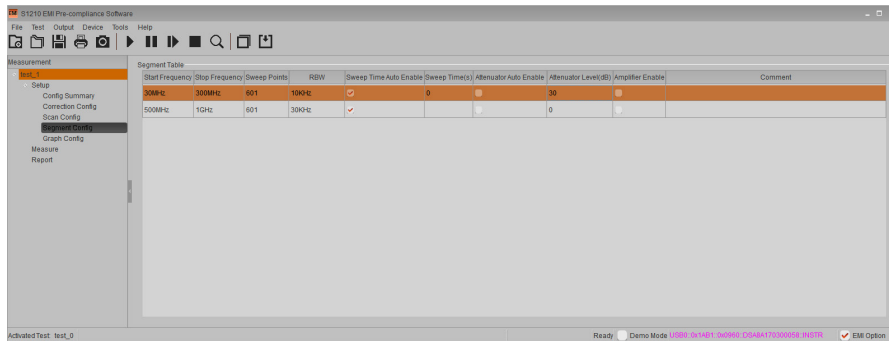
- **Average** – wyświetla średnie poziomy zmierzone dla każdej skanowanej częstotliwości (rysunek 18d). Jest przydatny w pomiarach zaburzeń EMI.



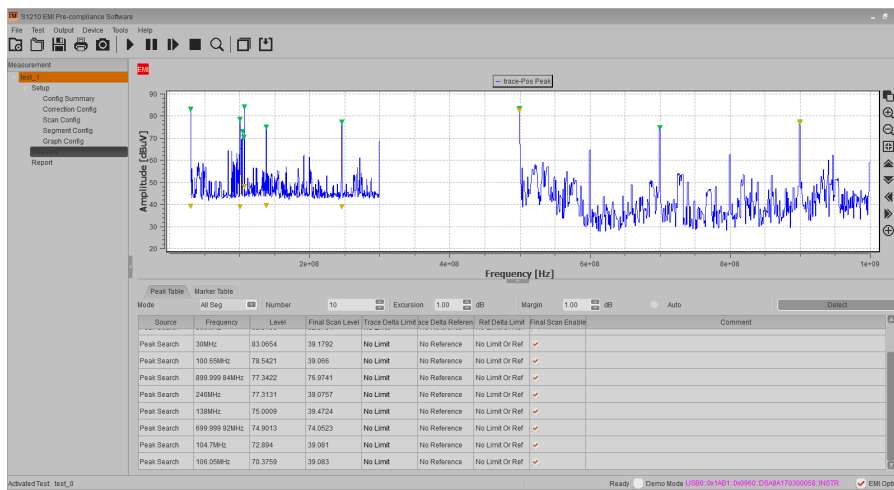
Rysunek 19. Okno konfiguracji przemiatania



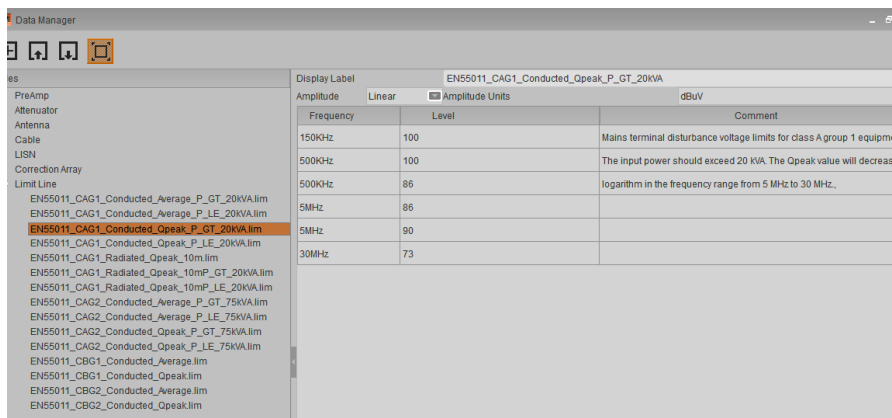
Rysunek 20. Przykładowe widmo wyświetlane wraz z linią limitów



Rysunek 21. Okno nastaw częstotliwości przemiatania



Rysunek 22. Wynik pomiaru przeprowadzonego zgodnie z parametrami widocznymi na rysunku 21



Rysunek 23. Okno wyboru predefiniowanych linii ograniczeń

związane z markerami wprowadzonymi przez użytkownika. Marker 1 został ustawiony na piku wyraźnie przekraczającym dozwoloną wartość. Z tabeli odczytujemy, że składowa widma o częstotliwości ok. 20 MHz jest większa o prawie 8 dB od dozwolonej wartości.

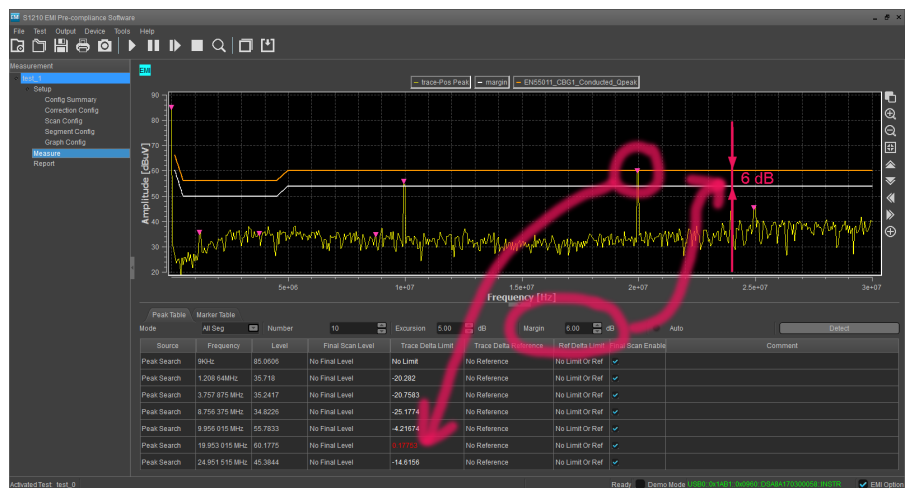
Należy zwrócić uwagę na to, że zakresy przemiatania częstotliwości i wyświetlania są w programie S1210 EMI Pre-compliance Software ustawiane niezależnie. W analizatorze widma zakres wyświetlanych częstotliwości jest dobierany automatycznie do zakresu przemiatania. Częstotliwościowe parametry przemiatania zawarto w opcjach „Segment Config” (rysunek 21). Użytkownik może zdefiniować kilka niezachodzących na siebie zakresów. Pomiaru są wówczas wykonywane kolejno jeden po drugim. Oprócz zakresu częstotliwości określany jest poziom tłumienia wewnętrznego tłumika analizatora, a gdy są mierzone sygnały o małych poziomach, może być uaktywniony wzmacniacz. Zaznaczenie opcji „Attenuator Auto Enable” powoduje automatyczne włączenie tłumika w sytuacji, gdy zostanie wykryty zbyt duży sygnał wejściowy. Na przebieg pomiaru mają też wpływ takie parametry, jak czas przemiatania, częstotliwość filtra RBW oraz liczba punktów pomiarowych. Przykładowy pomiar przeprowadzony z parametrami jak na rysunku 21 przedstawiono na rysunku 22.

Metodyka pomiarów

Po zdefiniowaniu parametrów przemiatania i wyświetlania można przystąpić do pomiarów. Pomiar ostateczny musi być poprzedzony pomiarem wstępnym, po którym należy wykryć maksima widma. Bez tego nie jest możliwe uruchomienie pomiaru *final scan*. Czynność ta przebiega jednak automatycznie po naciśnięciu przycisku ekranowego *Detect* znajdującego się w zakładce „Peak Table”. Maksima są zaznaczane małymi trójkącikami ustawianymi w odpowiednich punktach wykresu widma (rysunek 22). Parametry tych punktów są zestawione w tabeli widocznej pod wykresem, jednak użytkownik nie ma

- **RMS** – wyświetla skuteczne wartości mierzonych sygnałów. Detektor ten jest wykorzystywany np. w pomiarach sygnałów telekomunikacyjnych i innych charakteryzujących się złożoną strukturą (rysunek 18e).

Dla lepszego przedstawienia wzajemnych relacji między poszczególnymi trybami pracy detektora wszystkie powyższe wykresy nałożono na siebie na rysunku 18f. Tryb pracy detektora jest ustawiany niezależnie dla pomiarów *pre-* i *final scan*. Ponadto określana jest częstotliwość filtra RBW oraz czas przemiatania, a także tryb wyzwalania (rysunek 19). Przykładowe widmo przedstawiono wraz z linią limitów na rysunku 20. Tabela pod wykresem zawiera dane liczbowe



Rysunek 24. Sygnalizacja przekroczenia dozwolonych poziomów sygnału

możliwości ich przesuwania. Jeśli zachodzi konieczność mierzenia poszczególnych pików widma należy definiować markery użytkownika. W tym celu wystarczy dwa razy szybko kliknąć na wybranym pikie lub skorzystać z polecenia „Add marker”. Pozycja markera może być dokładnie skorygowana przez podanie jego częstotliwości. Skanowanie widma przebiega skokowo, jeśli więc wprowadzona częstotliwość markera różni się z częstotliwościami faktycznie zmierzonymi, zostaje ona dociągnięta do najbliższej użytej w pomiarze. Przyciski widoczne po prawej stronie wykresu widma umożliwiają przeskakiwanie wybranego markera do największego lub najmniejszego prążka widma lub przechodzenie do prążków o malejących lub rosnących poziomach.

Ikonki lupek widoczne w prawej części ekranu służą, jak nietrudno się domyślić, do powiększania lub zmniejszania fragmentów wykresu. Szkoda, że w programie nie zaimplementowano łapki przesuwającej płynnie wykres w dowolną stronę. Jest za to ikona przywracająca powiększenie, w którym zmierzone widmo mieści się w całym oknie.

Program S1210 EMI Pre-compliance Software udostępnia linie ograniczeń zdefiniowane dla kilku norm dotyczących odporności i emisji zaburzeń EMI oraz emisji przewodzonej (rysunek 23). Niezależnie od linii predefiniowanych użytkownik może wprowadzać własne definicje poprzez umieszczenie punktów załamań (częstotliwość, poziom) w specjalnej tabeli. Po wykonaniu pomiaru wszystkie dopuszczalne poziomy, są zaznaczane na czerwono w tabeli wyników (rysunek 24). Dodatkowo na wykresie może być kreślona linia marginesu obniżona w stosunku do linii ograniczeń o tyle decybeli, ile wpisano w polu „Margin”.

Krzywe korekcji

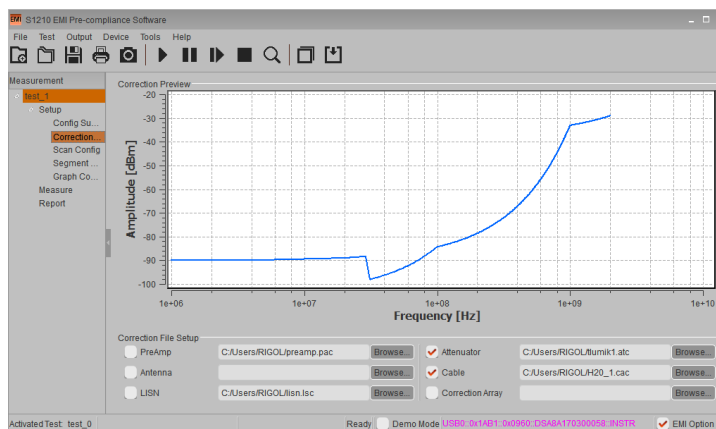
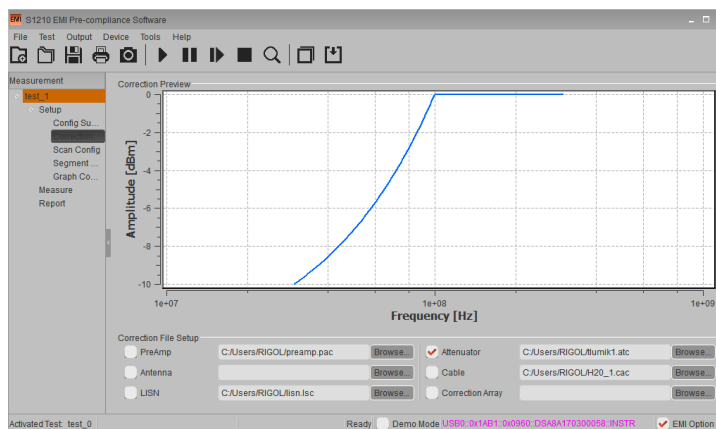
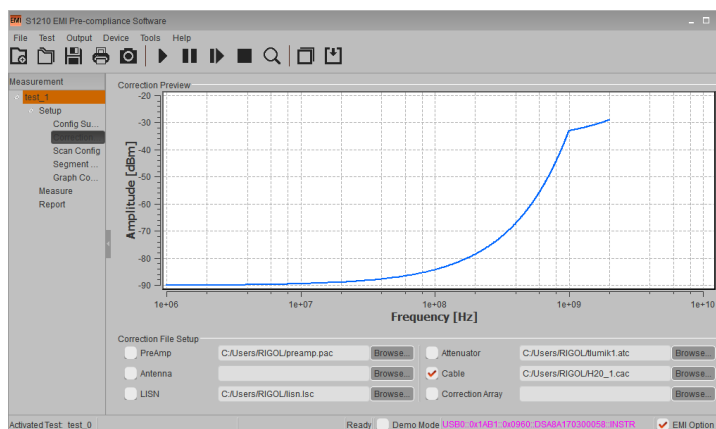
W pomiarach sygnałów w.c.z. z użyciem analizatorów widma na wynik ma wpływ szereg czynników. Praktycznie każdy element toru pomiarowego – złącza, kable, anteny, przedwzmacniacze, sprzęgacze, inne urządzenia dodatkowe, np. LISN itp., wnosi pewne tłumienie, które powinno być odpowiednio korygowane, aby wynik dotyczył samego urządzenia badanego. W pomiarach należy więc korzystać z odpowiednich tabel korekcyjnych. Tabele takie mogą być tworzone przez użytkownika niezależnie dla urządzeń typu: przedwzmacniacz, antena, LISN, tłumik, kabel i innych (np. sond pomiarowych), ogólnie określanych w programie *Correction Array*. Każdy z tych parametrów jest włączany niezależnie, co oznacza, że wypadkowa krzywa korekcji może mieć bardzo złożony kształt. Na rysunku 25a i b przedstawiono przykładowe dwie krzywe korekcyjne oraz krzywą wypadkową – rysunek 25c.

Podsumowanie

W trzech częściach artykułu opisano narzędzia oferowane przez Rigola wykorzystywane do przedcertyfikacyjnych pomiarów zaburzeń EMI. Skompletowanie własnego laboratorium zdolnego do wykonywania takich badań producenta lub dystrybutorzy sprzętu elektronicznego mogą zrealizować, przeznaczając na ten cel względnie umiarkowany budżet. Oczywiście ostatecznie nie da się uniknąć badań w laboratorium akredytowanym, ale badania przedcertyfikacyjne wykonane u siebie mogą uchronić producenta od ponoszenia niemałych kosztów związanych z badaniami certyfikacyjnymi szczególnie wtedy, gdy ich wynik końcowy nie jest pomyślny. Pomiary wstępne mogą być prowadzone z użyciem samego analizatora widma z odpowiednim

przyrządowaniem, ale przy dużym obciążeniu własnego laboratorium pomiarowego warto rozważyć zakup opisanego w tej części artykułu programu S1210 EMI Pre-compliance Software. Dzięki łatwemu tworzeniu różnych obszarów roboczych i definiowaniu indywidualnych setupów analizatora ułatwi on zarządzanie pomiarami dla wielu różnych przyrządów. Jedną z ważniejszych zalet jest ponadto generowanie raportów i archiwizacja wyników. *Summa summarum* może okazać się, że inwestycja w narzędzia do badań przedcertyfikacyjnych przyniesie korzyści finansowe. Należy jednak pamiętać o tym, że zakres pomiarowy analizatora DS815 (9 kHz do 1,5 GHz) nie pokrywa wszystkich częstotliwości określanych przez niektóre z norm.

Jarostaw Doliński, EP



Rysunek 25. Przykładowe krzywe korekcyjne dla: a) kabla pomiarowego, b) tłumika, c) krzywa wypadkowa