Herausforderungen durch Interferenzen effizient meistern

In der drahtlosen Welt ist Interferenz ein unerwünschter Nebeneffekt, der Störungen verursachen, Mobiltelefon-Anrufe unterbrechen und im Allgemeinen die Kommunikation beeinträchtigen kann. Im Fall von Mobilfunknetzen sind Interferenzen ein Teil des Netzwerks.

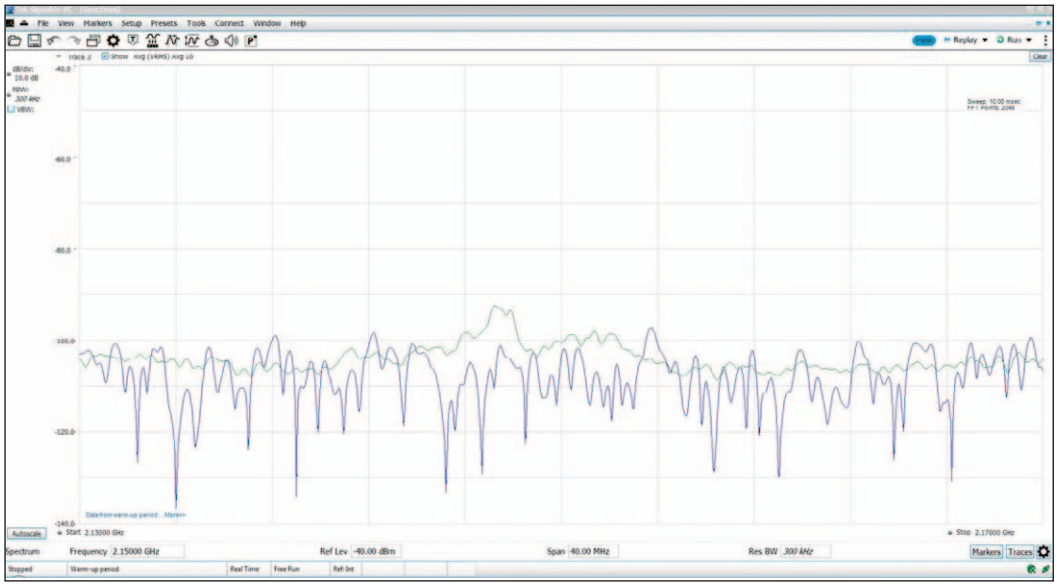


Bild 1: Beispiel eines per OTA gemessenen LTE-Signals

Inzwischen verfügen immer mehr Netzwerke über integrierte Funktionen, die Interferenzen erkennen können. Jedoch fehlt diesen Tools häufig das Hintergrundwissen, da sie nur für einige Signalarten ausgelegt sind und die Auswirkungen des Problems nur in einem einzigen Kanal messen können. Ein Spektrumanalysator ist ein für Ingenieure vertrautes Tool, um Interferenzquellen zu messen und zu identifizieren. Es gibt viele unterschiedliche Arten von Spektrumanalysatoren auf dem Markt, aber oftmals kommen kleine batteriebetriebene Geräte zum Einsatz, da man sich damit frei bewegen und Daten von mehreren Standorten vergleichen kann. Auf der Jagd nach Interferenzen besteht die erste Herausforderung darin zu bestimmen, ob das Störsignal überhaupt gemessen werden kann. Normalerweise ist der gestörte Empfänger, und das ist der erste Schritt der Untersuchung, einfach zu identifizieren. Die Herausforderung besteht darin, dass Funkempfänger sehr kleine Signale erfassen können.

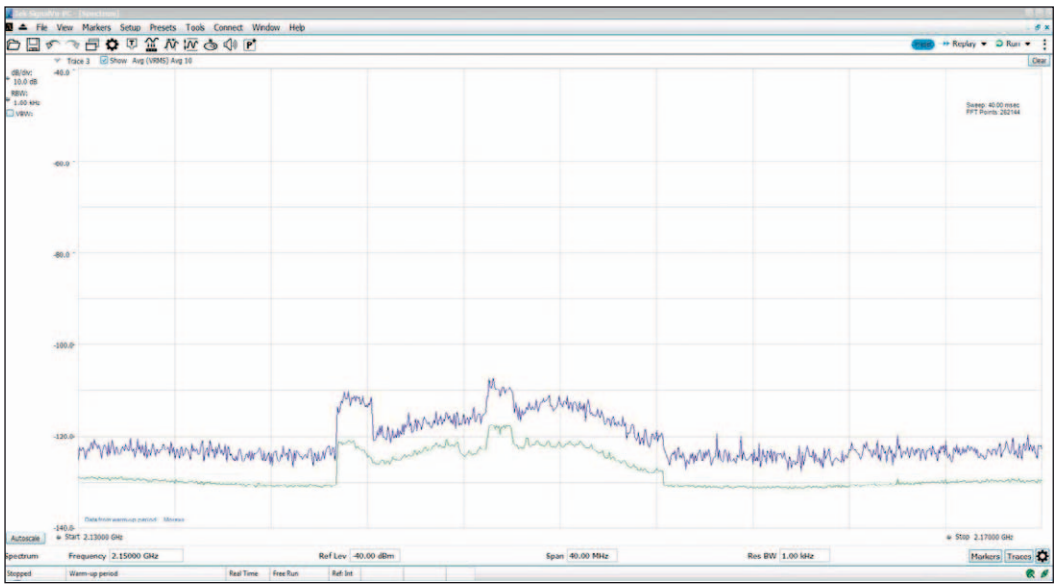


Bild 2: Ein Echtzeit-Spektrumanalysator mit einem 1-kHz-RBW-Filter verbessert die Sichtbarkeit bei LTE-Signalen

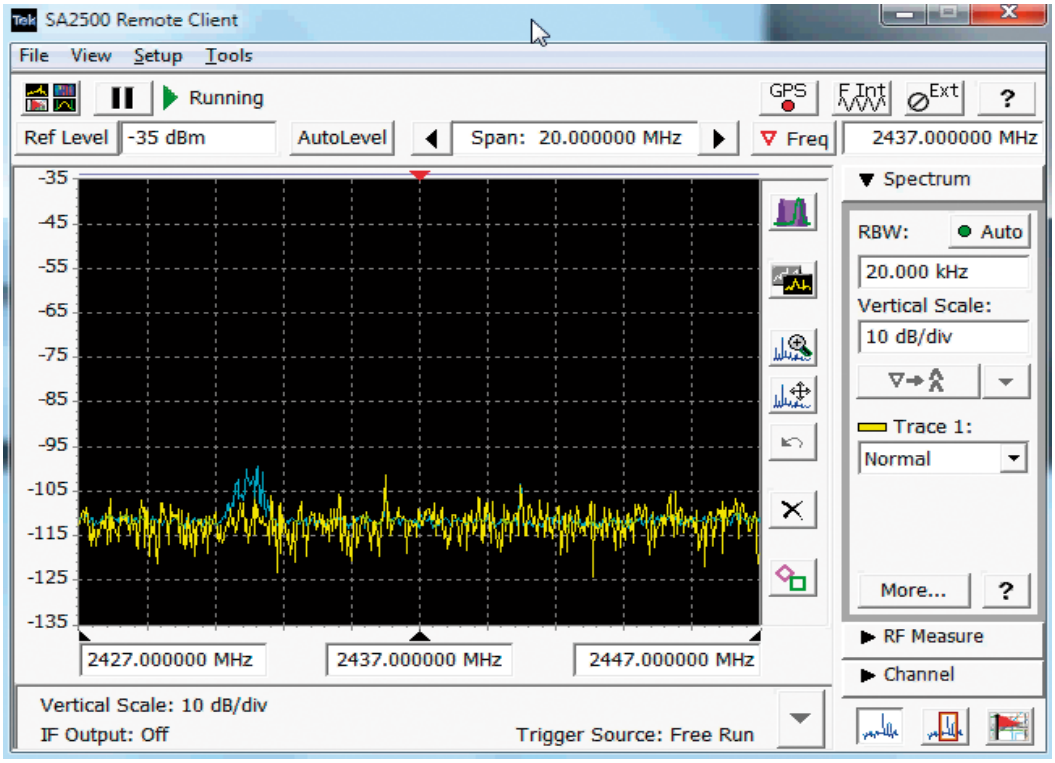
Autor:
Dean Miles
EMEA Technical Marketing Manager
bei Tektronix
www.tektronix.de

Deshalb muss der Spektrumanalysator so eingestellt werden, dass er quasi mit der gleichen Empfindlichkeit wie der gestörte Empfänger arbeitet und somit auch das Gleiche „sieht“ wie der Empfänger. Ein normaler LTE-Empfänger hat beispielsweise eine Empfindlichkeit von etwa -120 dBm. Dies bedeutet, dass alle Hochfrequenz-Störsignale auf dem Empfangskanal, die stärker als -120 dBm sind, den Betrieb des Empfängers stören können.

Es gibt zwei Parameter bei einem Spektrumanalysator, welche die Empfindlichkeit beeinflussen: der Referenzpegel (RefLvl) und die Auflösebandbreite (RBW). Die Herausforderung besteht darin, dass bei Messungen über die Luftschnittstelle (OTA - Over the Air) der Referenzpegel relativ hoch (-30 dBm) gehalten werden muss, so dass der Spektrumanalysator nicht durch die gesamte gemessene Hochfrequenz-Energie überlastet wird.

Bei den meisten Spektrumanalysatoren wird der RBW-Parameter automatisch eingestellt, und zwar auf der Basis des Frequenzbereichs, den der Anwender konfiguriert hat. Bei OTA-Messungen sollten die RBW-Werte reduziert werden, um auch kleine Signale zu erkennen, die den gestörten Empfänger beeinflussen könnten. Diese Kombination hat bei den meisten batteriebetriebenen Spektrumanalysatoren eine sehr langsame Sweep-Rate zur Folge, so dass periodisch auftretende transiente Signale mit niedrigem Pegel kaum zu sehen sind. Aber eben solche Signale verursachen störende Interferenzen.

Echtzeit-Spektrumanalysatoren adressieren dieses Problem, da sie das Spektrum mit einem schmalen RBW-Filter schneller messen können, als einfache, universelle Spektrumanalysatoren. Bild 1 zeigt ein Beispiel eines über OTA gemessenen LTE-Signals. In diesem Fall wird der Frequenzbereich auf 40 MHz eingestellt, was eine RBW von 300 kHz zur Folge hat. Die Bestimmung der Emission im Zentrum der Darstellung ist allerdings relativ schwierig. Es ist fast unmöglich, eine schmalbandige Störquelle (< 300 Kilohertz) mit dieser Einstellung zu erkennen. Bild 2 zeigt dieselbe Einstellung mit einem 1 kHz RBW-Filter. In diesem Fall hat sich die Messzeit für den LTE Kanal und die effektive Sweep-Zeit auf nur 40 ms erhöht. Das ist einer der Vorteile eines Echtzeit-Spektrumanalysators (RTSA) bei der Messung von Interferenzen auf einem Funkkanal. Derartige Geräte sind leider teuer und auch nicht mobil. Mittlerweile ist aber eine neue Klasse von kostengünstigen, batteriebetriebenen Echtzeit-Spektrumanalysatoren mit USB-Schnittstelle erhält-



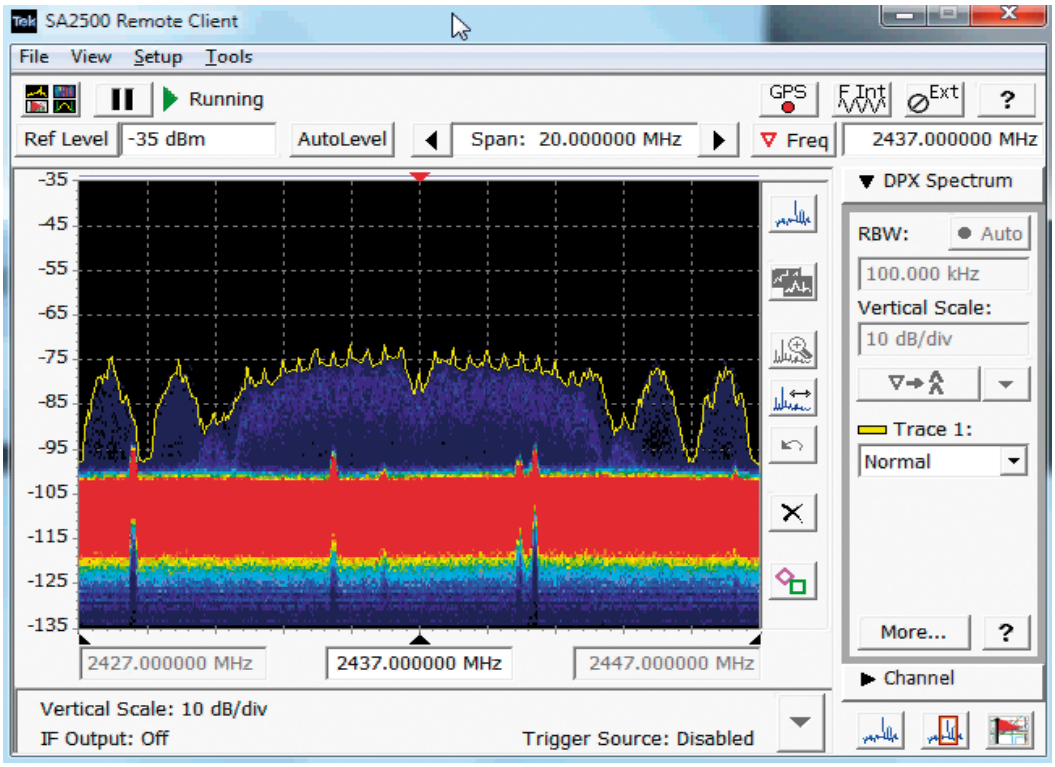


Bild 3: Ein Echtzeit-Spektrumanalysator kann sehr viel mehr Informationen darstellen, als ein konventioneller Spektrumanalysator

lich. Diese RTSAs sind praktische Geräte, um Interferenzen in unterschiedlichsten Anwendungen aufzuspüren.

Messung der Interferenz-Frequenz

Normalerweise werden die verschiedenen Trace-Modi eines Spektrumanalysators genutzt, um Hochfrequenz-Signale zu charakterisieren. Zu den gängigen Funktionen gehört die Ermittlung von Spitzenwerten, Mittelwert und Minimalwert. Allerdings lässt sich auch mit Hilfe dieser Trace-Modi nur schwierig bestimmen, wie oft ein Signal auftritt, oder ob ein Signal mit anderen Signalen im selben Frequenzbereich in Bezug steht.

RTSAs bieten eine Lösung für dieses Problem: Schnelle Spektrumdarstellung mit Nachleuchteffekt. Bei einem Echtzeit-Spektrumanalysator führt das Instrument zur Messung des Spektrums in jedem Frequenzbereich bis zum maximalen Echtzeit-Frequenzbereich kein Sweeping durch. Dadurch kann es das Spektrum Zehntausende Mal pro Sekunde messen. Allerdings lässt sich das Spektrum nicht so schnell darstellen. Um dieses Problem zu umgehen, wurden Spektrumanalysatoren mit nachleuchtenden Displays entwickelt (Bild 3).

Ein Display mit Nachleuchtefunktion (oder Digitalphosphor-Display) zeichnet die Signale übereinander auf - Pixel für Pixel - so oft, wie die Messung erfolgt. Die Farbe des Pixels verdeutlicht, wie oft ein Signal aufgetreten ist. Bei einer Temperaturskalierung bedeutet ein rotes Pixel, dass das Signal häufig vorkommt, während es bei Blau weniger häufig ist. Mit der Kombination von schnellen Spektrum-Messungen und Nachleuchten können selten auftretende Ereignisse leichter identifiziert werden. Bei der Echtzeit-Darstellung ist die Einstellung des RBW-Filters sehr sorgfältig auszuwählen. Wie bei einer normalen Spektrum-Darstellung beeinflusst das RBW-Filter sehr stark die Geschwindigkeit der Spektrum-Messungen. Eine wichtige Spezifikation eines RTSA ist die Erfassungswahrscheinlichkeit (POI - Probability of Intercept). Dieser Wert spezifiziert die minimale Signaldauer, die das Instrument sicher erfassen kann. Die Auswahl eines schmalen RBW verändert die POI der Messung - ein wichtiger Faktor, der beachtet werden muss.

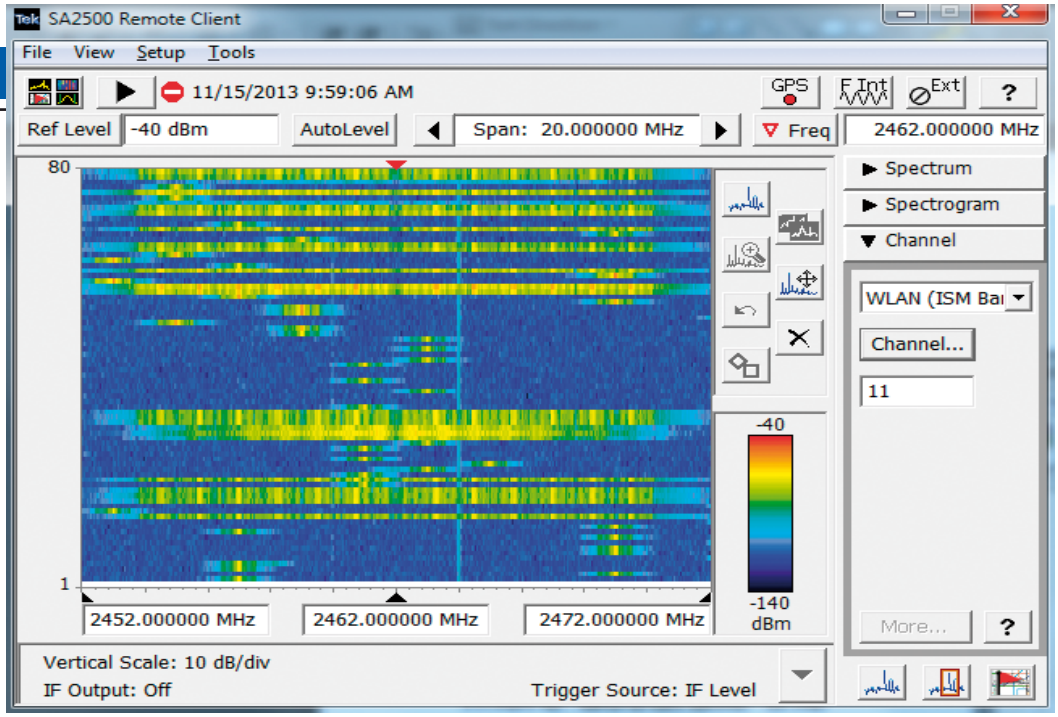


Bild 4: Das Spektrogramm ermöglicht eine Aufzeichnung des Spektrums über eine längere Zeit und die spätere Betrachtung problematischer Bereiche

Das Gesamtbild

Obwohl mit einem Nachleucht-Display eine viel größere Menge an Informationen als mit einer normalen Spektrum-Darstellung gewonnen werden kann, offenbart auch diese Methode immer noch nicht das Gesamtbild. In der modernen Funktechnik kommen verschiedene Protokolle zum Einsatz, die CCA-Verfahren (Clear Channel Assessment) nutzen. Derartige Sender können feststellen, wie stark ein Funkkanal belegt ist und starten die Übertragung erst, wenn kein anderer die Frequenz nutzt. Selbst ein schnelles Nachleucht-Display kann die Timing-Beziehungen zwischen zwei Signalen nicht darstellen. Um das Timing von Signalen zu bestimmen, wird die Spektrogramm-Funktion benötigt (Bild 4). Diese stellt die Spektrum-Daten über der Zeit dar, um zu bestimmen, wie oft die Signale aktiv sind. Spektrogramme sind eine Art Wasserfall-Anzeige, welche die Spektrum-Aktivität über der Zeit darstellen. Wie in einer typischen Spektrum-Anzeige liegen die Start-Frequenz am linken Ende und die Stopp-Frequenz am rechten Ende des X-Achse. Die Amplituden-Skala ist auf der Y-Achse aufgetragen, wobei die Farbe die jeweilige Signalamplitude verdeutlicht - rot für die höchste Amplitude und schwarz für die niedrigste. Das Spektrogramm wird aus den erfassten Spitzenwert-Daten der Nachleuchtfunktion zusammengesetzt, wobei die Menge der aggregierten Spektrum-Daten durch den Anwender festgelegt wird.

Mit diesen Steuermöglichkeiten kann der Anwender die Daten über eine längere Zeitdauer (Stunden) aufzeichnen und dann exportieren sowie die Ergebnisse weitergeben. Das ist besonders nützlich, wenn es ein schwieriges Interferenzproblem gibt und das Spektrum über eine gewisse Zeit überwacht werden muss. Bei einem Intermodulationsproblem kann das Spektrogramm helfen, die grundlegenden Elemente der Mischung zu bestimmen. Entscheidend dabei ist, dass mit einem RTSA die Spektrum-Information gleichzeitig für den kompletten Zeitbereich gemessen wird. Dies bedeutet, dass mit diesen Daten eine visuelle Korrelation der Trägersignale möglich ist, um die Timing-Beziehungen zwischen den Trägersignalen der Quelle und den Interferenzprodukten zu prüfen.

Auf zur Jagd!

Interferenzen sind unerwünschte Störungen in unserer drahtlosen Welt, die immer vorhanden sein werden. Die beste Lösung für dieses wichtige Problem sind gute Jäger mit Echtzeit-Spektrumanalysatoren, die Störsignale anzeigen können, egal, wie schwer erfassbar diese sind. ◄

Über den Verfasser:

Dean Miles is a senior EMEA Technical Marketing Manager at Tektronix responsible for Tektronix' High Performance Product Portfolio. Dean has held various positions with Tektronix during his more than 20 years with the company, including Global Business Development Manager for Tektronix RF Technologies and Business Development Manager for Tektronix' Optical Business Unit. Dean has presented Tektronix' technologies in more than 80 countries around the world, met with more than 10,000 engineers and had more than 40 technical papers published.