

Quadratur des Kreises

Klassische HF-Leistungsmesser sind klein und genau, aber nicht sehr empfindlich und weisen eine begrenzte Dynamik auf. Hier punkten die Messempfänger, die aber andere Nachteile haben. Ein revolutionärer neuer Sensortyp bringt alle guten Eigenschaften zusammen.

Empfänger bisher nur als Notlösung

Es klingt wie eine Binsenweisheit, aber wenn es darum geht, die Leistung hochfrequenter Signale genau zu messen, sind HF-Leistungsmesser die erste Wahl. Zwei Technologien zur Leistungsdetektion haben sich etabliert: die thermische Methode und die Messung mit Dioden. Thermische Leistungssensoren bestimmen die Leistung anhand der Wärme, die das Eingangssignal in einem Abschlusswiderstand erzeugt. Diodenbasierte Sensoren ermitteln die Leistung über die Gleichrichtung des Eingangssignals im quadratischen Bereich der Diodenkennlinie. Es gibt sie in verschiedenen Varianten, wobei Mehrpfad- und Breitband-Sensoren die wichtigsten Anwendungen abdecken.

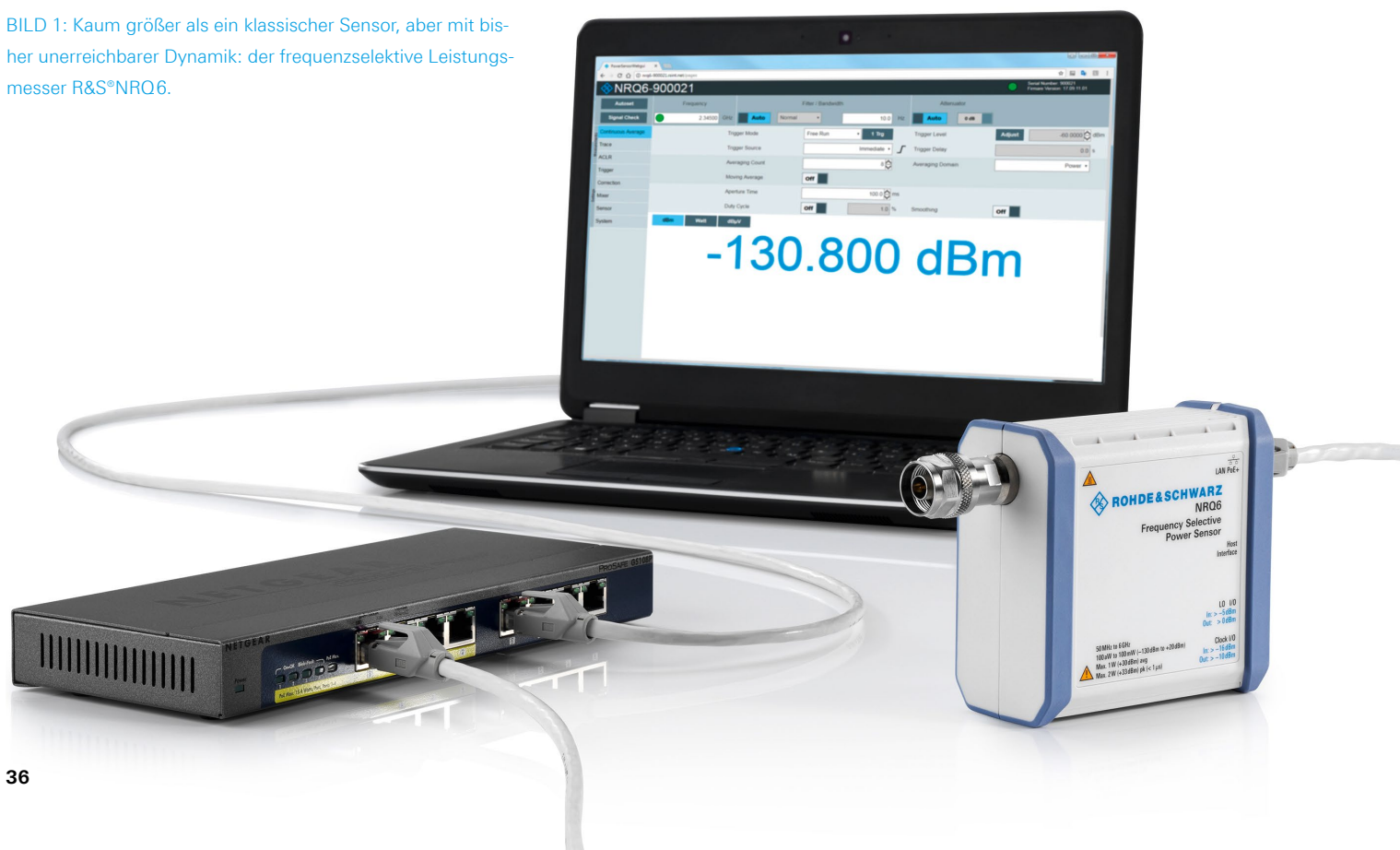
Gegenüber Messempfängern und Spektrumanalysatoren, die sich grundsätzlich ebenfalls zur Hochfrequenzleistungsmessung eignen, zeichnen sich die spezialisierten Leistungsmesser durch höhere Genauigkeit, niedrigere

Anschaffungskosten und geringeren Platzbedarf aus. Was Empfindlichkeit und Dynamikbereich angeht, sind Messgeräte nach dem Empfängerprinzip aber klar im Vorteil.

Um die Vorzüge beider Welten zu verbinden, wurde der frequenzselektive Leistungsmesser R&S®NRQ6 entwickelt (BILD 1). Er basiert auf dem Messprinzip des Empfängers, unterscheidet sich aber deutlich vom Hardwarekonzept der bekannten Messempfänger und Spektrumanalysatoren. Sein Geheimnis liegt im neuartigen Systemkonzept und einer ausgeklügelten digitalen Signalverarbeitung.

BILD 2 belegt den Quantensprung anhand typischer Eckdaten. Als Vertreter der Messempfängerwelt dient ein Mittelklasse-Spektrumanalysator. Die Daten zeigen, dass der R&S®NRQ6 das Beste aus

BILD 1: Kaum größer als ein klassischer Sensor, aber mit bisher unerreichbarer Dynamik: der frequenzselektive Leistungsmesser R&S®NRQ6.



Technologie	Untere Messgrenze	Dynamikbereich	Messunsicherheit (CW)		Anpassung / SWR	Anstiegszeit	Kleinster Pegel bei einem 2 σ -Rauschanteil $\leq 0,1$ dB und 0,1 s Messzeit
			Absolut	Linearität			
Thermisch (R&S®NRP18T)	-35 dBm	55 dB	0,05 dB	0,01 dB	< 1,13	–	-20 dBm
Dreipfad-Diode (R&S®NRP8S)	-70 dBm	93 dB	0,06 dB	0,02 dB	< 1,20	5 μ s	-48 dBm
Breitband-Diode (R&S®NRP-Z81)	-60 dBm	80 dB	0,13 dB	0,04 dB	< 1,20	13,3 ns	-26 dBm
Spektrumanalysator (typ.)	-130 dBm*	160 dB	0,40 dB	0,10 dB	< 1,8	N/A	-104 dBm
R&S®NRQ6	-130 dBm	150 dB	0,08 dB	0,02 dB	< 1,20	13 ns	-104 dBm

BILD 2: Ein Vergleich der Eckdaten verschiedener Leistungsmessertypen offenbart die Überlegenheit des neuen Konzepts.

den verschiedenen messtechnischen Ansätzen zusammenbringt. Mit ihm lassen sich auch sehr kleine HF-Leistungen schnell und genau messen. Außerdem bietet er eine vorzügliche Linearität, wie sie bisher den besten konventionellen Leistungsmessern eigen war. Der Sensor kann für verschiedene Aufgabenbereiche konfiguriert werden und bietet dann einstellungsabhängig

- einen sehr großen Dynamikbereich, der den der bisherigen Rekordhalter unter den dedizierten Leistungsmessern um Größenordnungen übertrifft, und
- eine geringe Anstiegszeit und damit zugleich eine hohe Videobandbreite, wie sie bislang nur von Spektrumanalysatoren erzielt wurde.

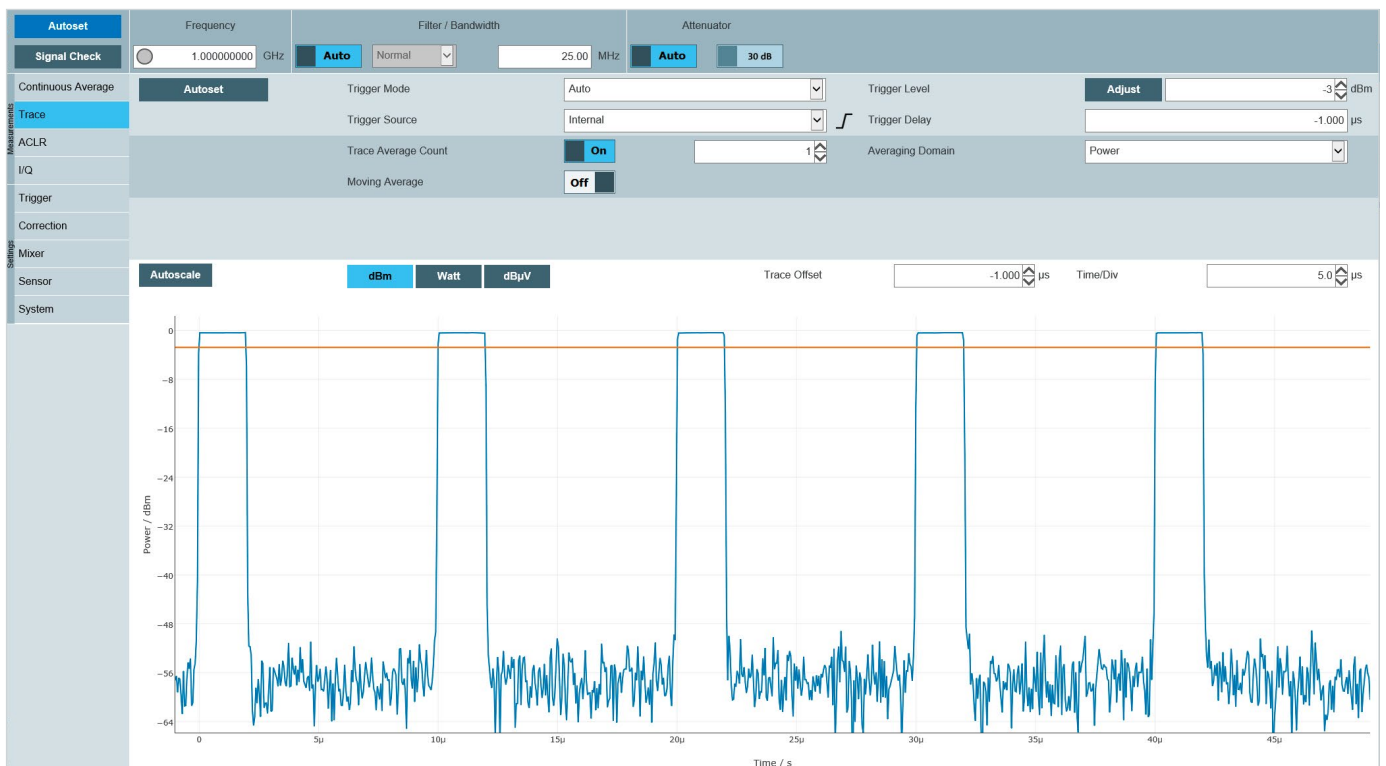
* Typ. Wert für Mittelklassegeräte bei 100 Hz RBW. Die untere Messgrenze liegt ca. 10 dB über dem Rauschgrund.

Gewohnt einfache Bedienung

Die Inbetriebnahme des R&S®NRQ6 gestaltet sich denkbar einfach. Der Sensor muss lediglich über einen PoE+-Switch (Power over Ethernet) ans LAN angeschlossen werden. Dann kann von jedem Gerät mit einem Webbrowser auf das HTML-GUI zugegriffen werden, das die Messfunktionen Continuous Average, Trace und ACLR zur Verfügung stellt (BILD 3).

Ebenso einfach erfolgt die Einstellung von Messfrequenz und Signalbandbreite. Neben der manuellen Eingabe gibt es die Möglichkeit, die Einstellung per Autoset-Funktion automatisch vornehmen zu lassen. Falls notwendig, wird selbsttätig ein 30-dB-Dämpfungsglied zugeschaltet, sodass der Sensor immer im optimalen Messbereich arbeitet.

BILD 3: Die browserbasierte Bedienoberfläche, hier mit einer Trace-Messung.



Die Messfunktionen

Continuous-Average-Leistungsmessung bis -130 dBm

Schnelle und gleichzeitig genaue Messungen sind mit herkömmlichen Dioden-Messköpfen aufgrund des hohen Rauschanteils unterhalb von -70 dBm nicht mehr möglich. Der R&S®NRQ6 hat dieses Problem aufgrund seines Empfänger-messkonzeptes nicht. Denn durch die Bandbegrenzung reduziert sich gleichzeitig auch die Rauschleistung. So kann die Leistung schmalbandiger Signale bis zu einer unteren Messgrenze von -130 dBm schnell und hochgenau bestimmt werden. Durch die Frequenzselektivität eignet sich der R&S®NRQ6 hervorragend für die Messung von Intermodulationsprodukten wie Harmonischen sowie für die isolierte Betrachtung ausgewählter Übertragungskanäle bis zu einer Bandbreite von 100 MHz; Nachbarkanäle werden bei der Messung dann nicht berücksichtigt. Dies ist beispielsweise bei Messungen an Multistandard-Basisstationen von Vorteil, wenn nur einer von mehreren Standards von Interesse ist (BILD 4).

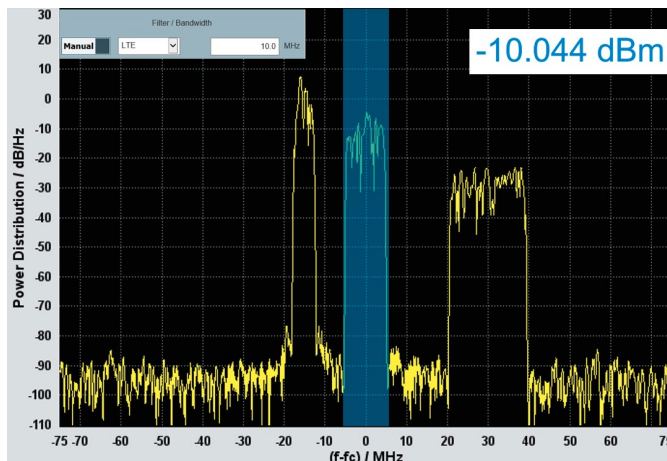


BILD 4: Die selektive Messung eines Multistandard-Basisstationskanals ist für den R&S®NRQ6 eine leichte Übung.

Trace-Messung

Für die Leistungsmessung an gepulsten Signalen ist der Trace-Modus gedacht, der das Signal im Zeitbereich darstellt (BILD 3). Mit einer Auflösungsbandbreite von z. B. 50 MHz misst der R&S®NRQ6 dank seiner Eigen-Anstiegs- / Abfallzeit von 13 ns problemlos auch sehr steiflankige Pulse. Auch im Trace-Betrieb ist ein Automatik-Modus wählbar. Dabei werden Zeit- und Pegelachse optimal skaliert. Zusätzlich wird der Trigger-Pegel so eingestellt, dass eine stabile Signaldarstellung sichergestellt ist.

ACLR-Messung

Eine Standardmessung im Mobilfunkbereich ist die ACLR-Messung (Adjacent Channel Leakage Ratio). Deshalb ist diese Messung direkt in der GUI mit vordefinierten Filtern für

3GPP-Signale konfigurierbar. Der R&S®NRQ6 erreicht eine ACLR-Performance von typisch -63 dBc für ein 20 MHz breites LTE-Signal mit einer Leistung von -20 dBm.

Wenn's besonders schnell sein muss: getriggerte Messungen

Für getriggerte Messungen werden immer höhere Messgeschwindigkeiten über eine längere Zeitspanne gefordert. Der R&S®NRQ6 verfügt über ein leistungsstarkes FPGA und einen großen Speicher, um genau diese Anforderungen zu erfüllen. So können innerhalb von 200 ms bis zu 100 000 getriggerte Messwerte in einem Pufferspeicher abgelegt und später zum Steuerrechner übertragen werden. Das entspricht einer Messgeschwindigkeit von 500 000 Messungen/s.

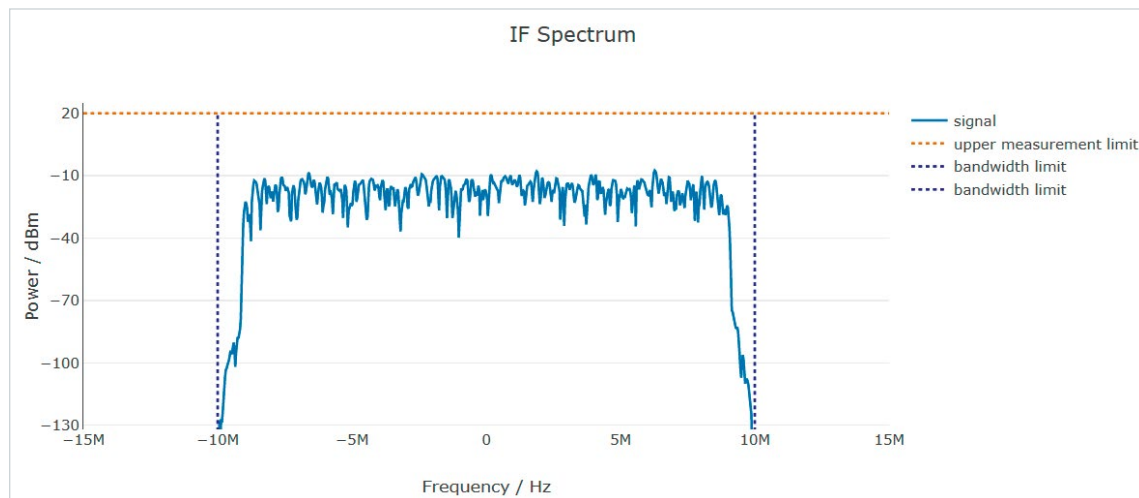


BILD 5: Der Signal Check zeigt auf einen Blick, ob die Einstellungen zum Messsignal passen.

Effektive Helfer

Automatisches Frequency Tracking

Bei der frequenzselektiven Leistungsmessung schmalbandiger Signale kann es zu störenden Schwankungen der Mittenfrequenz kommen. Ist es nicht möglich, die Quelle mit dem Referenzfrequenzeingang des R&S®NRQ6 zu verbinden, dann leistet der Frequency Tracker gute Hilfe, der das Messfenster automatisch dem driftenden Messsignal nachführt.

Spektrumsanzeige im Signal Check

Da die Leistungsmessung nur im eingestellten Frequenzbereich erfolgt, muss die Richtigkeit der Einstellungen gewährleistet sein. Über den Signal Check kann das mit einem Blick überprüft werden. Er stellt Messsignal, Messbandbreite und Pegelschranken grafisch dar, sodass es kein Vertun gibt (BILD 5).

Applikationen

Der R&S®NRQ6 eignet sich prinzipiell für alle Leistungsmessaufgaben bis 6 GHz, für die bisher die klassischen Sensortypen benutzt wurden. Bei manchen Anwendungen stehen seine Vorzüge aber besonders ins Auge.

Kalibrierung der Sendeleistung

Für den Abgleich der Ausgangsleistung von Sendern ist es notwendig, einerseits bei höheren Leistungen den Frequenzgang zu kompensieren und andererseits die Linearität bis hin zu kleinsten Pegeln zu bestimmen. Hat man bisher verschiedene Geräte dafür gebraucht, übernimmt der R&S®NRQ6 nun beide Messaufgaben. Außerdem kann er ohne zusätzliche Komponenten wie Kabel und Splitter direkt an das sendende Messobjekt angeschlossen werden, was eine höhere Stabilität, eine geringere Fehlanpassung und damit eine höhere Messgenauigkeit zur Folge hat.

HF-Frontend für die Vektorsignalanalyse

Der R&S®NRQ6 kann als HF-Frontend für die Messung vektor-modulierter I/Q-Signale dienen. Mit der Option R&S®NRQ6-K1 lassen sich I/Q-Daten mit SCPI-Kommandos abrufen und mittels externer Software demodulieren und analysieren. Für die Automation von Messungen wie EVM oder ACLR bietet sich die Testmanagement-Software R&S®Quickstep zur Ansteuerung eines Analyse-Tools an (BILD 6).

Dr. Georg Schnattinger; Michael Kaltenbach; Marcel Thränhardt

BILD 6: Wird der R&S®NRQ6 als HF-Frontend für die Gewinnung von I/Q-Daten eingesetzt, erfolgt die Auswertung durch ein Analysetool, bei Bedarf auch programmgesteuert, etwa durch die Testautomationssoftware R&S®Quickstep.

