

Signalquellenanalysator R&S®FSUP

Phasenrauschmessplatz und Spektrumanalysator bis 50 GHz

Der neue Signalquellenanalysator

R&S®FSUP (BILD 1) ist einzigartig. Als Kombination aus Phasenrauschmessplatz und High-End-Spektrumanalysator bietet er alle Funktionen zum vollständigen Charakterisieren von Oszillatoren. Und ist damit das ideale All-in-One-Messgerät zur Entwicklung hochwertiger Send- und Empfangsmodule.

Messungen auf Knopfdruck ...

Bei einfachen kommerziellen Anwendungen reicht für die Messung des Phasenrauschens ein Spektrumanalysator meist aus, z. B. der R&S®FSP mit der Applikations-Firmware für Phasenrauschmessungen R&S®FS-K40 [1]. Sind die Anforderungen an Genauigkeit und Flexibilität aber höher, wie beispielsweise beim Untersuchen von DROs, SAW- oder YIG-Oszillatoren, ist die Messung mittels der PLL- oder Phasenkomparator-Methode vorzuziehen (siehe Kasten).

Gewöhnlich erfordert die Phasenkomparator-Methode aufwändige Messaufbauten. Auch der Aufwand zum Kalibrieren des Messplatzes ist deutlich grö-

ßer als bei Messungen mit einem Spektrumanalysator. Für den R&S®FSUP trifft das nicht zu, er erledigt Messungen mit Phasenkomparator auf Knopfdruck. Und äußerst flexibel ist er auch, so dass man den Messaufbau problemlos an spezielle Anforderungen anpassen kann. Sowohl externe als auch interne Referenzquellen sind verwendbar. Die Entscheidung, an welcher Quelle die Regelung des 90°-Phasenversatzes am Komparator erfolgen soll, steht dem Anwender frei.

Ebenso wie die Messparameter Bandbreite, Filtertyp und Anzahl der Mittelungen ist auch der Offsetfrequenzbereich komfortabel konfigurierbar. Der Menüaufbau gleicht dem in der Applikations-Firmware R&S®FS-K40 und macht die

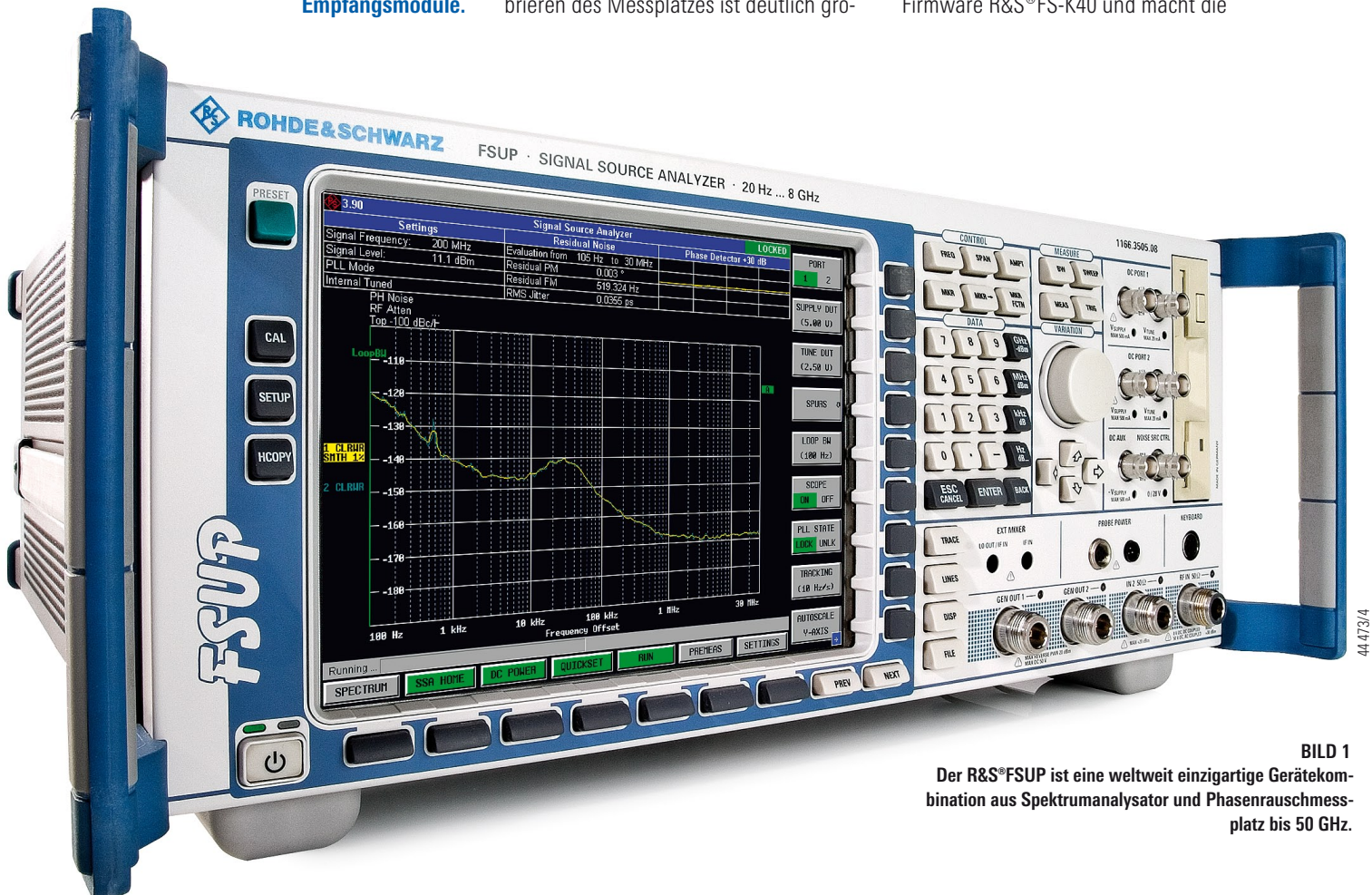


BILD 1
Der R&S®FSUP ist eine weltweit einzigartige Gerätekombination aus Spektrumanalysator und Phasenrauschmessplatz bis 50 GHz.

Bedienung – vor allem den Wechsel zwischen verschiedenen Messmodi – für den Anwender gewohnt einfach. Vordefinierte Einstellungen für schnelle oder besonders stabile Messungen erleichtern die Handhabung zusätzlich.

Nach dem Start der Phasenrauschmessung zeigen die Texteinblendungen „Unlocked“, „Locking“ oder „Locked“ den Zustand der Regelschleife bzw. ob die PLL eingerastet ist und eine erfolgreiche Messung beginnen kann. Die Schleifenbandbreite lässt sich an die jeweiligen Anforderungen anpassen, die Spannung am Phasendetektor wird während der Messung angezeigt.

... und weitere komfortable Funktionen

Ein effizienter Algorithmus kann zudem alle sinusförmig angeregten Störlinien während der Messung auflisten, die beispielsweise durch Netzfrequenzstörungen oder durch die Phasendetektorfrequenz verursacht werden (BILD 3). Alternativ besteht die Möglichkeit, definierte Störlinien herauszurechnen und zu unterdrücken. Das Gerät zeigt auch integrale Parameter wie die Rest-Phasen- oder Rest-Frequenzmodulation (Residual FM/ ϕ M) oder RMS Jitter an. Standardmäßig bezieht die Berechnung den gesamten Messbereich ein; der Anwender kann die Integrationsgrenzen aber auch selbst definieren.

Für genaue Messungen an Oszillatoren ist es notwendig, dass das Phasenrauschen des internen Referenzsignals im Vergleich zu dem des Messobjekts vernachlässigbar ist. Die interne Quelle des R&S®FSUP zeigt hervorragende Phasenrauschmesswerte (BILD 4): Bei einer Eingangsfrequenz von 1 GHz und einem Frequenzoffset von 10 kHz beträgt er -134 dBc(1 Hz), bei einem Frequenzoffset von 10 MHz nur -170 dBc(1 Hz).

Das Prinzip der Phasenkomparator-Messmethode

Diese Methode mischt das Signal des Messobjekts mit dem Signal aus einer Referenzquelle. Haben beide Signale die gleiche Frequenz, erhält man am Ausgang des Mischers oder Phasenkomparators eine Gleichspannung, die mit dem Rauschen aus Messobjekt und Referenzquelle überlagert ist (BILD 2). Sind die Signale am Phasenkomparator um 90° phasenversetzt, ist das reine Phasenrauschen messbar. Das Amplitudenrauschen ist in diesem Fall bis zu 30 dB unterdrückt. Bei einem Phasenversatz von 0° erhält man nur das Amplitudenrauschen.

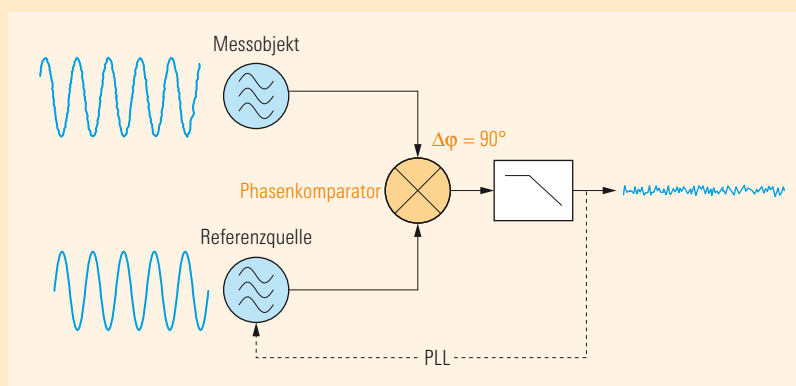


BILD 2 Prinzip der Phasenkomparatormethode: Das Referenzsignal wird mit dem Signal des Messobjekts gemischt; am Ausgang ist nach einem Tiefpass das Phasenrauschen messbar. Die Regelung des 90° -Versatzes erfolgt an der Referenzsignalquelle.



BILD 3 Typische Messung mit der Phasenkomparatormethode: Am Display sind Signalfrequenz, Pegel und Residual Noise abzulesen. Ungewollte Störlinien erkennt der R&S®FSUP automatisch, sie lassen sich ausblenden. Auch eine Liste der Störlinien (rechts oben im Display) mit genauer Frequenzangabe wird eingeblendet.

► Phasenrauschen verringern mit Kreuzkorrelation

Die Option R&S®FSUP-B60 rüstet den Signalquellenanalysator mit einem zweiten parallelen Empfangspfad bis 8 GHz aus (BILD 5). Dies erlaubt die Kreuzkorrelation zwischen den beiden symmetrischen Pfaden, womit das nicht korrelierte Eigenrauschen der beiden Referenzquellen eliminiert wird. Die Empfindlichkeit ist somit nicht mehr durch das Phasenrauschen der internen Referenzquellen begrenzt. Die Dynamik verbessert sich damit – je nach Anzahl der Mittelungen – um bis zu 20 dB (BILD 6).

High-End-Spektrumanalysator integriert

Der Signalquellenanalysator R&S®FSUP enthält einen High-End-Spektrumanalysator, mit dem das Phasenrauschen auch direkt im Spektrum gemessen werden kann. Bei dieser Methode wird die spektrale Leistungsdichte in den Seitenbändern bestimmt. Der Zeitaufwand ist höher; die Empfindlichkeit dagegen niedriger, weil der Träger nicht unterdrückt wird und somit der Dynamikbereich stark eingeschränkt ist. Außerdem kann keine Kreuzkorrelation durchgeführt werden und Amplituden- und Phasenrauschen sind nicht unterscheidbar. Die Berechnung bzw. Unterdrückung von Nebenlinien ist für den Anwender komplizierter.

Doch die Messung des Phasenrauschens mit dem Spektrumanalysator ist für manche Anwendungen unabdingbar, denn damit lassen sich deutlich größere Frequenzoffsets messen. Somit ist diese Methode als notwendige Ergänzung für Phasenrauschmessungen zu sehen und unerlässlich beim Messen von Oberwellen oder Störlinien.

Der R&S®FSUP bietet über den normalen Funktionsumfang eines Spektrum-

analysators hinausgehende interessante Features, z. B. die Messfunktion „Spurious Emissions“. In einer Liste definiert man verschiedene Sweep-Bereiche mit bestimmten Parametern, in denen der Analysator automatisch nach Stör- und Nebenlinien sucht. Dabei wertet das Gerät bis zu 100 000 Messpunkte aus und listet das Ergebnis in einer Tabelle auf.

Eine weitere wichtige Funktion zum Charakterisieren von Signalquellen ist die Messung der Nachbarkanalleistung. Komfortable Funktionen im R&S®FSUP helfen dabei, diese Messung schnell durchzuführen. Dafür stehen Standardeinstellungen zur Verfügung, der Anwender kann die Kanalbreiten und -abstände aber auch selbst definieren. Der große Dynamikbereich des Geräts setzt zudem Maßstäbe bei der Signalquellenanalyse.

Im Zeitbereich arbeitet der R&S®FSUP ähnlich wie ein AM- / FM- / ϕ M-Modulator und zeichnet das Oszillatorsignal über der Zeit auf. Dabei lassen sich Einschwing- oder Schaltvorgänge von Hochfrequenzquellen mit hoher Auflösung darstellen.

Oszillatoren komplett charakterisieren

Um die Kennlinien eines Oszillators aufzunehmen und dessen Phasenrauschen mittels der Phasenkomparator-Methode messen zu können, muss der Anwender die Versorgungs- und Abstimmspannung für den Oszillator genau einstellen. Dafür bietet der R&S®FSUP zwei unabhängige, sehr rauscharme DC-Ausgänge, deren Versorgungs- und Abstimmspannungen in übersichtlichen Menüs einzeln einstellbar sind (BILD 7). In welcher Reihenfolge die verschiedenen Spannungen beim Start der Messung zugeschaltet werden sollen, ist ebenfalls definierbar. Für spezielle Anwendungen ist ein

zusätzlicher Ausgang mit negativer Versorgungsspannung vorhanden.

Praxisgerecht ist die Möglichkeit, bei konstanter Versorgungsspannung die Abstimmspannung zu verändern (Abstimmkennlinie) oder umgekehrt bei konstanter Abstimmspannung die Versorgungsspannung zu variieren (DC-Abhängigkeiten). Auch eine Kombination aus beiden Varianten (Pushing) steht zur Verfügung. Zusätzlich kann das Gerät nicht nur charakteristische Parameter der Grundwelle, sondern auch die der Oberwellen messen. Für die Skalierung der x-Achse besteht die Wahl zwischen der Abstimmspannung oder der Frequenz.

Fazit

Mit seiner maximalen Eingangsfrequenz von 50 GHz und der weltweit einzigartigen Kombination aus Phasenrauschmessplatz und Spektrumanalysator in einem Gerät ist der R&S®FSUP das optimale Instrument für Entwicklung und Fertigung: Die Investitionen für die Signalquellenanalyse sind deutlich geringer, die Messaufbauten sind übersichtlicher und die Flexibilität größer. Alle Funktionen sind auch via LAN oder GPIB fernsteuerbar, so dass sich der Signalquellenanalysator einfach in Fertigungslinien integrieren lässt.

Hagen Eckert; Dr. Wolfgang Wendler

Weitere Informationen und Datenblatt unter www.rohde-schwarz.com
(Suchbegriff: FSUP)

LITERATUR

- [1] Spektrumanalysatoren R&S®FSP / FSU / FSQ: Phasenrauschmessplätze in einzigartiger Qualität. Neues von Rohde & Schwarz (2005) Nr. 186, S. 24–26.

BILD 4 Typisches Phasenrauschen der internen Referenzquelle des R&S®FSUP bei verschiedenen Eingangsfrequenzen.

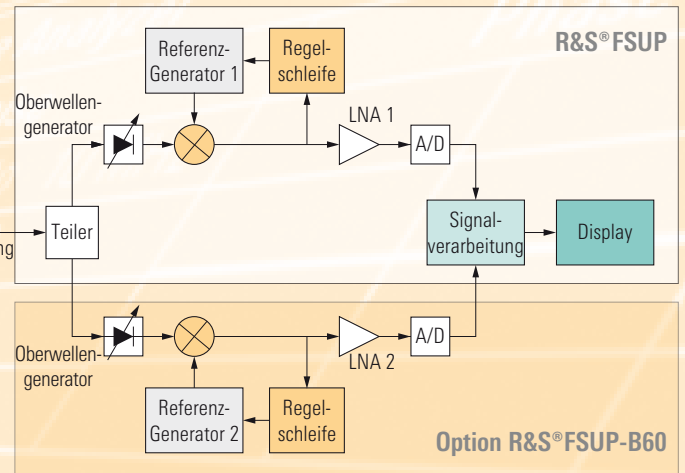
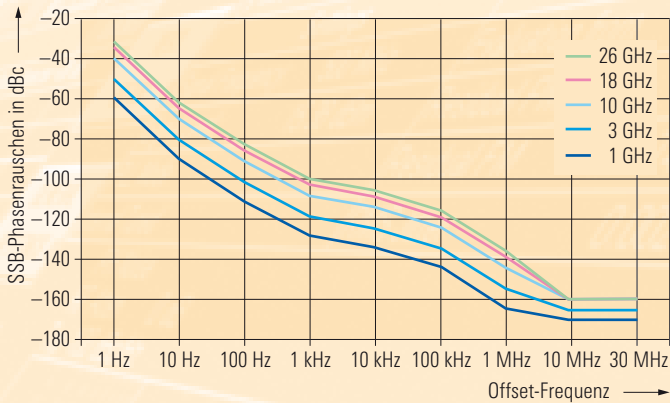


BILD 5 Prinzip der Kreuzkorrelation zur Erhöhung der Empfindlichkeit bei Phasenrauschmessungen.

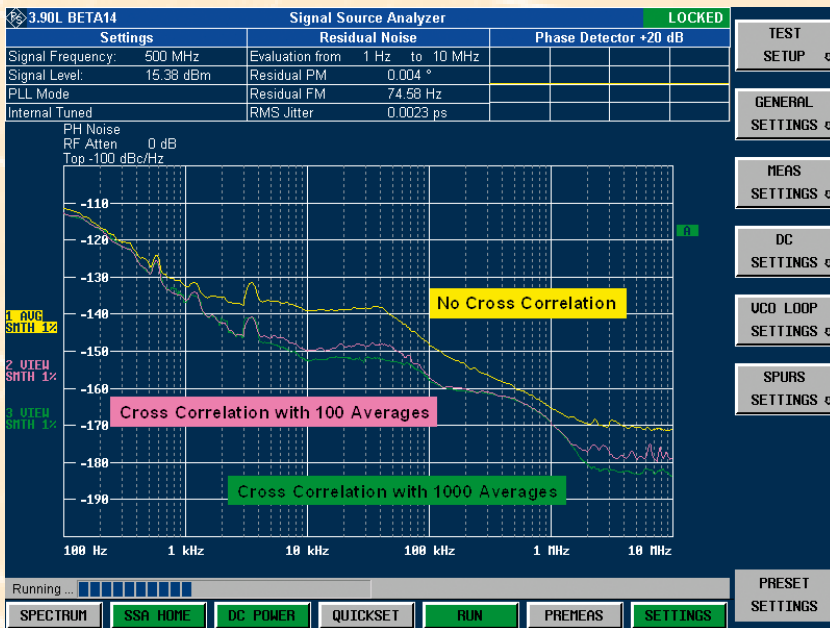
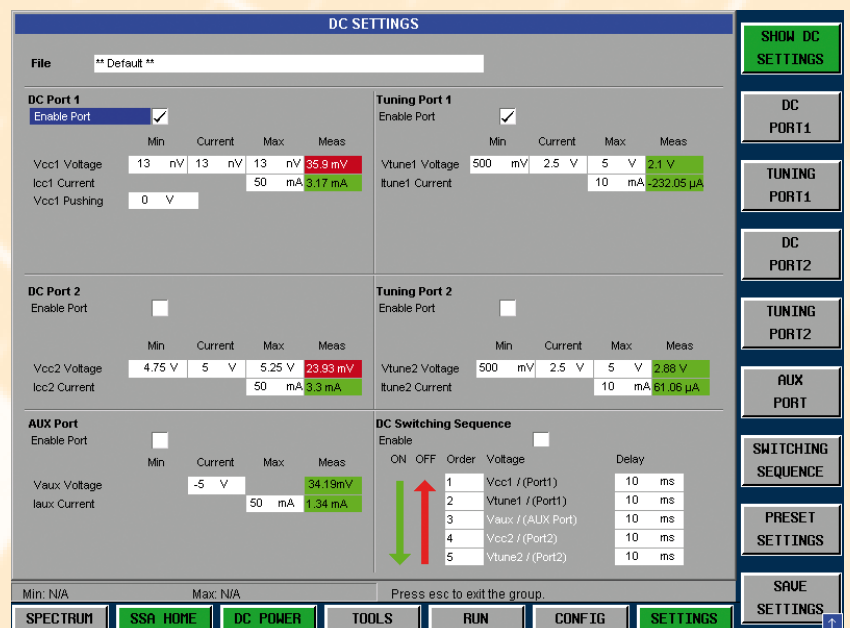


BILD 6 Die Messung an einem Oszillator mit nachgeschaltetem Filter veranschaulicht die Verbesserung der Empfindlichkeit durch die Kreuzkorrelation. Die gelbe Kurve zeigt eine Messung ohne Kreuzkorrelation, bei den beiden anderen Messungen wurde sie angewendet. Es ist gut zu erkennen, wie – je nach Anzahl der Mittelungen – eine Verbesserung der Empfindlichkeit bis 20 dB erreicht wird.

BILD 7 Menü zur Einstellung der DC-Anschlüsse und des Anschlusses für negative Versorgungsspannung.



Die wichtigsten Abkürzungen

DRO	Dielectric Resonator Oscillator
PLL	Phase-Locked Loop
SAW	Surface Acoustic Wave
VCO	Voltage-Controlled Oscillator
YIG	Yttrium-Iron Garnet