



43978

**BILD 1** Die neue Applikations-Software R&S FSQ-K70 erweitert den Signalanalysator R&S FSQ für hochgenaue Messungen der Modulationsparameter digital modulierter Signale.

### Signalanalysator R&S FSQ

## Applikations-Software für die präzise Vektorsignalanalyse

**Die neue Applikations-Software R&S FSQ-K70 erweitert den Anwendungsbereich des Signalanalysators R&S FSQ (BILD 1) für hochgenaue Messungen von Modulationsparametern digital modulierter Signale. Mit der großen Messbandbreite von 28 MHz und den frei konfigurierbaren Demodulatoren für alle üblichen Modulationsarten ist der erweiterte R&S FSQ ein äußerst flexibles Werkzeug für die Vektorsignalanalyse.**

### Geringer Eigenfehler, präzise Demodulation

Der Signalanalysator R&S FSQ [1] setzt das HF-Eingangssignal mit hoher Dynamik und geringem Phasenrauschen auf die letzte Zwischenfrequenz um, digitalisiert diese mit einer Auflösung von 14 bit und mischt sie anschließend in das I/Q-Basisband. Mit Hilfe eines patentierten Verfahrens korrigiert er den I/Q-Datenstrom um die Amplituden- und Laufzeitverzerrungen des gesamten HF-Empfangspfades und minimiert damit dessen Einfluss auf das Messsignal. Damit schafft er die Voraussetzung für einen sehr geringen Eigenfehleranteil bei der Messung von Modulationsfehlern wie der Error Vector Magnitude (EVM) auch bei Übertragungsverfahren mit höheren Symbolraten. Dieser beträgt zum Beispiel nur 1% bei einem 64 QAM-Signal mit 10 MHz Symbolrate (BILD 2).

### Normgerechte Messungen dank vorbereiteter Standards

Für die vektorielle Messung der Modulationsparameter üblicher digitaler Funkübertragungsstandards wie WCDMA 3GPP, CDMA2000, GSM, EDGE, NADC, PDC, PHS, *Bluetooth*<sup>™</sup> und TETRA bietet die R&S FSQ-K70 [2] definierte Grundeinstellungen. Nach der Auswahl des gewünschten Standards aus einer Tabelle wird das Gerät mit der gespeicherten Einstellung konfiguriert und ermöglicht sofort standardkonforme Messungen (BILD 3).

Die vordefinierten Einstellungen umfassen neben Modulationsart (PSK, MSK, QAM, FSK), Filterung (Raised Cosine, Root Raised Cosine, Gaussian), Symbolrate und der Festlegung der zu analysierenden Signaltbereiche auch die Ergebnisdarstellungen.

Der Anwender kann oft benötigte Einstellungen zum Standard erklären und unter beliebigem Namen speichern. Dadurch kann der Analysator sehr schnell zwischen unterschiedlichen Messszenarien wechseln. Aufwändige manuelle Neukonfigurationen des Geräts gehören damit der Vergangenheit an. Besonders vorteilhaft ist diese Möglichkeit bei der Änderungen von Normen oder beim Erscheinen eines neuen digitalen Standards. Die erforderlichen Modifikationen bzw. die Neuerstellung kann der Anwender sofort vor Ort vornehmen, ohne dass eine neue Geräte-Firmware geladen werden muss. Versehentlich gelöschte werkseitige Standards können selbstverständlich wieder hergestellt werden.

## Ladbare Mapping-Dateien

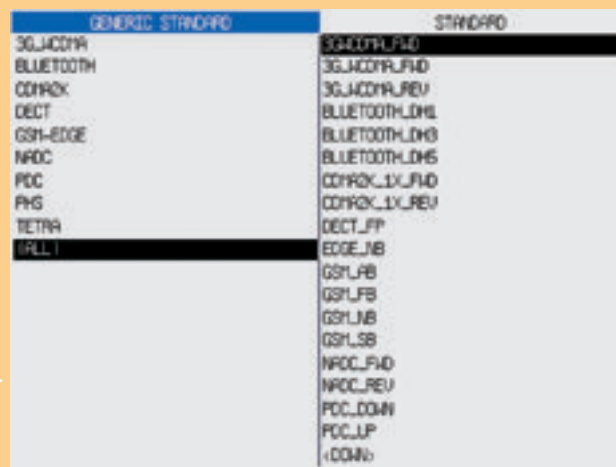
Die Entwicklung neuer Übertragungsverfahren erfordert oft Symbol-Konstellationen, die in den am Markt erhältlichen Analysatoren noch nicht enthalten sind. Dies ist mit der FSQ-K70 kein Problem mehr. Mit dem Programm MAPWIZ – das auf einer Rohde&Schwarz-Internetseite zum freien Download bereitsteht – ist es dem Anwender nun erstmals möglich, eigene Konstellationen zu erstellen, auf das Messgerät zu übertragen und somit auf neue Standards frühzeitig zu reagieren. Man benötigt ergänzend lediglich das weit verbreitete Simulationsprogramm MATLAB™. Die BILDER 4 und 5 zeigen eine auf diese Weise entworfene Konstellation.

## Erweiterte Trigger- und Messmöglichkeiten

Die R&S FSQ-K70 ermöglicht das Triggern auf externe Triggerereignisse, Bursts und im Datenstrom enthaltene Synchronisationssequenzen (Pattern). Die Triggerung ist wahlweise auf ein oder sogar auf mehrere Synchronisations-Pattern gleichzeitig möglich. Am Beispiel von GSM bedeutet dies, dass der Analysator nach allen Trainingssequenzen TSC0 bis TSC7 sucht und ohne Kenntnis des tatsächlich gesendeten Patterns stabil demoduliert. Die Triggerung auf Burstsignale ist sehr fein parametrierbar. Der Analysator ermittelt die Pegelschwellenwerte normalerweise automatisch, alternativ können diese aber auch manuell vorgegeben werden. ▶



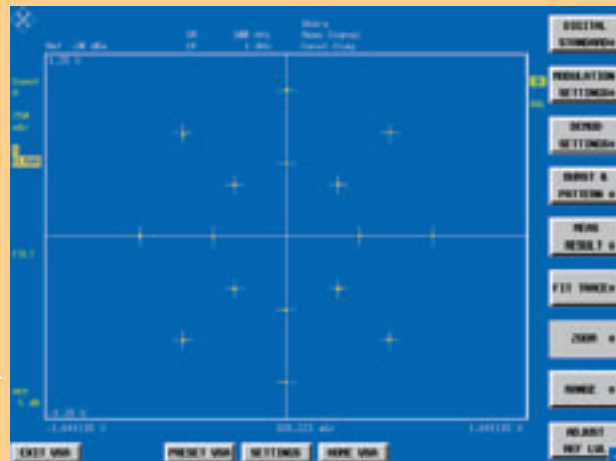
**BILD 2**  
Konstellationsdiagramm, numerische Ergebnisanzeigen und decodierte Symbole eines 64 QAM-Messsignals.



**BILD 3**  
Auswahl eines Standards über eine Tabelle.



**BILD 4**  
Entwurf einer benutzerdefinierten Konstellation.



**BILD 5**  
Konstellationsdiagramm eines Messsignals mit benutzerspezifischer Konstellation.

- Einzigartig ist jedoch die einfache Möglichkeit, Bursts zu messen, die unterschiedliche Modulationsarten enthalten. So enthält z. B. ein Burst nach IEEE 802.11b einen BPSK-modulierten Synchronisationsteil am Anfang, gefolgt von einem QPSK-modulierten Nutzanteil. Die BILDER 6 und 7 zeigen die Konstellationsdiagramme der Teilbereiche sowie den Amplitudenverlauf des gesamten Bursts.

### Messung an gefilterten und ungefilterten Signalen

Die neue Vektorsignalanalyse stellt bereits die Empfangs- und Messfilter zur Verfügung, die von den Normen zur Fehlermessung vorgeschrieben sind. In vielen Fällen ist es jedoch erforderlich, die Modulationsfehler für ungefilterte Signale zu ermitteln. Auf Knopfdruck kann zwischen der Analyse ungefilterter bzw. gefilterter Signale umgeschaltet werden. BILD 8 zeigt das Vektordiagramm eines ungefilterten  $3\pi/8$ -BPSK Signals (EDGE).

Diese Funktion eröffnet vollkommen neue Analysemöglichkeiten:

- ◆ Leistungsmessungen an Burstsignalen ohne Umschalten in den Modus Spektrumanalysator
- ◆ Messen nichtlinearer Signalverzerrungen
- ◆ Statistische Auswertungen

### Statistische Analyse, Verteilung und Standardabweichung

Jede der genannten Signal- oder Fehlerdarstellungen über der Zeit kann mit einem einfachen Tastendruck auf eine statistische Darstellung umgeschaltet werden. Über die statistische Verteilung des Mess- bzw. des Fehlersignals lassen sich Rückschlüsse auf die Art des Modulationsfehlers ziehen (z. B. Rauschstörer, Sinusstörer oder Signalkompression)

(BILD 9 und 10). Durch die Ermittlung der statistischen Kenngrößen im Messgerät entfällt die aufwändige und zeitraubende Nachbearbeitung der Messdaten in einem externen Steuerrechner.

Die Ergebnistabelle Modulation Accuracy enthält numerische Ergebnisse der wichtigsten Signal- und Fehlerparameter (BILD 11). Diese Tabelle ist ebenfalls einfach auf statistische Auswertungen erweiterbar, in ihrem linken Teil sind die Ergebnisse der aktuellen Messung aufgeführt, während im rechten Teil der quadratische und der lineare Mittelwert sowie die Standardabweichung angegeben sind. Für den Messparameter EVM wird zusätzlich der 95%-Wahrscheinlichkeitswert („95 percentile“) errechnet.

### Nichtlineare Verzerrungen

Eine interessante und für die Entwicklung von Verstärkern sehr nützliche Neuerung in der R&S FSQ-K70 ist die Messung und Darstellung nichtlinearer Kennlinien. Die Software generiert aus dem demodulierten Bitstrom das ideale Sendesignal mit wählbarer Überabtastung. Der Analysator vergleicht das Messsignal mit dem idealen Sendesignal an allen Abtastzeitpunkten und stellt anschließend die Pegel- und Phasenfehler über dem Pegel des idealen Signals dar. Über viele Messwerte gemittelt ergibt sich daraus die Darstellung der AM/AM- und der AM/ $\phi$ M-Konversion – wichtige Kenngrößen zur Dimensionierung und Optimierung vor allem von Leistungsverstärkern. Diese Verzerrungsmessung ist nicht auf kontinuierliche Signale beschränkt, sondern auch auf TDMA-Signale wie z. B. bei EDGE anwendbar.

BILD 12 zeigt die AM/AM-Konversion (oben) und die AM/ $\phi$ M-Konversion (unten) am Beispiel eines verzerrten 16QAM-Signals (BILD 13).

### Höchste Messgeschwindigkeit

Die Vektorsignalanalyse im R&S FSQ ist einzigartig in ihrer Messgeschwindigkeit und -genauigkeit. Ursache dafür sind hochintegrierte ASICs zur Signalverarbeitung (Frequenzgangentzerrung, Taktatenumsetzung und digitale Mischung), ein leistungsstarker Floating-Point-Signalprozessor zur Demodulation sowie ein Pentium®-Prozessor zur Ablaufsteuerung, Auswertung und Darstellung der Messergebnisse.

Bei Messungen an GSM- oder EDGE-Signalen z. B. werden Messraten von bis zu 40 Messungen/s erreicht. Dadurch sind Abgleichvorgänge ohne Wartezeit auf das Messergebnis, aber auch statistische Messreihen in sehr kurzer Zeit durchführbar. In der Produktion sorgt die hohe Messgeschwindigkeit für einen hohen Durchsatz und in Verbindung mit der geringen Messunsicherheit für eine hohe Ausbeute.

Hagen Eckert

Weitere Informationen und Datenblätter unter [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com) (Suchbegriff: FSQ-K70)



Datenblatt R&S FSQ



Datenblatt R&S FSQ-K70



Handbuch zur R&S FSQ-K70

#### LITERATUR

- [1] Signalanalytoren R&S FSQ: Bandbreite und Dynamik für künftige Systeme und Verfahren. Neues von Rohde & Schwarz (2002) Nr. 174, S 17–21.
- [2] Bedienhandbuch für FSQ-K70 (Download von der Website von Rohde & Schwarz)

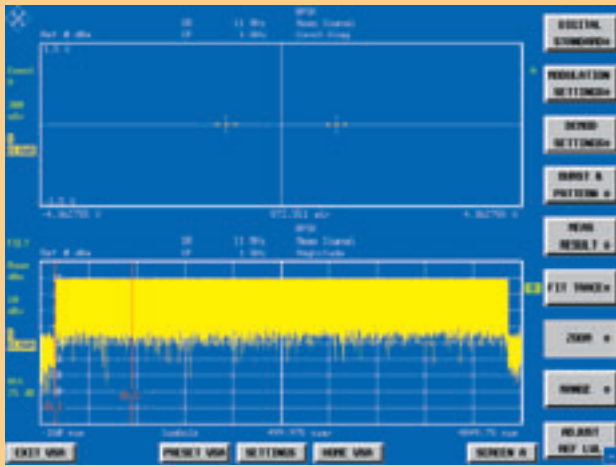


BILD 6  
Burst nach  
IEEE 802.11b;  
BPSK-Teil.

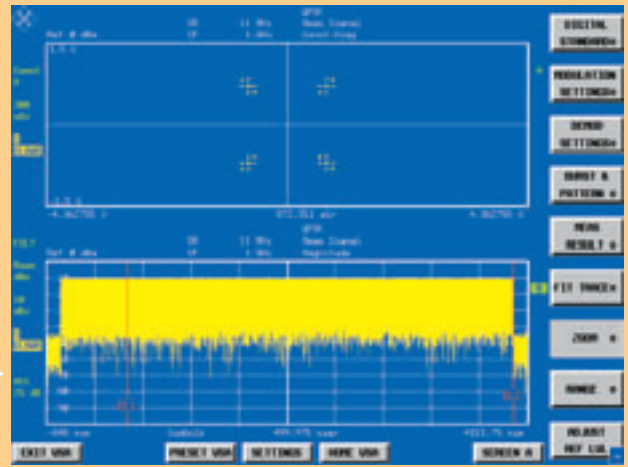


BILD 7  
Burst nach  
IEEE 802.11b;  
QPSK-Teil.

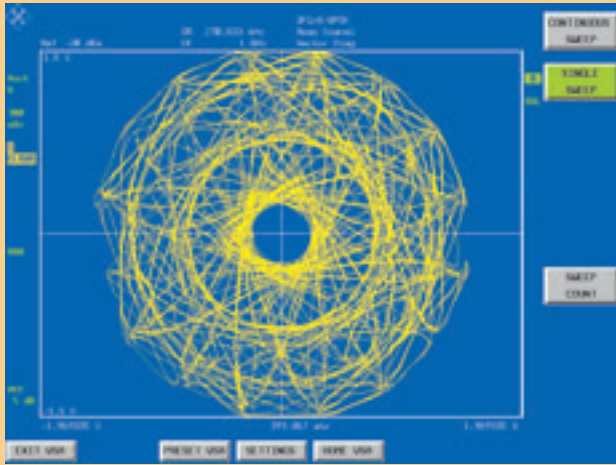


BILD 8  
Ungefiltertes  
 $3\pi/8$ -8PSK-Signal  
(EDGE).

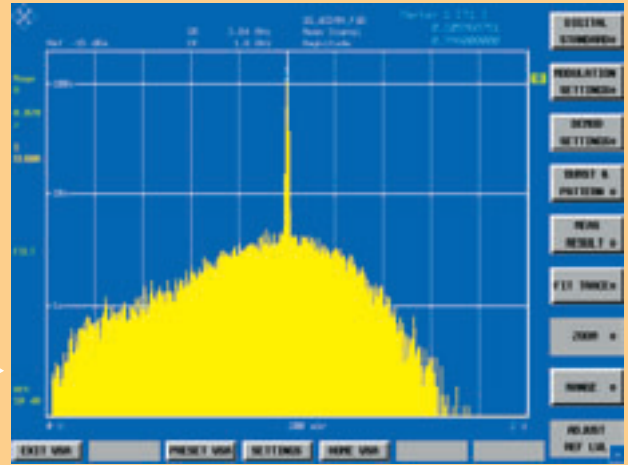


BILD 9  
Wahrscheinlichkeits-  
dichtefunktion (PDF)  
eines WCDMA-Mess-  
signals ohne überla-  
gerten Sinusstörer.

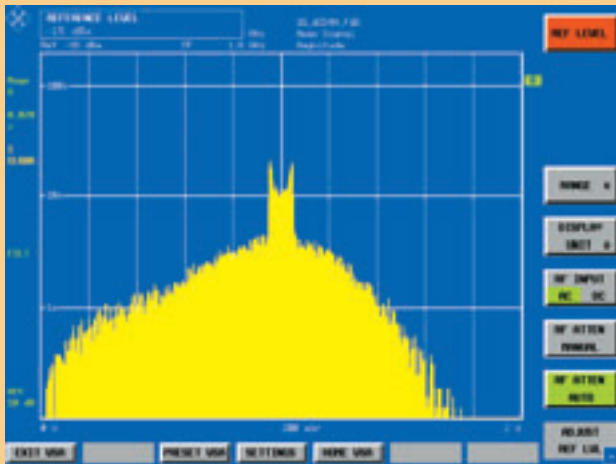


BILD 10  
Wahrscheinlichkeits-  
dichtefunktion (PDF)  
eines WCDMA-Mess-  
signals mit überlager-  
tem Sinusstörer.

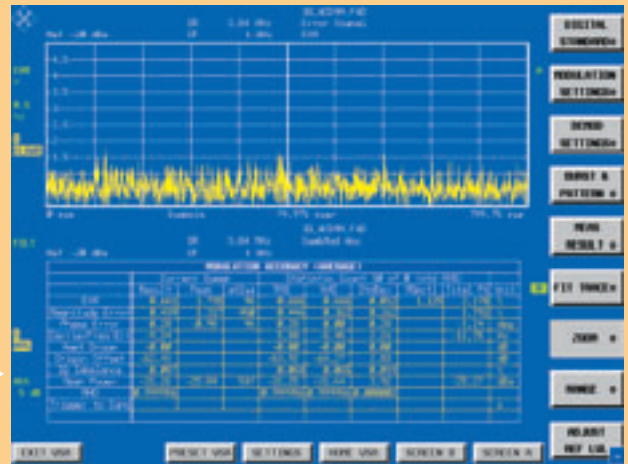


BILD 11  
Unteres Diagramm:  
Statistische Auswer-  
tungen über mehrere  
Messungen.

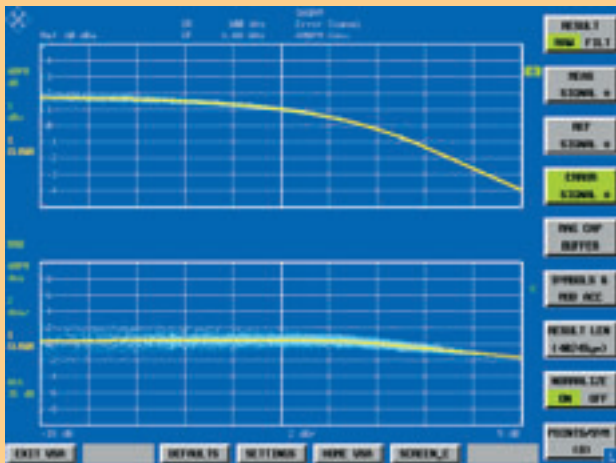


BILD 12  
Verzerrungskennlinien  
AM/AM- bzw AM/φM-  
Konversion. Blau: die  
einzelnen Messpunkte;  
gelb: die interpolierte  
Konversionskurve.



BILD 13  
Nichtlineare  
Verzerrungen,  
16QAM-Konstellati-  
onsdiagramm.