

Version  
02.00August  
2004

## Vektorsignalanalysator R&S® FSQ-K70

Universelle Demodulation, Analyse und Dokumentation von digitalen Funksignalen

- ◆ Für die wichtigsten Standards der Mobilfunkkommunikation:
  - GSM & EDGE
  - WCDMA-QPSK
  - cdma2000-QPSK
  - Bluetooth®
  - TETRA
  - PDC
  - PHS
  - DECT
  - NADC
- ◆ Für alle gängigen digitalen Modulationsverfahren:
  - BPSK, QPSK, OQPSK
  - $\pi/4$  DQPSK
  - 8PSK, D8PSK,  $3\pi/8$  8PSK
  - (G)MSK
  - 2, 4, (G)FSK
  - 16, 32, 64, 128, 256 (D)QAM
  - 8VSB
- ◆ Symbolrate 25 MHz, erweiterbar auf bis zu 81,6 MHz
- ◆ I/Q-Demodulationsbandbreite 28 MHz, erweiterbar auf bis zu 120 MHz
- ◆ Optimale Ergebnisdarstellung:
  - Inphase- und Quadratursignale über der Zeit
  - Betrag und Phase über der Zeit
  - Augendiagramm
  - Vektordiagramm
  - Konstellationsdiagramm
  - Tabelle mit Modulationsfehlern
  - Demodulierter Bitstrom
  - Statistische Auswertung der Modulationsparameter
  - Spektrale Auswertung
  - Verstärkerverzerrungsmessungen



**ROHDE & SCHWARZ**

## Universelle Analyse von digitalen Funksignalen

Die Option Vektorsignalanalysator erweitert den hochwertigen Signalanalysator R&S®FSQ durch universelle Demodulations- und Analysefunktionen für digitale Funksignale bis auf Bitstromebene. Die Option unterstützt alle gängigen Mobilfunkstandards.

## Messung und Analyse von digitalen Modulationssignalen

Digital modulierte Signale müssen gemessen und analysiert werden? Mit der Option Vektorsignalanalysator des R&S®FSQ ist das im analogen Basisband oder in der HF Lage bis zu 40 GHz leicht möglich.

Neben Standardmessungen wie der Bestimmung von Modulationsgenauigkeit, Trägerrest oder Amplitudeneinheitlichkeit kann auch die Informationsstatistik dieser Parameter, so z.B. die Standardabweichung des über 10 Messungen berechneten Trägerfrequenzfehlers, angezeigt werden.

Da die Option R&S®FSQ-K70 digitale Signale analysieren kann, ist sie ein ideales Werkzeug für die Entwicklung und Fertigung.

## Vielseitig im Labor

Vielleicht möchten Sie künftige oder firmeneigene Standards entwickeln, unkonventionelle Formate verwenden oder Synchronisationssequenzen ändern.

Der R&S®FSQ mit Option R&S®FSQ-K70 bietet dabei Unterstützung durch frei wählbare Bit- und Symbolraten, Filter, Modulationsarten und Synchronisationsfolgen. Es können auch eigene generische Standards erzeugt und gespeichert sowie Einstellungen gespeichert und jederzeit aufgerufen werden.

## Gerüstet für zukünftige Standards

Mit Hilfe der Option R&S®FSQ-B72 lässt sich die standardmäßige Demodulationsbandbreite von 28 MHz auf 60 MHz für Frequenzen unter 3,6 GHz und auf 120 MHz für Frequenzen über 3,6 GHz erweitern.

## Effizient in der Fertigung

Die hohe Messgeschwindigkeit von 60 Sweeps/s im Analysatorbetrieb und von typ. 20 Messungen/s bei Messungen mit der Vektorsignalanalyse-Funktion sind ideal für den Einsatz in der Fertigung. Die hohe Flexibilität erlaubt die Konfiguration von Multistandard-Testsystemen, die problemlos an die wechselnden Anforderungen in der Fertigung angepasst werden können.

## Alle Mobilfunkstandards auf Knopfdruck

Die hohe Flexibilität des Analysators geht keinesfalls mit komplizierter Bedienung einher: Alle wichtigen digitalen Modulationsstandards können per Knopfdruck aktiviert werden. Das Gerät ist dann vollständig für normgerechte Messungen konfiguriert. Die entsprechenden Synchronisationsfolgen werden selbstverständlich zusammen mit dem Standard angeboten.

## Multi-Messtechnik in nur einem Gerät

Die Signalanalysatoren R&S®FSQ mit der Option R&S®FSQ-K70 ersetzen mehrere Einzelgeräte:

- ◆ einen hochwertigen Spektrumanalysator
- ◆ einen Vektordemodulator
- ◆ einen Zustandsanalysator

## Funktionsprinzip der Vektorsignalanalyse

Ein schneller A/D-Wandler digitalisiert das ZF-Signal, so dass alle nachfolgenden Analyseschritte rein digital durchgeführt werden können, was praktisch fehlerfrei und sehr langzeit- und temperaturstabil erfolgt. Nach der A/D-Wandlung läuft die digitale Umsetzung in das Basisband mit gleichzeitiger Aufspaltung des Signals in Real- und Imaginärteil. Somit steht die gesamte Signalinformation für weitere Analysen zur Verfügung.

Das Signal wird in einem digitalen Signalprozessor (DSP) bis auf Bitebene demoduliert. Aus dem so gewonnenen Datenstrom wird ein ideales Signal berechnet. Dieses Bezugssignal wird mit dem Messsignal verglichen. Das Differenzsignal enthält alle Modulationsfehler (siehe Blockdiagramm).

BLUETOOTH ist eingetragenes Warenzeichen von Bluetooth SIG, Inc., USA und für Rohde & Schwarz lizenziert.

GENERIC STANDARD	STANDARD
3G_WCDMA	3G_WCDMA_FHD
BLUETOOTH	3G_WCDMA_FHD
CDMA2K	3G_WCDMA_REV
DECT	BLUETOOTH_LDH1
GSM-EDGE	BLUETOOTH_LDH3
NADC	BLUETOOTH_LDH5
PDG	CDMA2K_1X_FHD
PHS	CDMA2K_1X_REV
TETRA	DECT_LP
(ALL)	EDGE_LB
	GSM_LB
	GSM_LF
	GSM_LB
	GSM_LB
	GSM_LB
	NADC_FHD
	NADC_REV
	PDG_DOWN
	PDG_UP
	<DOWN>

Liste der Standards

Eine Besonderheit des R&S®FSQ ist das neu entwickelte digitale Backend, das vom Fortschritt der ADC- und ASIC-Entwicklung profitiert. Zeitaufwändige Auswertelgorithmen können direkt in die Hardware implementiert werden – eine Voraussetzung für schnelle Messung und hohe Genauigkeit.

- ◆ A/D-Wandler 81,6 MHz
  - Optionaler zweiter A/D-Wandler für Basisband-Eingänge
  - Optionaler A/D-Wandler 326,4 MHz, SFDR >58 dB
- ◆ Digitaler Hardware-Resampler zur Anpassung der Abtastrate auf ein Vielfaches der Symbolrate
- ◆ Abtastraten von 10 kHz bis 326,4 MHz, anpassbar an die Modulationsrate
- ◆ SFDR >80 dBfs
- ◆ Digitale Abmischung auf das Basisband mit hoher Ausgangsbandbreite (120 MHz bezogen auf HF)

### Darstellung des Verstärkereinflusses auf das Signal

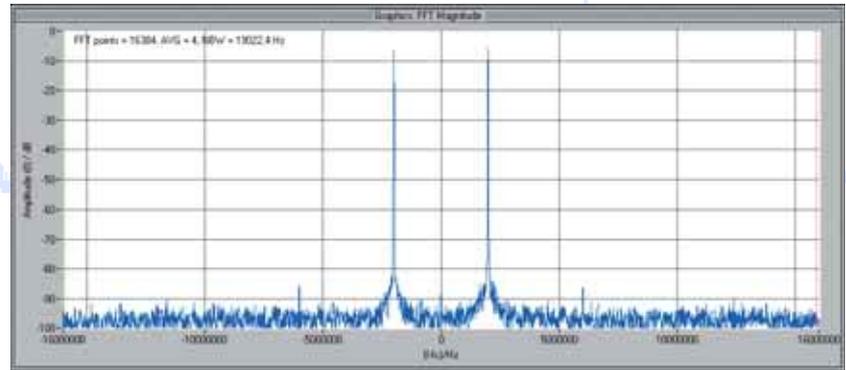
Durch Analyse des Unterschieds zwischen dem Bezugssignal und dem zu messenden Signal kann der Analysator die Verteilung des Amplituden- und Phasenfehlers als eine Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion anzeigen.

Des Weiteren lassen sich die Phasen- und Amplitudenfehler in Bezug auf die Signalamplitude analysieren. Die Ergebnisse können die Ursache von Modulationsfehlern aufzeigen und helfen, den optimalen Arbeitspunkt für den Verstärker zu finden.

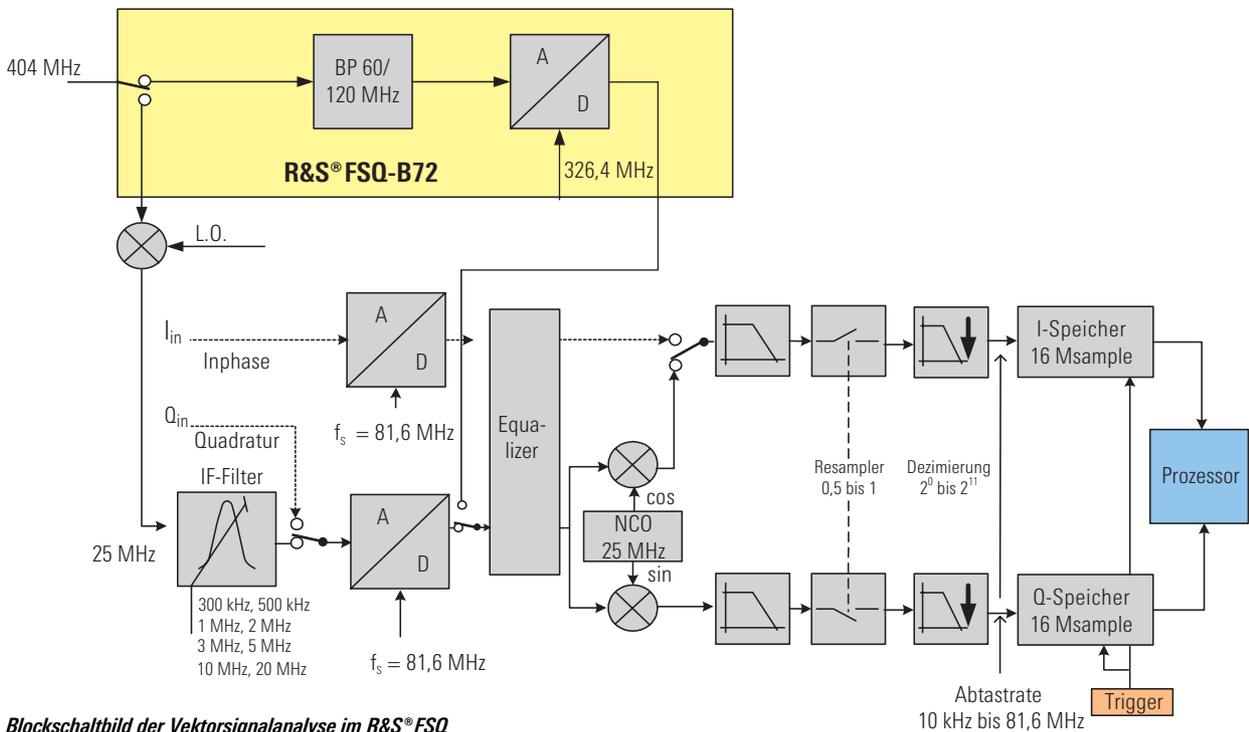
### Auffinden seltener Ereignisse

Durch Aktivieren der Multiburst-Suchfunktion lässt sich der gesamte verfügbare Speicher von 16 Msample mit fortlaufenden Daten füllen. Anschließend kann der Speicher zur Lokalisierung spezieller Ereignisse durchsucht werden.

Liegt ein Burstsignal mit nur sporadischen Störungen vor, so müssen das Signal lediglich aufgenommen und die Bursts einzeln durchfahren werden, bis der gestörte Burst gefunden ist. Anschließend kann mit Hilfe der Analysefunktionen des R&S®FSQ K70 die Störungsquelle lokalisiert werden.



**Differenztonfaktor von I/Q-Daten: Ein verzerrungsfreier Übertragungsbereich ist wichtig für Verstärkermessungen; das Diagramm zeigt die Intermodulationsseigenschaften der I/Q-Daten eines Zweitonsignals**



**Blockschaltbild der Vektorsignalanalyse im R&S®FSQ**

## Applikationen

### Messungen an Teilen des Signals (1)

Standardkonforme Messungen in TDMA-Systemen, z.B. bei EDGE, erfordern eine Zeitreferenz von Synchronisationsfolgen auf Pre- oder Midamble. Dies erfolgt im PATTERN SEARCH-Betrieb, bei dem der Analysator auf vorgegebene oder benutzerdefinierte Synchronisationssequenzen triggert. Dadurch sind nicht nur bereits etablierte Standards mit hoher

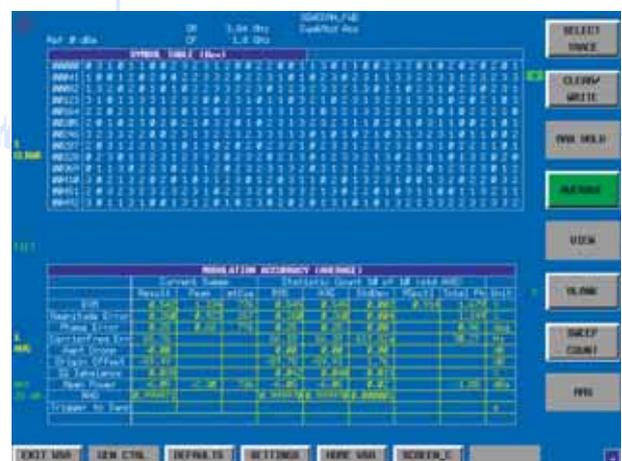
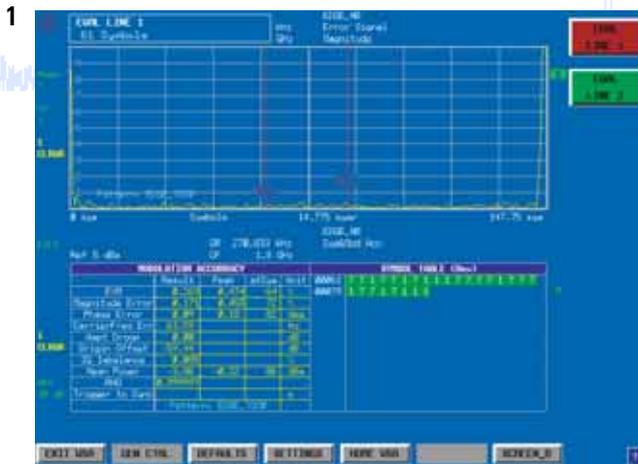
Genauigkeit messbar, sondern auch davon abweichende Einstellungen bei Neuentwicklungen. Als weitere Triggermöglichkeiten stehen zur Verfügung:

- ◆ Extern
- ◆ Burst
- ◆ IF Power

Bild 1 zeigt ein Beispiel, in dem die Modulationsqualität nur in der Trainingssequenz eines EDGE-Signals gemessen wird.

### Messungen des Modulationsfehlers von EDGE-Signalen (2)

Der obere Teil des Bildschirms (A) zeigt den Vektorfehler eines EDGE-Signals über der Zeit, der untere Teil eine Übersicht aller in einem Burstsignal gemessenen relevanten Fehler sowie mehrere statistische Parameter, die über 10 Bursts berechnet wurden.



**Messungen der Modulationsgenauigkeit an WCDMA-Mobiltelefonen (3 und 4)**

Der niedrige inhärente Vektorfehler der Option R&S®FSQ-K70 von <0,6% (effektiv) reduziert die Ungenauigkeit erheblich. Toleranzen wie ein effektiver Vektorfehler von 17,5% für WCDMA sind daher für das Messobjekt nahezu vollständig zulässig, was den Toleranzspielraum erweitert.

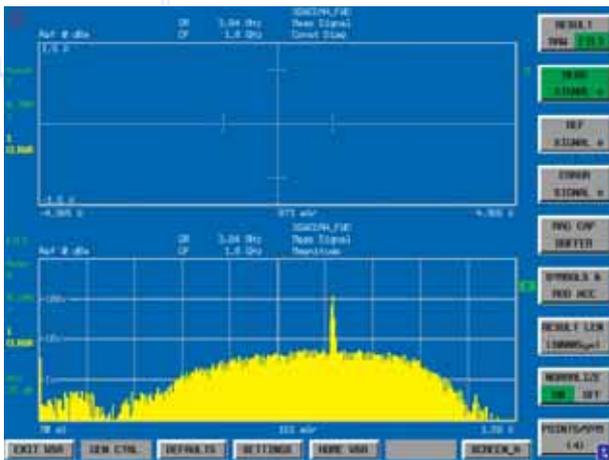
Die demodulierten Bits und die gefundenen Fehler werden unter SYMBOL TABLE/MODULATION ACCURACY aufgelistet. Die Bitsequenzen und die Fehler können über den schnellen IEC-Bus oder die 100-Mbit LAN-Verbindung des Analyzers ausgelesen werden.

Das Konstellationsdiagramm des QPSK-Signals und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Amplituden sind unten dargestellt.

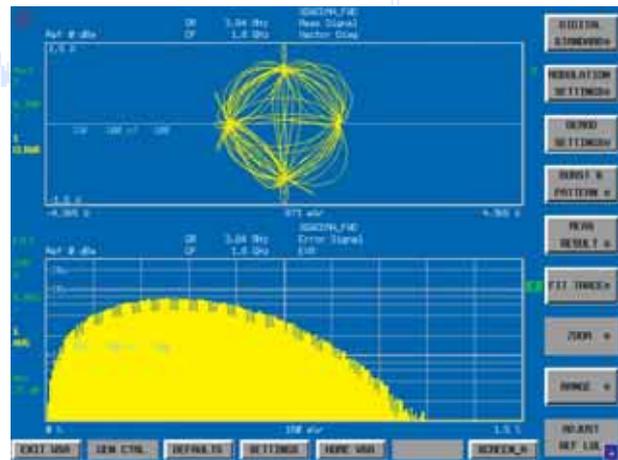
**Komfortable Analyse mit dem Vektordiagramm (5)**

Das Vektordiagramm ermöglicht eine komfortable Analyse der reduzierten Modulationsgenauigkeit, verursacht z.B. durch Linearitätsfehler, Phasenrauschen oder amplitudenabhängigen Phasengang von Verstärkern, Umsetzern etc. Der obere Teil des Bildschirms (A) zeigt das gesamte Konstellationsdiagramm, der untere Teil (B) die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Vektorfehlers.

4



5

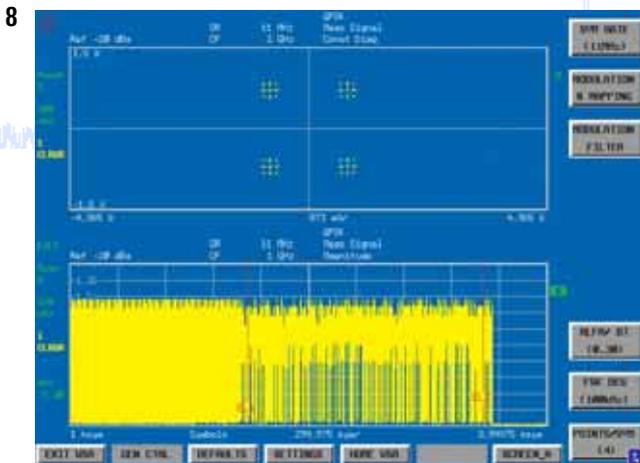
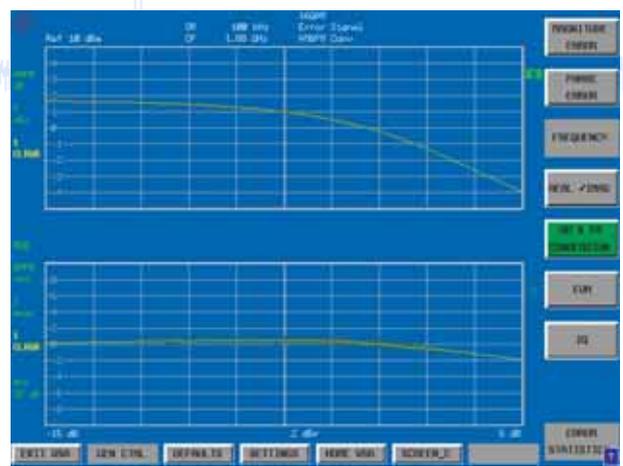


**Beispiel einer AM/ $\phi$ M und AM/AM-Verzerrung mit 16QAM-Signal (6 und 7)**

Bild 6 zeigt das Konstellationsdiagramm, in dem die äußeren Konstellationspunkte aufgrund der Verstärkerkompression zur Mitte des Diagramms hin verschoben sind. Bild 7 zeigt die AM/AM- und die AM/ $\phi$ M-Konversionskurve des gleichen Signals.

**Konstellationsdiagramm WLAN IEEE 802.11b (8)**

Signale, bei denen die Modulationsart die Signalqualität ändert, können mit dem R&S®FSQ-K70 analysiert werden. Das Konstellationsdiagramm in der oberen Hälfte der Anzeige wird aus dem QPSK-Teil eines IEEE 802.11b-Signals berechnet, das mit den roten Anzeigelinien markiert ist. Aufgrund des Gauss-Impulsformungsfilters, das vom Sender benutzt wird, ist das Signal nicht frei von Intersymbolinterferenzen; die Symbolpunkte sind nicht einzelne Punkte, sondern sie sind in einem Quadrat verteilt.



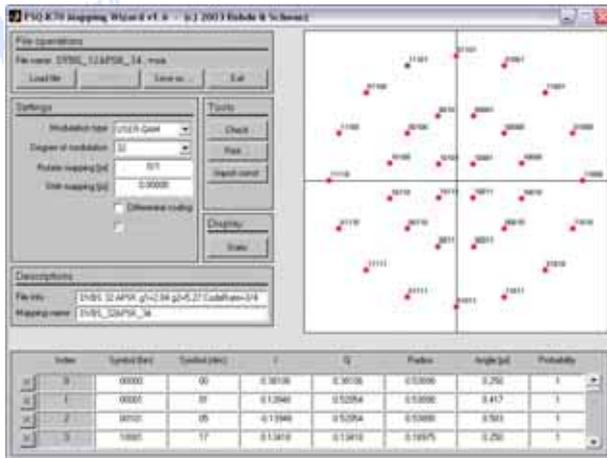
## DVB-S-Konstellationsdiagramm (9 und 10)

Mit Hilfe des Software-Tools MAPWIZ, das zum kostenlosen Download auf der Rohde&Schwarz-Website zur Verfügung steht, lässt sich ein Mapping des DVB-S-Signals erzeugen. Das Mapping wird in den R&S®FSQ K70 importiert und dort als Konstellationsdiagramm des gemessenen DVB-S-Signals angezeigt.

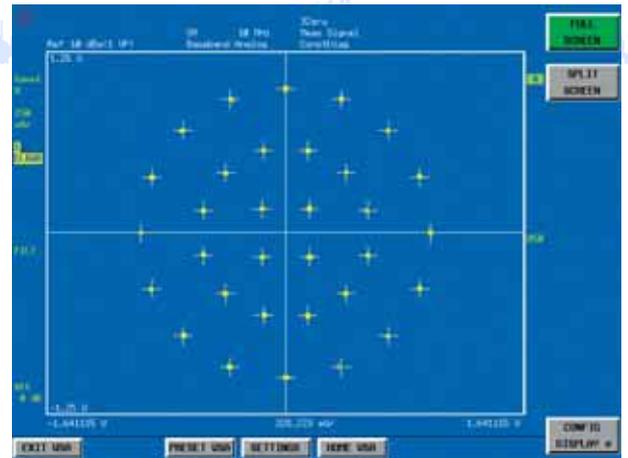
## Spektrale Auswertung von Messergebnissen (11)

Das abgebildete Spektrum der Error Vector Magnitude (EVM) des EDGE-Signals weist ausgeprägte Spitzen auf. Diese zeigen an, dass ein Störer mit einer bestimmten Frequenz im Signal vorhanden ist. Mit Hilfe dieser spektralen Auswertung können Entwickler die Ursachen erhöhter EVM leichter identifizieren.

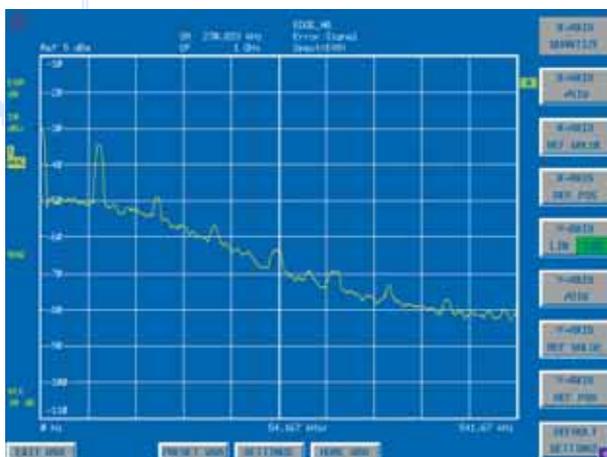
9



10



11



Technische Daten siehe PD 0758.1706.21  
und unter [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)  
(Suchbegriff: FSQ-K70)



**ROHDE & SCHWARZ**