

Vektor-Signalanalyse FSE-B7 zu den Spektrumanalysatoren FSE

– digitale und analoge Mobilfunksignale universell demodulieren, analysieren, dokumentieren

Für alle in der Mobilfunkkommunikation üblichen Standards:

- GSM/DCS 1800/PCS 1900
- NADC
- TETRA
- PDC
- PHS
- DECT
- QCDMA (IS95)

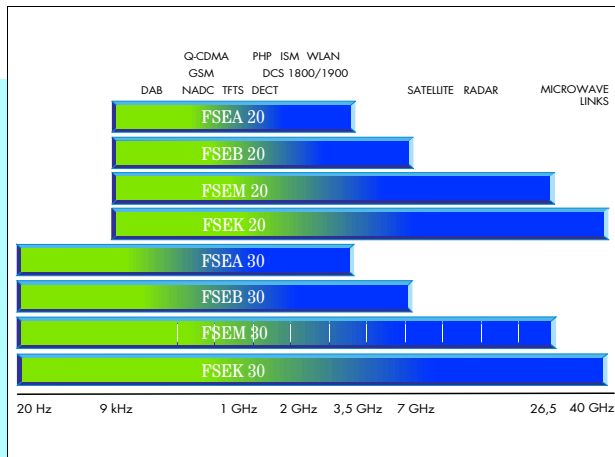
Für alle gängigen digitalen und analogen Modulationsverfahren:

- BPSK
- QPSK, O-QPSK
- $\pi/4$ -DQPSK
- 8PSK, 8DPSK
- (G)MSK
- (G)FSK
- 4FSK
- 16QAM
- AM/FM/ ϕ M

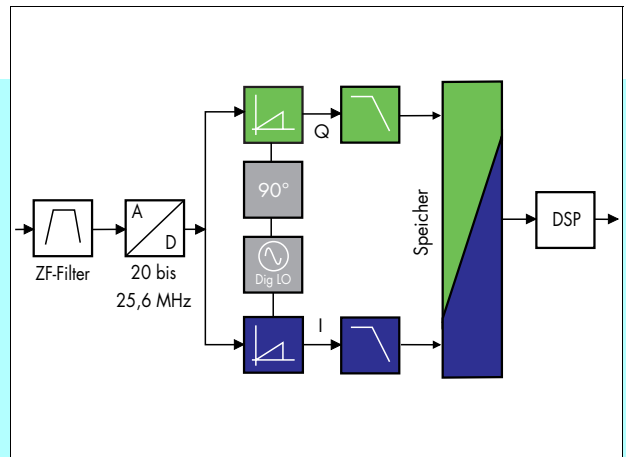
Meßergebnisse immer optimal dargestellt:

- Inphase- und Quadratursignal
- Betrag, Phase
- Augen- oder Trellisdiagramm
- Vektordiagramm
- Constellation-Diagramm
- Tabellen mit Modulationsfehlern
- Demodulierter Bitstrom

Eigenschaften



Die Option Vektor-Signalanalyse ist mit allen Analysatoren der FSE-Familie einsetzbar und deckt damit zukunftssicher den Frequenzbereich bis 40 GHz ab.



Funktionsprinzip der Option Vektor-Signalanalyse FSE-B7.

Digitale Mobilfunksignale universell analysieren

Die Option Vektor-Signalanalyse erweitert die hochwertigen Analysatoren FSE für die universelle Demodulation und Analyse digital modulierter Mobilfunksignale bis auf Bitstromebene. Sie unterstützt alle in der Mobilfunkkommunikation üblichen Standards.

Analog modulierte Signale messen und auswerten

Sie wollen auch analoge amplituden-, frequenz- oder phasenmodulierte Signale messen und auswerten? Mit der Option Vektor-Signalanalyse in dem Mikrowellenspektrumanalysator FSEK ist dies sogar bis 40 GHz ganz einfach möglich!

Damit erschließen sich neben üblichen Messungen wie der Bestimmung des

Frequenzhubs oder des Modulationsgrades insbesondere auch Messungen des Frequenzeinschwingens oder Störhubmessungen an Synthesizern oder Sendern.

Da die Option FSE-B7 analog und digital modulierte Signale analysieren kann, ist sie ein ideales Werkzeug in Entwicklung und Fertigung z. B. von Dual-Mode-Mobilfunkgeräten.

Flexibel im Labor

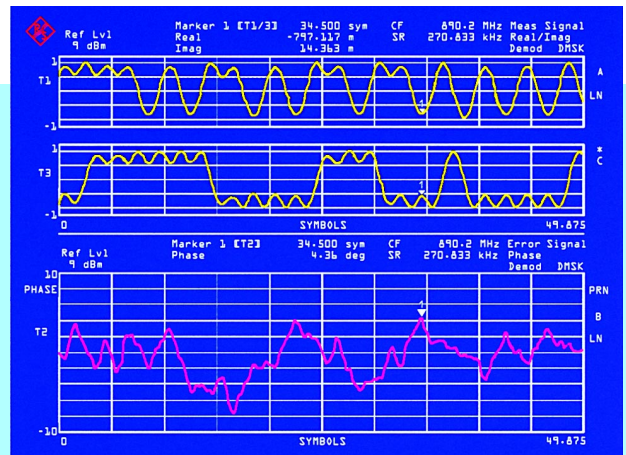
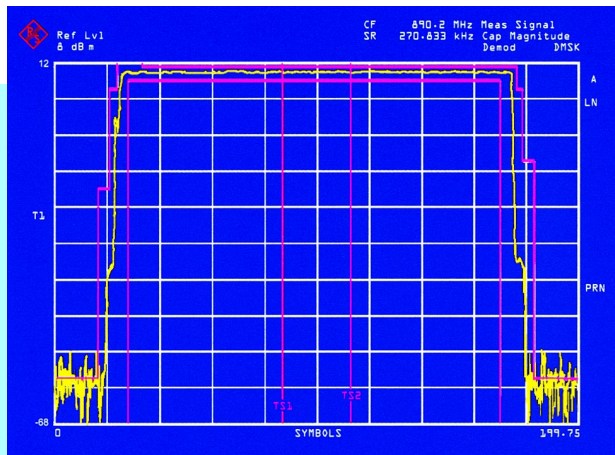
Auch wenn Sie künftige oder firmeneigene Standards entwickeln, unkonventionelle Formate oder vielleicht nur andere Synchronisationssequenzen verwenden wollen, FSE und die Option FSE-B7 unterstützen Sie durch die freie Einstellbarkeit von Bit- und Symbolraten, Filtern, Modulationsarten und Synchronisationssequenzen.

Produktiv in der Fertigung

Die hohe Meßgeschwindigkeit von 25 Sweeps/s im Analysatorbetrieb und von typ. 3 Messungen/s bei Modulationsmessungen mit Vektor-Signalanalyse sind die besten Voraussetzungen für den Einsatz in der Produktion. Die hohe Flexibilität erlaubt den Aufbau von Multistandard-Testsystemen, die problemlos an die wechselnden Anforderungen in der Fertigung angepaßt werden können.

Alle Mobilfunkstandards auf Knopfdruck

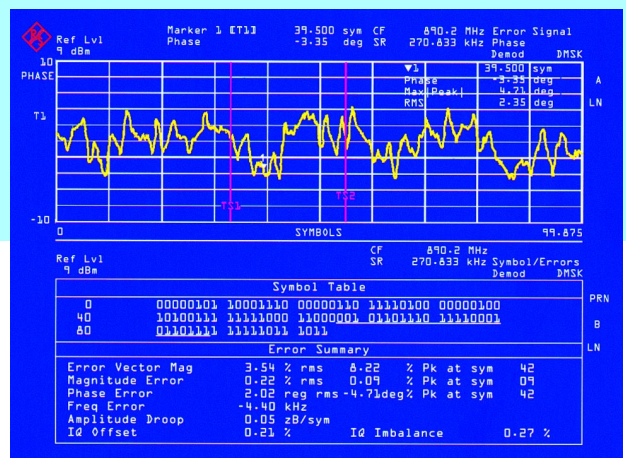
Die Flexibilität der Analysatoren ist nicht mit komplizierter Bedienung verbunden: alle wichtigen digitalen Modulationsstandards sind per Knopfdruck aufrufbar, und das Meßgerät ist komplett für normgerechte Messungen kon-



1

2

- 1 Normgerechte Messung von GSM-Leistungsrampen mit exaktem Zeitbezug durch Synchronisation auf Midamble.
- 2 Messung der I/Q-Signale und des Phasenfehlers über 50 Symbole eines GSM-Mobiles.
- 3 Darstellung des Phasenfehlers, der demodulierten Bit und der numerischen Werte für die Modulationsfehler.



3

figuriert. Die entsprechenden Synchronisationssequenzen werden selbstverständlich mit angeboten.

Multi-Meßtechnik in nur einem Gerät

Die Analytoren FSE ersetzen – zusammen mit der Option FSE-B7 – mehrere einzelne Meßgeräte:

- einen hochwertigen Spektrumanalysator
- einen Vektordemodulator
- einen Constellation-Analysator
- oder einen Steuerrechner

Funktionsprinzip der Vektor-Signalanalyse

Ein schneller A/D-Wandler digitalisiert das ZF-Signal, wodurch alle nachfolgenden Verarbeitungsschritte rein digital durchgeführt werden können und somit praktisch fehlerfrei sowie langzeit- und temperaturstabil sind. Nach

der A/D-Wandlung erfolgt die digitale Mischung in das Basisband mit gleichzeitiger Aufspaltung in Imaginär- und Realteil, wodurch die gesamte Signalinformation für weitere Analysen verfügbar ist. Die Demodulation des komplexen Signals erfolgt in mehreren DSPs, die das Signal bis auf Bitebene demodulieren. Aus diesem Datenstrom wird wiederum ein ideales Signal berechnet. Der Vergleich dieser Referenz mit dem Meßsignal liefert ein Differenzsignal, das alle Fehler der Modulation enthält. Die Abtastrate des A/D-Wandlers wird immer auf ein ganzzahliges Vielfaches der Symbolrate eingestellt: dies beschleunigt den Analyseprozeß und trägt zur hohen Geschwindigkeit von 3 Messungen/s bei.

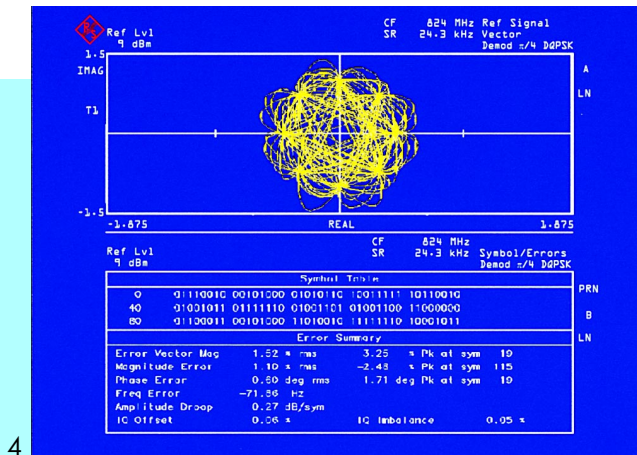
Applikationen

Normgerechte Messung von Leistungsrampen (1)

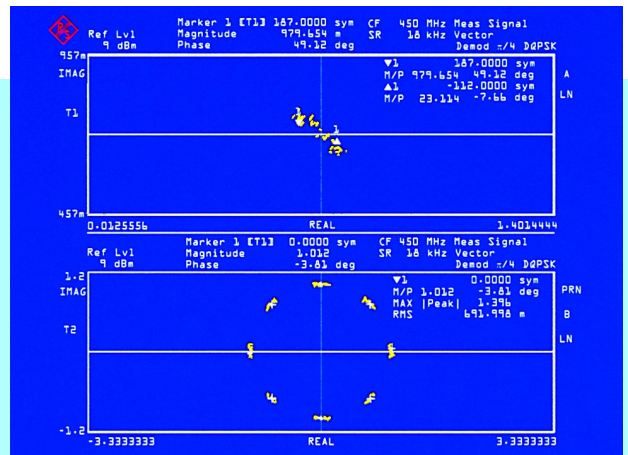
Diese Messung in TDMA-Systemen, z. B. bei GSM, erfordert den Zeitbezug auf Synchronisationssequenzen (Pre- oder Midamble). Dies erfolgt im SYNCH-SEARCH-Betrieb, bei dem auf vorgegebene oder frei definierbare Bitfolgen getriggert wird. Dadurch sind nicht nur bereits etablierte Standards exakt meßbar, sondern auch davon abweichende Einstellungen bei Neuentwicklungen. Als weitere Triggermöglichkeiten stehen zur Verfügung:

- Video
- Extern
- Burst-Suche

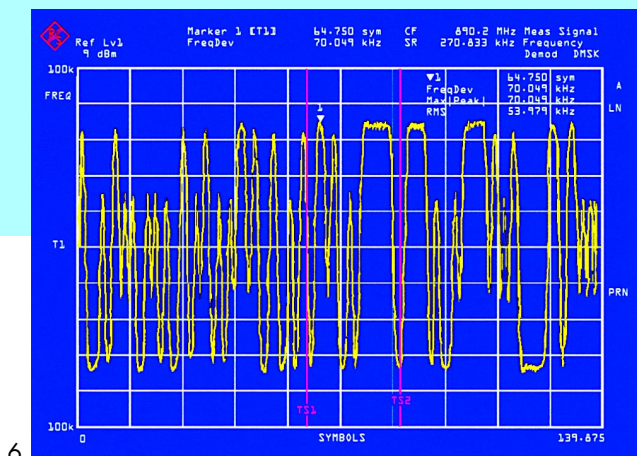
Applikationen



4



5



6

- Messung der Modulationsfehler von $\pi/4$ -DQPSK-Signalen (NADC).
- Constellation-Diagramm eines TETRA-Signals mit Phasenrauschen. Unten vollständig, oben 5fach gedehnt.
- Frequenzverlauf eines GSM-Signals und automatische Hubmessung mit Modulations-Marker.

anzeigt, wird auf Screen A gleichzeitig ein stark vergrößerter Ausschnitt dargestellt, der eine detaillierte Untersuchung der Verteilung der Meßpunkte erlaubt.

Messung von Phasenfehlern an GSM-Mobiletelefonen oder -Basisstationen (2 und 3)

Der niedrige Eigenphasenfehler der Option FSE-B7 von $<0,5^\circ$ (eff.) reduziert die Meßunsicherheit wesentlich. Zulässige Toleranzen wie effektive Phasenfehler von 5° bei GSM können nahezu vollständig dem Meßobjekt zugeschlagen werden und erlauben dort somit größere Toleranzen. In der SYMBOL TABLE / ERROR SUMMARY erfolgt die Fehleranalyse und die Darstellung der demodulierten Bit. Diese lassen sich – wie auch die Fehler – über den schnellen IEC-Bus der Analytoren auslesen. Bei der Frequenzdarstellung kann mit den Modulations-Markern schnell der Hub bestimmt werden.

Messung der Modulationsfehler von $\pi/4$ -DQPSK-Signalen (4)

Der obere Bildschirm (Screen A) zeigt das Vektordiagramm eines NADC-Signals, der untere Bildschirm auf einen Blick alle relevanten Fehler, gemessen über einen Burst.

Komfortable Analyse mit dem Constellation-Diagramm (5)

Das Constellation-Diagramm ermöglicht auf komfortable Weise die Messung des Einflusses auf die Modulationsgenauigkeit von z.B. Nichtlinearitäten, Phasenrauschen oder des amplitudenabhängigen Phasengangs von Verstärkern, Umsetzern etc. Während Screen B (unterer Teil des Bildschirms) das gesamte Constellation-Diagramm

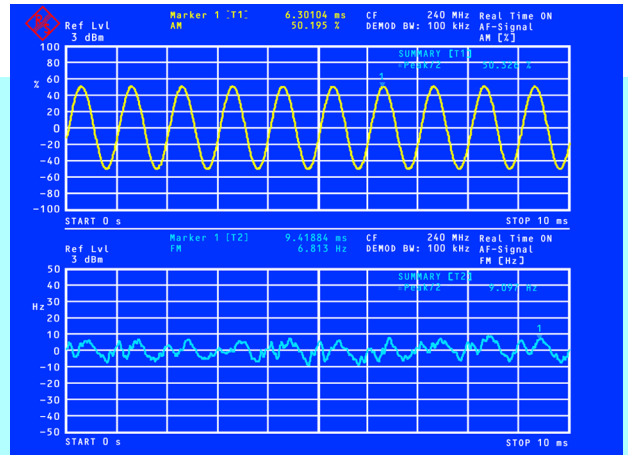
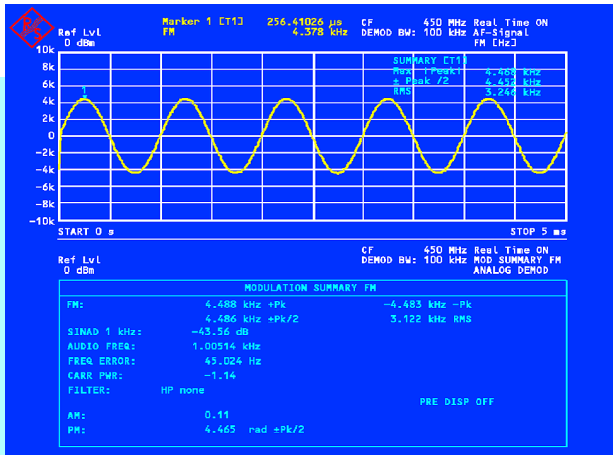
Frequenzverlauf eines GSM-Signals (6)

Der zeitliche Verlauf des Frequenzhubs – hier als Hub über den Symbolen dargestellt – wird durch den Modulations-Marker einer Effektivbewertung unterworfen. Die Messung des effektiven Hubs kann darüber hinaus auf einen beliebigen Teil des Bursts begrenzt werden, um z. B. den Effektivhub nur der Midamble zu bestimmen.

Messungen an einem frequenzmodulierten Signal (7)

Neben der Messung des Frequenzhubs am demodulierten Signal (Screen A) mit Markern, z.B. dem $\pm Pk/2$ -Marker, bietet die MODULATION SUMMARY (Screen B) einen vollständigen Überblick über die Signalparameter:

- Frequenzhub, Peak und RMS



7

8

- 7 Modulationsmessung an einem frequenzmodulierten Signal mit gleichzeitiger Auswertung aller relevanten Parameter.
- 8 Messung synchroner Frequenz-/Phasenmodulation bzw. AM/ ϕ M-Konversion bei gleichzeitiger Darstellung des AM- und des FM-Anteils.
- 9 Messung des Frequenzeinschwingens eines Senders mit einem FM-Squelch von -30 dB.

- Trägerfrequenzablage von der eingestellten Empfangs-/Modulationsfrequenz
- Trägerpegel
- AM-Anteil bei FM
- oder SINAD-Wert für Modulationsfrequenz 1 kHz

Für bewertete Messungen können folgende Filter eingeschaltet werden:

- Hochpässe 30 Hz, 300 Hz
- Tiefpässe 3 kHz, 15 kHz
- Bewertungsfiler gem. CCITT-Filter und C-Message-Filter

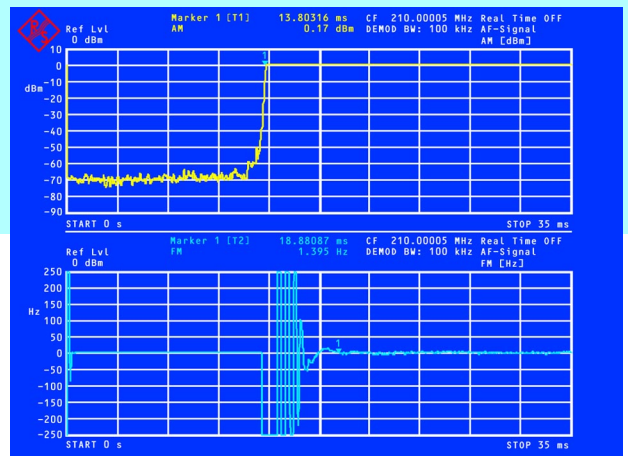
Messung der AM/ ϕ M-Konversion bzw. der synchronen Phasenmodulation (8)

Bei vielen Übertragungssystemen werden Verstärker und/oder Modulatoren (Bauelemente) für einen besseren Wirkungsgrad nahe an der Sättigung betrieben. Die dabei auftretende AM/ ϕ M-Konversion führt insbesondere bei digitalen, phasenmodulierten Systemen zu Fehlern.

Der geringe eigene synchrone Modulationsanteil sowie die Kombinierbarkeit von FSE-B7 auch mit den Mikrowellenmodellen (z. B. FSEK bis 40 GHz) erlaubt die Messung der AM/ ϕ M-Konversion bis hin zu höchsten Frequenzen. Der FSE zeigt gleichzeitig die AM-Komponente (Screen A) und die daraus entstandene FM- bzw. ϕ M-Komponente (Screen B). Ein AM-Signal mit sehr niedriger synchroner FM/ ϕ M kann mittels I/Q-Modulation der Mitlaufgeneratoren FSE-B9/-B11 erzeugt werden.

Messung des Frequenzeinschwingens eines Senders (9)

Die Messung des Frequenzeinschwingens wird durch eine Reihe von Funktionen unterstützt:



9

- DC-koppelbare Demodulatoren, dadurch kann die Leistungrampe mit dem AM-Demodulator genau bestimmt werden
- Split Screen zur gleichzeitigen Darstellung des Pegelanschwingens (hier Screen A) und des Frequenzeinschwingens (Screen B)
- Hohe wählbare Auflösung der Frequenzachse von z. B. 100 Hz/Div
- Einstellbarer Squelch, der hier den FM-Demodulator bei -30 dBm einschaltet und somit das bei fehlendem Signalpegel vorhandene Rauschen unterdrückt
- Einstellbarer Videotrigger, Trigger delay und Pretrigger

Technische Daten

Die technischen Daten sind unter den folgenden Bedingungen garantiert:

5 Minuten Einlaufzeit bei Umgebungstemperatur, die spezifizierten Umgebungsbedingungen und der Kalibrierzyklus sind eingehalten und eine Eigenkalibrierung ist durchgeführt. Daten ohne Toleranz: typische Werte. Mit „nominal“ gekennzeichnete Daten sind Designparameter und werden nicht kontrolliert.

Messung digital modulierter Signale

Signalklassen	kontinuierliche Signale, TDMA-Signale
Modulationsarten	BPSK, QPSK, Offset-QPSK, DQPSK, $\pi/4$ -DQPSK, 8PSK, D8PSK, 16QAM, MSK/GMSK, 2(G)FSK, 4(G)FSK
Standards	GSM/DCS 1800/PCS 1900, NADC, TETRA, PDC, PHS, CDPD, DECT, WCPE, CT2, ERMES, FLEX, MODA-COM, TFTS, QCDMA (IS95), APCO 25 FM
Filterung	
Filterarten	Raised Cosine, Square Root Raised Cosine, Gauß
Einstellbereich $\alpha/B \cdot T$	0,2...3 in Stufen zu 0,01
Standardspezifische Filterarten	
FLEX	Bessel B · T = 1,22 und 2,44
ERMES	Bessel B · T = 1,25
QCDMA	Forward und Reverse Channel (IS95)
APCO 25 FM	
Messungen (FSK ausgenommen)	I- und Q-Signal (gefiltert, synchronisiert auf Frequenz und Symboltakt) I- und Q-Referenzsignal (aus den demodulierten Bit errechnet) I- und Q-Fehler (Betrag und Phase) Vektorfehler Bitstrom/Modulationsfehler (an den idealen Entscheidungspunkten demodulierte Bit und Tabelle aller Modulationsfehler)
Messungen bei FSK	Frequenzdemoduliertes Signal (gefiltert, synchronisiert auf den Symboltakt) FSK-Referenzsignal (berechnet aus den demodulierten Daten) FSK-Fehlersignal Daten/Bitstrom/Modulationsfehler (detektierte Symbole bei den idealen Entscheidungszeitpunkten und Tabelle der Modulationsfehler)
Darstellarten (FSK ausgenommen)	
Polardiagramm	Constellation-Diagramm Vektor-Diagramm
Zeitbereich	Inphase- und/oder Quadratursignal Betrag (Pegel) Phase Augendiagramm
Fehlerdarstellung im Zeitbereich	Trellisdiagramm Fehlervektor in % (EVM) Betragsfehler Phasen-/Frequenzfehler Inphase- und Quadratursignal Fehlervektor Betrag* Betragsfehler*, Phasenfehler* Frequenzfehler I/Q-Offset I/Q-Imbalance Amplitude Droop ρ -Faktor
Numerische Fehlerausgaben (* Effektiv- und Spitzenwert)	

Darstellarten bei FSK

Zeitbereich	Betrag (Pegel) Frequenzhub Augendiagramm (Frequenzsignal) Frequenzhubfehler Betragsfehler Hubfehler* Betragsfehler FSK Frequenzhub Frequenzfehler FSK Referenzhub
Fehlerdarstellung im Zeitbereich	
Numerische Fehlerausgaben (* Effektiv- und Spitzenwert)	

Meßbereich Modulation

Symbolrate	320 Hz...2 MHz
Meßpunkte/Symbol ¹⁾	
Symbolrate ≤ 200 kHz	1, 2, 4, 8, 16
200 kHz $<$ Symbolrate ≤ 400 kHz	1, 2, 4, 8
Symbolrate > 400 kHz	1, 2, 4
Speichergroße	
Symbolrate ≤ 1 MHz	max. 16000 Abtastwerte
Symbolrate > 1 MHz	max. 3200 Meßpunkte
Anzahl der demodulierten Symbole	
Symbolrate ≤ 1 MHz	max. 1600 Symbole (mit 4 Meßpunkten/Symbol), max. 800 Symbole (mit 8 Meßpunkten/Symbol), max. 400 Symbole (mit 16 Meßpunkten/Symbol)
Symbolrate > 1 MHz	max. 600 Symbole

Synchronisation

Symboltakt	intern
Frequenz/Phase	intern
Trigger	Free Run, Extern, Video
Trigger-Offset	Pre- oder Posttrigger
Synchronisation auf Bitfolgen	definierbare Bitfolgen, max. 32 Symbole, TDMA-Bursts
Synchronisations-Offset	einstellbar, positiv oder negativ

Pegelmessungen

Meßbereich Spitzenleistung	-60...+30 dBm
Dynamik bei Burstmessung (Mean Power, Ref level ≥ -10 dBm, Peak Power = Ref level +1 dB, Low noise mode, Meßpunkte/Symbol ≤ 4)	80 dBc - 4 · log(Symbolrate/kHz)

Absoluter Pegelfehler

Mittlere Leistung (0...-10 dB unter Referenzpegel)	
$f \leq 1$ GHz	1 dB
$f > 1$ GHz	siehe Datenblatt FSE (Gesamtmeßfehler)

Relativer Pegelfehler

Mittlere Leistung, Pegel um	
0...-10 dB unter Referenzpegel	0,2 dB
-10...-50 dB unter Referenzpegel	(0,0325/dB - 0,125)dB

Zeitbezug (nominal)

ohne Taktsynchronisation	$< 1 / (2 \cdot \text{Symbolrate} \cdot \text{Meßpunkte} / \text{Symbol})$ bei Modulation MSK/GMSK, $< 1 / (2 \cdot \text{Symbolrate})$ bei Modulation PSK/QAM/FSK
mit Taktsynchronisation	$< 0,001 \cdot 1 / (\text{Symbolrate})$

Meßzeiten

Anzeige der detektierten Symbole und der numerischen Modulationsfehler, synchronisiert	
GSM, DCS 1800/PCS 1900, PHS	330 ms/Messung
NADC, TETRA, PDC	600 ms/Messung

¹⁾ 4 Meßpunkte/Symbol ist der kleinste Wert. Bei den Einstellungen 1 bzw. 2 Meßpunkte/Symbol werden nur 1 bzw. 2 Meßpunkte der 4 Meßpunkte/Symbol angezeigt.

Eigenfehler bei Modulationsmessungen

(Pegel im Bereich Ref Level...Ref Level -6 dB; S/N >60 dB, $\alpha/B \cdot T = 0,3 \dots 0,7$, Anzahl demodulierte Symbole >100, Mittelung ≥ 10 , Analogbandbreite >10 · Symbolrate)

Eingangsfrequenz Modelle 20 ≥ 20 MHz
Modelle 30 >15 · Symbolrate,
Local Suppression kalibriert

Allgemeine Modulationsarten (FSK ausgenommen)²⁾

	Symbolrate		
	<30 kHz	≥ 30 kHz	300 kHz... <2 MHz
Fehlervektor Betrag (EVM)	0,5 % (eff.)	1 % (eff.)	2 % (eff.)
Betragsfehler	0,5 % (eff.)	1 % (eff.)	2 % (eff.)
Phasenfehler (Modulationsarten mit konstanter Amplitude)	0,3 ° (eff.)	0,5 ° (eff.)	1,5 ° (eff.)
Frequenzfehler	$\pm(\text{Symbolrate} \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 0,1 \text{ Hz} + \text{Referenzfehler} \cdot \text{Trägerfrequenz})$; Referenzfehler siehe Datenblatt Spectrum Analyzers FSE		
I/Q-Offsetfehler	0,2 % (-54 dB)		

Modulationsstandards

Standard	Fehlervektor Betrag	Phasenfehler	RHO-Faktor
GSM (DCS1800/PCS1900)	-	$\leq 0,5^\circ$ (eff.), typ. <1,5° (Spitze)	-
NADC, CDPD	$\leq 0,5\%$ (eff.), typ. <1,5 % (Spitze)	-	-
TETRA, PDC	$\leq 0,7\%$ (eff.), typ. <2 % (Spitze)	-	-
PHS	$\leq 0,7\%$ (eff.), typ. <2 % (Spitze)	-	-
PWT	$\leq 1\%$ (eff.), typ. <3 % (Spitze)	-	-
QCDMA, Forward/Reverse Channel	-	-	$\geq 0,9995$

Allgemeine FSK-Modulationsarten²⁾

	Symbolrate	
	<300 kHz	300 kHz...2 MHz
(Eingangsspegel ≥ -10 dBm, Low Noise Mode)		
Hubfehler ³⁾	1,5 % (eff.)	2 % (eff.)
FSK Hub	1,5 % des	2 % des
	Bezugshubes	Bezugshubes
Betragsfehler	1 % (eff.)	2 % (eff.)
Frequenzoffset	0,5 % des	0,5 % des
	Referenzhubs	Referenzhubs
	+ Fehler der Referenzfrequenz	+ Fehler der Referenzfrequenz

Standards

Eingangsspegel ≥ -10 dBm, Low Noise Mode, alle Standards, ausgenommen ERMES; FLEX: 4 Meßpunkte/Symbol, ERMES und FLEX: 16 Meßpunkte/Symbol

DECT $\leq 2\%$ (eff.), typ. <6 % (Spitze)
MODACOM, CT2 $\leq 1,5\%$ (eff.), typ. <3 % (Spitze)
ERMES, FLEX $\leq 2\%$ (eff.), typ. <6 % (Spitze)

Meßzeiten

Anzeige der detektierten Symbole und der numerischen Modulationsfehler, synchronisiert:
GSM, DCS1800, PCS1900 330 ms

²⁾ Daten gelten für FSEA30 oder FSEA20 mit Option FSE-B4 für Frequenzen <1 GHz in der Betriebsart Low Noise (ATTEN AUTO LOW NOISE), Pegel ≥ -10 dBm.
Für Frequenzen ≥ 1 GHz sind die spezifizierten Werte mit dem Faktor $10^{0,552 \cdot \log f[\text{GHz}]/1[\text{GHz}]}$ zu multiplizieren.
Für FSEB30/FSEM30 oder FSEB20/FSEM20 mit Option FSE-B4 gilt:
Für Frequenzen <1 GHz sind die spezifizierten Daten mit 1,4 zu multiplizieren;
Für Frequenzen ≥ 1 GHz sind die spezifizierten Daten mit 1,4 und zusätzlich mit dem Faktor $10^{0,354 \cdot \log f[\text{GHz}]/1[\text{GHz}]}$ zu multiplizieren;
Daten für FSEA20, FSEB20, FSEM20 ohne Option FSE-B4 sind typisch um den Faktor 3 schlechter im Vergleich zu FSEA30, FSEB30, FSEM30 oder FSEA20, FSEB20, FSEM20 mit Option FSE-B4.

³⁾ $+2 \cdot 10^{-4} \cdot f_{\text{symb}} \cdot (\text{Meßpunkte/Symbol}) [\text{Hz}]$.

NADC, TETRA, TETS, WCPE, PDC, CDPD, DECT, ERMES, FLEX, MODACOM

800 ms

Messung analog modulierter Signale (Firmware-Version 1.62 und höher)

Demodulations-Bandbreite	5...200 kHz in Schritten von 1,2,3,5
Echtzeit-Demodulation	5 kHz...5 MHz in Schritten von 1,2,3,5
Offline-Demodulation	
Demodulations-Länge (max. Sweepzeit)	3500/(Demod.-Bandbr./Hz) s
Anzeigen	Trace mit NF-Signal, Trägerleistung (AM DC-gekoppelt), oder Modulation Summary (Tabelle) mit numerischer Anzeige von: - Spitzen- und Effektivwerte von Modulationsgrad oder -hub der Hauptmodulation - SINAD-Wert 1 kHz (nur bei Echtzeit-Demodulation) - Modulationsfrequenz (NF) - Trägerleistung - Spitzenwerte der Nebenmodulationen

Folgende Spezifikationen gelten für Demodulationsbandbreite ≤ 2 MHz, ZF-Bandbreite ≥ 5 · Demodulationsbandbreite, HF Eingangsspegel ≥ -10 dBm, Referenzpegel = Eingangsspegel (Spitze) +0...+6 dB

Amplitudendemodulation

Meßbereich	bis zu 100%
NF	
Offline-Demodulation	0,001 bis 0,2 · Demod.-Bandbr.
Echtzeit-Demodulation	30 Hz bis 0,2 · Demod.-Bandbr., max. 20 kHz
Fehler	$\leq 5\%$ vom Meßwert + Stör-AM
Verzerrung (Echtzeit-Demodulation)	
f <26,5 GHz	
SINAD 1 kHz mit m=80%, LP 3 kHz	>46 dB
Stör AM	
f <26,5 GHz,	
Demod.-Bandbr. ≤ 100 kHz, rms	0,2%
Demod.-Bandbr. >100 kHz, rms	$0,2\% \cdot \sqrt{\text{Demod.-Bandbr./100 kHz}}$
Synchrone AM bei FM	
$\Delta f = 0,2 \cdot \text{Demod.-Bandbr.},$	
$f_{\text{mod}} = 1$ kHz,	
10 kHz \leq Demod.-Bandbr. ≤ 200 kHz,	
Tiefpaß 5% der Demod.-Bandbr. oder 3 kHz, Mittenabstimmung	$\leq 2\% + \text{Stör-AM}$

Frequenzdemodulation

Hubmeßbereich	max. 0,4 · Demodulations-Bandbreite
NF	
Offline-Demodulation	DC/0,001 bis 0,2 · Demod.-Bandbr.
Echtzeit-Demodulation	DC/30 Hz bis 0,2 · Demod.-Bandbr., max. 20 kHz
Fehler	(NF bis zu 0,1 · Demod.-Bandbr.) $\leq 5\%$ vom Meßwert + Stör-FM
Verzerrungen ⁴⁾	
(Echtzeit-Demodulation)	
f ≤ 1 GHz, Demod.-Bandbr. ≥ 10 kHz,	
SINAD 1 kHz mit $\Delta f =$	
0,2 · Demod.-Bandbr., LP 3 kHz	>50 dB
Stör-FM ⁵⁾	
Demod.-Bandbr. ≤ 200 kHz,	
Tiefpaß 5% der Demod.-Bandbr. oder 3 kHz, rms	≤ 10 Hz

⁴⁾ Modelle FSEA20, FSEB20, FSEM20, FSEK20 ohne Option FSE-B4: SINAD-Daten bei FM gelten für Frequenzhübe ≥ 10 kHz, bei ϕM für Phasenhübe = 10 rad wegen der erhöhten Stör-FM/ ϕM . Die Daten sind typisch. Synchrone FM/ ϕM bei AM ist wegen der erhöhten Stör-FM/ ϕM nicht spezifiziert.

⁵⁾ Daten gelten für FSEA30 oder FSEA20 mit Option FSE-B4 für $f \leq 1$ GHz. FSEB30, FSEM30, FSEK30 oder FSEB20, FSEM20, FSEK20 mit Option FSE-B4: Störmodulation ist um den Faktor 2 höher. FSEA20 ohne Option FSE-B4: Störmodulation ist etwa um den Faktor 20 höher. FSEB20, FSEM20, FSEK20 ohne Option FSE-B4: Störmodulation ist etwa um den Faktor 40 höher. $f > 1$ GHz (alle Modelle): Störmodulation ist zusätzlich um den Faktor $\sqrt{(f/1 \text{ GHz})}$ ($f =$ Trägerfrequenz) höher.

Synchrone FM bei AM⁴⁾
 Demod.-Bandbr. ≤ 200 kHz, $m=50\%$,
 $f_{\text{mod}}=1$ kHz, Tiefpaß 5% der
 Demod.-Bandbr. oder 3 kHz ≤ 50 Hz + Stör-FM

Phasendemodulation

Meßbereich bis zu 10 rad
 NF
 Offline-Demodulation DC/0,001 bis 0,1 · Demod.-Bandbr.
 $< (0,4 \cdot \text{Demod.-Bandbr.}) /$
 (Phasenhub/rad)
 Echtzeit-Demodulation 200 Hz to 0,1 · Demod.-Bandbr.,
 max. 15 kHz,
 $< (0,4 \cdot \text{Demod.-Bandbr.}) /$ (Phasenhub
 /rad) (der kleinere Grenzwert gilt)
 Fehler $\leq 5\%$ vom Meßwert + Stör- ϕ M

Verzerrungen⁴⁾

(Echtzeit-Demodulation)
 $f \leq 1$ GHz, Demod.-Bandbr. ≥ 10 kHz,
 SINAD 1 kHz bei Phasenhub/rad
 $= 0,2 \cdot \text{Demod.-Bandbr.} / 1$ kHz,
 HP 300 Hz, LP 3 kHz > 50 dB
 Stör- ϕ M⁵⁾

Demod.-Bandbr. ≤ 200 kHz,
 Offline-Demodulation⁶⁾
 LP 5% der Demod.-Bandbr., rms $\leq 0,03$ rad
 Echtzeit-Demodulation
 HP 300 Hz, LP 3 kHz, rms $\leq 0,01$ rad

Synchrone ϕ M bei AM⁴⁾

Demod.-Bandbr. ≤ 200 kHz,
 $m=50\%$, $f_{\text{mod}}=1$ kHz, Tiefpaß 5%
 der Demod.-Bandbr. oder 3 kHz $\leq 0,05$ rad + Stör- ϕ M

Messung der Leistung des unmodulierten Trägers

Meßfehler
 Ref.-Pegel bis Ref.-Pegel -30 dB 1,5 dB

SINAD-Messungen

Echtzeit-Demodulation
 NF=1 kHz $\pm 4 \cdot 10^{-4}$ · Demod.-Bandbr.
 Fehler bei 6 bis 54 dB SINAD ± 1 dB + Fehler auf Grund des
 Demodulator-SINAD

⁶⁾ Abweichend von Fußnote ⁵⁾: Daten gelten für $f \leq 100$ MHz.
 Für $f > 100$ MHz ist die Störmodulation um den Faktor $f / 100$ MHz
 ($f =$ Trägerfrequenz) höher.

Anzeige der NF-Frequenzen

Meßbereich
 Offline-Demodulation 0,001 bis 0,3 · Demod.-Bandbreite
 Echtzeit-Demodulation 30 Hz bis 0,3 · Demod.-Bandbreite,
 max. 20 kHz
 Auflösung 1 mHz...1 Hz
 Fehler (S/N ≥ 40 dB) $1 \cdot 10^{-6}$ · Demod.-Bandbr. + Fehler der
 Referenzfrequenz + 1 mHz ± 1 digit

NF-Filter

Echtzeit-Demodulation
 Tiefpaß 3 kHz, 15 kHz (Butterworth, 12 dB/oct.)
 Hochpaß 30 Hz, 300 Hz (6 dB/oct.)
 Bewertungsfiler CCITT P.53, C message
 Offline-Demodulation
 Tiefpaß 5%, 10%, 25% der Demod.-Bandbr.,
 (12 dB/oct.)

Allgemeine Daten: siehe Datenblatt Spectrum Analyzers FSE

Bestellbezeichnungen

Spectrum Analyzer 9 kHz...3,5 GHz	FSEA20	1065.6000.20
Spectrum Analyzer 20 Hz...3,5 GHz	FSEA30	1065.6000.30
Spectrum Analyzer 9 kHz...7 GHz	FSEB20	1066.3010.20
Spectrum Analyzer 20 Hz...7 GHz	FSEB30	1066.3010.30
Spectrum Analyzer 9 kHz...26,5 GHz	FSEM20	1080.1505.20
Spectrum Analyzer 20 Hz...26,5 GHz	FSEM30	1079.8500.30
Spectrum Analyzer 9 kHz...40 GHz	FSEK20	1088.1491.20
Spectrum Analyzer 20 Hz...40 GHz	FSEK30	1088.3494.30
Option Vektor-Signalanalyse zu den Spektrumanalysatoren FSE	FSE-B7	1066.4317.02
Option Low Phase Noise und Ofenquarreferenz (für die Modelle .20)	FSE-B4	1073.5396.02

Weitere Optionen und Zubehör

Siehe Datenblatt Spectrum Analyzers FSE, Bestellnummer PD 757.1519



ROHDE & SCHWARZ