

Neues von Rohde & Schwarz



TOI: 25 dBm
SSB phase noise
10 MHz offset: -160 dBc

Level uncertainty: <math>< 0.3\text{ dB}</math>

High-End-Spektrumanalysatoren mit
herausragenden HF-Eigenschaften

GSM-Protokoll-Analysator: neue Referenz
für Entwicklung und Fertigung

Precompliance-Messempfänger:
das Multitalent im Entwicklungslabor

2001/II

171



ROHDE & SCHWARZ

Mit der Gerätefamilie FSU bringt Rohde&Schwarz nun seine dritte Generation von High-End-Analysatoren auf den Markt. Sie zeichnen sich aus durch herausragende HF-Performance, die vor allem bestimmt wird von minimalem Eigen- und Phasenrauschen und besten Intermodulationseigenschaften. (Seite 20).



Foto 43761

Foto 43667/6



Der GSM-Protokoll-Analysator CRTU-G simuliert eine GSM-Basisstation, an der sich Mobiltelefone unter allen denkbaren Signalisierungsszenarien testen lassen.

Das NGMO2 ist nicht nur eine äußerst präzise High-Speed-Spannungsquelle, es ist vielmehr die Kombination aus Spannungsquelle, programmierbarer DC-Last, separat nutzbarem Digitalvoltmeter, Strom- und Spannungstransientenrecorder sowie einem einfachen Leistungsrechteckgenerator.



Foto 43603/2

MOBILFUNK

Protokolltester

- ◀ GSM-Protokoll-Analysator CRTU-G
Wachablösung: Nach mehr als zehn Jahren ein neues GSM-Referenzsystem 4

Funkmessplätze

- Universal Radio Communication Tester CMU 200
Signalisierung und HF-Messungen für Bluetooth 9
- Universal Radio Communication Tester CMU 200
Erste WCDMA-Messfunktionen 13

Testsignale

- I/Q-Modulationsgenerator AMIQ/Signalgenerator SMIQ
Mit WinIQSIM™ bestens gerüstet für die 3G-TDD-Standards 16

ALLGEMEINE MESSTECHNIK

Spektrumanalysatoren

- Spektrumanalysator FSU
Beste HF-Werte: High-End-Analysatoren der dritten Generation 20

HF-Signalgeneratoren

- Signalgenerator SMIQ
Möglichkeiten und Genauigkeiten der elektronischen Pegeleinstellung 26

Stromversorgung

- ◀ Stromversorgungsgerät / Zweikanal-Analysator NGMO2
Schnelle Zweifachstromversorgung mit Analysefunktionen 30



Der ESPI definiert die entscheidenden Kriterien wie Funktionsumfang, Messgeschwindigkeit und Messgenauigkeit in der Precompliance-Klasse.

Foto 43 665/4

EMV / FELDSTÄRKE

Messempfänger

- ◀ Precompliance-Messempfänger ESPI
Multitalent im Entwicklungslabor 33

RUNDFUNKTECHNIK

Fernsehsender

- UHF-Senderfamilie NH / NV 7001
Mittelleistungssender für digitales und analoges terrestrisches Fernsehen 39

Mess-Sender

- TV-Mess-Sender SFQ
Test-Signale für DVB-T-Diversity-Empfang 42

Referenz

- TV-Großprojekt in Nigeria 44

Foto 43 702/2



Nach der hervorragenden Akzeptanz der flüssigkeitsgekühlten Großleistungs-Senderfamilie NH / NV 6000 / 7000 auf dem Weltmarkt präsentiert Rohde & Schwarz jetzt die äußerst kompakte, luftgekühlte UHF-Senderfamilie NH / NV 7001 für mittlere Leistungsklassen.

FUNKERFASSUNG

Monitoring-Systeme

- Monitoring- und Versorgungsmess-Systeme
Komplettprogramm aus einer Hand 45

Empfänger

- Miniport Receiver EB 200
Option ZF-Panorama: Nichts bleibt im Spektrum verborgen 48

WEITERE RUBRIKEN

- Buch-Tipp – Allgemeine Messtechnik: Grundlagen der Spektrumanalyse 19
- Kurz gemeldet: Tagesaktuelles auf der Homepage von Rohde & Schwarz 38
- Mess-Tipp – Mobilfunk:
HF-Testsignale für Bluetooth™ schnell und einfach erzeugt 50
- Publikationen: Neuerscheinungen 52
- Wie Sie bequem und blitzschnell an Informationen
von Rohde & Schwarz herankommen 53
- Kurznachrichten 53

Die Fortsetzung des Repetitoriums „Messungen an MPEG2- und DVB-T-Signalen (Teil 4) musste aus Platzgründen auf das nächste Heft verschoben werden.

Impressum Herausgeber: Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG · Mühlendorfstraße 15 · 81671 München
Support-Center: Tel. 018 05 12 42 42 · E-Mail: customersupport@rohde-schwarz.com
Telefax (089) 41 29-137 77 · Redaktion und Layout: Ludwig Drexler, Redaktion – Technik (München)
Fotos: Stefan Huber · Auflage deutsch, englisch und französisch 90 000 · Erscheinungsweise: ca. fünfmal pro Jahr · ISSN 0548-3093 · Bezug kostenlos über die Rohde & Schwarz-Vertretungen · Printed in Germany by peschke druck, München Nachdruck mit Quellenangabe und gegen Beleg gern gestattet.

GSM-Protokoll-Analysator CRTU-G

Wachablösung: Nach mehr als zehn Jahren ein neues GSM-Referenzsystem

Seit über 10 Jahren ist Rohde & Schwarz mit den Referenz-Systemen CRTP02 und CRTC02 für die Entwicklung und Zulassung von GSM*-Mobiltelefonen erfolgreich im Markt. Erhöhte Anforderungen an Applikationen und ständige Änderungen der GSM-Spezifikation machten eine laufende Anpassung dieser Tester notwendig. Jetzt ist der Zeitpunkt erreicht, an dem sich eine neue Plattform den vielfältigen Erfordernissen stellt: der GSM-Protokoll-Analysator CRTU-G. Er basiert auf einer HF-Einheit, die sich aufgrund ihres zukunftsicheren Konzepts auch auf künftige Standards erweitern lässt.



Foto 43 667/4

BILD 1 Der GSM-Protokoll-Analysator CRTU-G simuliert eine GSM-Basisstation, an der sich Mobiltelefone unter allen denkbaren Signalisierungsszenarien testen lassen.

Die Referenz in Entwicklung und Fertigung

Der CRTU-G (BILD 1) bietet neben weiteren Funktionen eine Referenzimplementation der Basisstation. Er wird in der Entwicklung von Mobiltelefonen und deren Chip-Sets eingesetzt und unterstützt dort die Software-Entwicklung der Protokoll-Stacks. Er stellt definierte Schnittstellen zu den höheren Layern der Protokollebene bereit. Für diese Anwendungen ist eine frühzeitige Integration neuer GSM-Funktionen besonders wichtig, damit Mobiltelefone mit neuen Eigenschaften rechtzeitig auf den Markt kommen können. Deshalb führt Rohde & Schwarz die Implementation in enger Abstimmung mit den Anwendern durch.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet sind Zulassungstests für Mobiltelefone nach GCF (GSM Certification Forum). Alle Testhäuser, die diesen Service bieten, verwenden dafür Protokollanalysatoren von Rohde & Schwarz; sie bilden das Herzstück der Typ-Zulassungstestsysteme TS8916 und TS8950. Diese Systeme sind die validierte Grundlage für die Typzulassung von Mobiltelefonen.

Grundfunktionen, die sich sehen lassen können

Der CRTU-G simuliert eine GSM-Basisstation für den Test von Mobiltelefonen in Empfangs- und Senderichtung. Dazu verfügt er über zwei unabhängige HF-Kanäle, die je bis zu vier Zeitschlitz

* Abkürzungen werden bei ihrem ersten Erscheinen im Text in kursiver Schrift hervorgehoben und zusätzlich im Kasten auf Seite 8 ausgeschrieben. Gängige Abkürzungen sind nicht im Text, sondern nur im Kasten ausgeschrieben.

in Up- und Downlink bedienen können und damit alle Circuit-Switched-Applikationen (Sprache, konstante Datenübertragung) und *GPRS* (paketorientierte Datenübertragung) abdecken. Letztere kann sowohl mit *GMSK*- als auch mit *BPSK*-Modulation durchgeführt werden, womit sich GPRS- und *EDGE*-Applikationen (*EGPRS*) simulieren lassen. Das Messobjekt wird über unterschiedliche physikalische Schnittstellen am CRTU-G angeschlossen:

- HF-Schnittstelle
- Analoge IQ-Schnittstelle
- Digitale, serielle Datenschnittstelle
- ZF-Schnittstelle

Der CRTU-G verfügt über diverse Triggermöglichkeiten für externe Geräte – z. B. für HF-Messungen, die mit der Signalisierung synchronisiert werden müssen – und triggert auch zusätzliche Protokoll-Analysatoren des gleichen Typs für den

Fall, dass bis zu acht HF-Kanäle benötigt werden. Aufgrund der eng tolerierten HF-Baugruppen eignet sich das Gerät hervorragend für Bitfehlerraten-Messungen. Während für *BER*-Messungen nur die untere Schicht des Protokoll-Stacks benutzt wird, sind für *BLER*-Messungen (Block Error Rate) auch die höheren Schichten erforderlich.

Der CRTU-G ist kompatibel mit der GSM-Phase 2 Plus. Außerdem besteht Software-Kompatibilität zu den Digital Radio-communication Test Sets CRTPO2 und CRTCO2, so dass sich deren Applikationsprogramme weitgehend auf den CRTU-G übertragen lassen.

Mit dem Betriebssystem Windows 2000® im CRTU-G steht den Anwendern eine weit verbreitete und bekannte Benutzerschnittstelle zur Verfügung. Zum Lieferumfang gehören externer Monitor, Tas-

tatur, Maus sowie ein externes CD-ROM-Laufwerk. Außer dem Netzwerkanschluss bietet das CD-ROM-Laufwerk eine weitere Möglichkeit zur Software-Installation. Weiterhin verfügt der Analytator über mehrere USB-Schnittstellen.

Die HF-Einheit – zukunftsichere Plattform im CRTU-G

Der CRTU-G basiert auf der HF-Einheit CRTU-RU (Radio Unit), welche die gleichen HF-Baugruppen verwendet wie der CMU 200 (siehe Beiträge zu diesem am Markt sehr erfolgreiche Radio Communication Tester ab Seite 9). Allerdings enthält die Radio Unit im Unterschied zu der im CMU 200 zwei HF-Kanäle. Ergänzt durch je einen Link Handler für jeden HF-Kanal und eine MAC/Speech-Baugruppe wird diese universelle Plattform zum CRTU-G für GSM. Die Link Handler

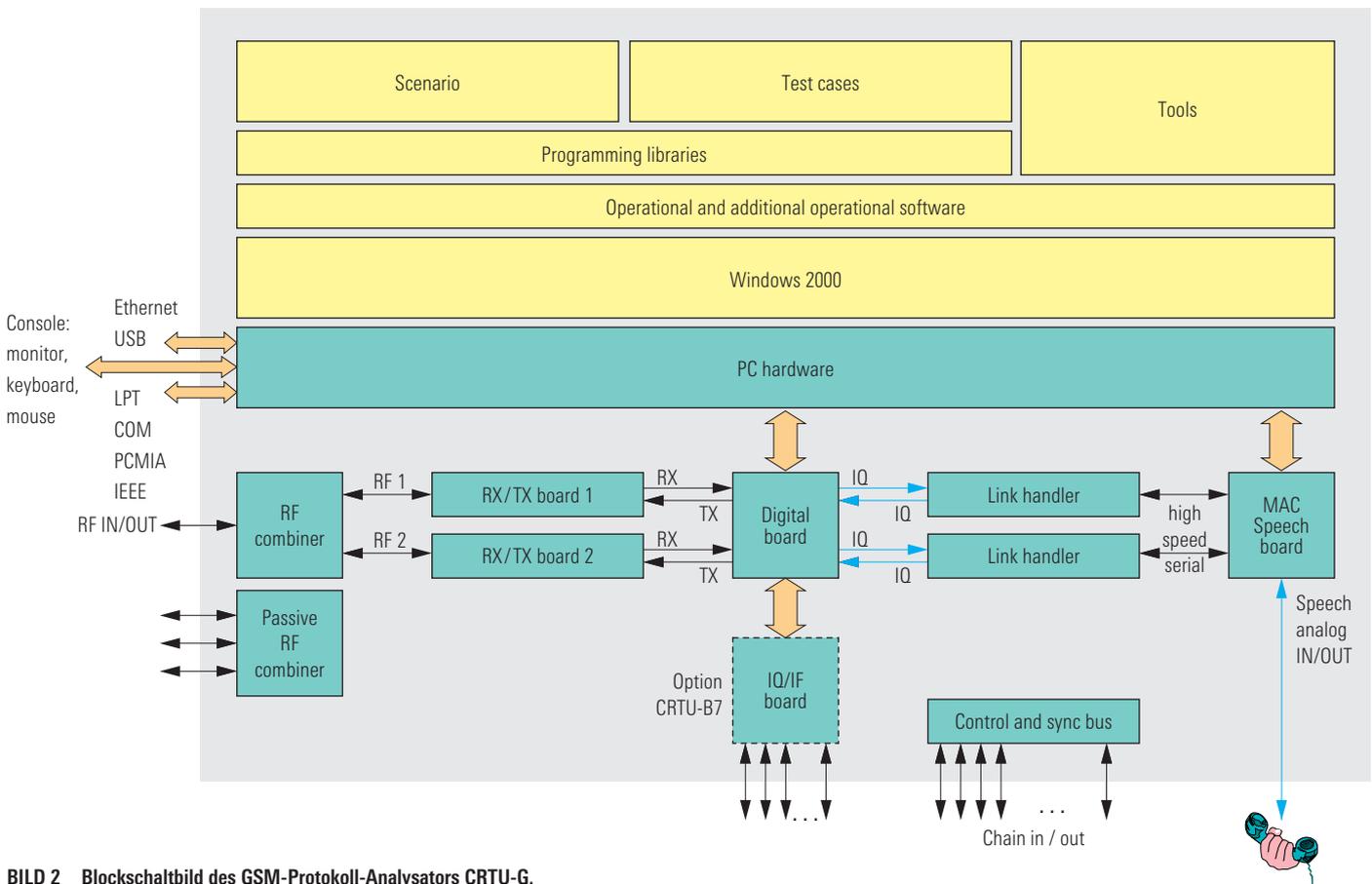


BILD 2 Blockschaltbild des GSM-Protokoll-Analysators CRTU-G.

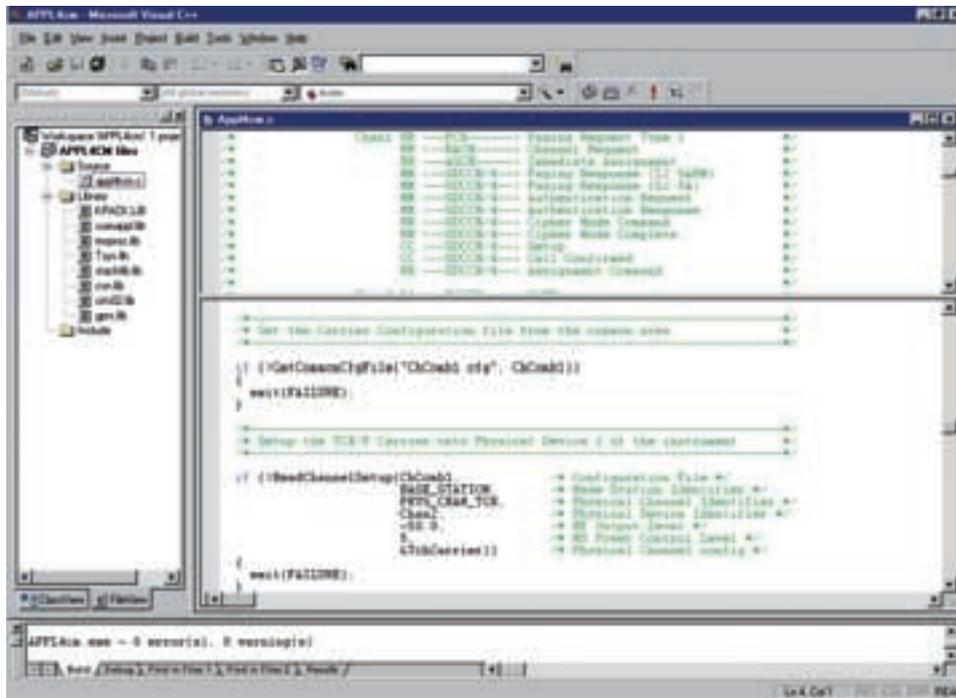


BILD 3 API für Visual C++®.

► sorgen für den reibungslosen Ablauf aller zeitkritischen Vorgänge auf der untersten Protokollebene. Den erhöhten Anforderungen von GPRS an das Echtzeitverhalten der Signalisierung trägt ein *MAC*-Signalprozessor (Medium Access Control) Rechnung. Der auf der gleichen Baugruppe befindliche Sprach-Signalprozessor sorgt für die Umsetzung von Sprache in Daten und umgekehrt. BILD 2 zeigt das Blockschaltbild des CRTU-G.

Die HF-Einheit CRTU-RU dient auch als Basis für andere, künftige Mobilfunkstandards, beispielsweise für *WCDMA*. Dafür kommen externe, an die analoge IQ/ZF-Schnittstelle angeschlossene Link Handler zum Einsatz, die den höheren Anforderungen an die Rechenleistung entsprechen. Der verfügbare Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,7 GHz deckt alle diesbezüglichen Anforderungen der nächsten Generationen von Mobilfunkstandards ab. Zusätzlich verfügt die HF-Einheit über ein Kaskadiersystem, mit dem sich Mehrkanalsysteme auch Standard-übergreifend aufbauen lassen,

z.B. GSM und WCDMA im gleichen System. Hier ist der eingebaute HF-Koppler sehr hilfreich für die Zusammenführung der HF-Signale. Der in der Plattform CRTU-RU integrierte Netzwerkanschluss bietet über die Standardschnittstellen COM1, COM2, LPT, IEC (IEEE) und USB hinaus zusätzliche Möglichkeiten für die Messplatz-Fernsteuerung oder den Anschluss externer Geräte. Für die Zukunftssicherheit des CRTU-G ist also gesorgt.

Baseband Fading mit dem CRTU-G

Dank der optionalen analogen IQ/ZF-Schnittstelle CRTU-B7 lassen sich beide HF-Kanäle definierten Verzerrungen im Basisband unterziehen (Baseband Fading). Bisher mussten solche Tests mit HF-Fading-Simulatoren durchgeführt werden, einem aufwendigerem Verfahren, das zudem die HF-Qualität des Ausgangssignals beeinträchtigt.

Der Basisband-Fading-Simulator ABFS [*] von Rohde&Schwarz lässt sich einfach an den CRTU-G anschließen und generiert Fading-Profil für beide HF-Kanäle mit bis zu 12 Pfaden pro Kanal. Diese Konfiguration entspricht den Vorgaben der ETSI-Spezifikation.

Der CRTU-G – das Multikanal-System

Die im CRTU-G vorhandenen beiden HF-Kanäle reichen für einige Testszenarios nicht aus. So benötigen beispielsweise Cell-Selection-Tests bis zu sechs HF-Kanäle mit GSM-Signalisierung, und viele der GPRS-Test-Cases verlangen vier oder mehr HF-Kanäle.

Diese Tests werden mit mehreren, kaskadierten CRTU-G durchgeführt; bis zu vier Geräte lassen sich zu einem 8-Kanal-System zusammenfassen und synchronisieren. Der interne HF-Koppler führt die HF-Signale zusammen, ohne dass Pfadkalibrierungen auf zusätzlichen Geräten erforderlich werden.

Sollten vier Zeitschlitz pro HF-Kanal nicht ausreichen, können mit dieser Konfiguration zwei HF-Kanäle zu einem Kanal mit zusammen acht Zeitschlitz kombiniert werden. Dies ist zwar auch mit nur einem CRTU-G möglich, doch reduziert sich dabei die Anzahl der verfügbaren Signalisierungskanäle auf einen.

Der CRTU-G – das Multimode-System

Die Integration von GSM und anderen Mobilfunkstandards in ein Gerät, beispielsweise IS 136 (*TDMA*) für Nordamerika, ist mit dem CRTU-G leicht möglich, denn dank seiner Fernsteuermöglichkeiten für externe Geräte und dem eingebauten HF-Koppler kombiniert er HF-Signale aus unterschiedlichen Quellen.

Im Beispiel GSM und IS 136 wird der Radio Communication Tester CMU 200 mit der Option IS 136 in ein solches System eingebunden, womit sich dann GSM/IS 136-Hand-over-Tests simulieren lassen. Diese Konfiguration kann auch für EGPRS Compact, die nordamerikanischen Variante von EGPRS, genutzt werden.

Offene Programmierplattform

Die Testszenarien, die sich mit dem CRTU-G nachbilden lassen, basieren auf einzelnen Testprogrammen. Zum Lieferumfang des Analysators gehören zahlreiche Beispielprogramme und Programm-bibliotheken, einschließlich einiger in der ESTI-Spezifikation 11.10 festgelegten validierten Testszenarios. Alle Programme und viele der Bibliotheken werden im Quelltext ausgeliefert.

Vor der ersten Benutzung müssen die Programme in Maschinsprache übersetzt werden. Hierfür steht im Betriebssystem Windows 2000® der Compiler für Visual C++® zur Verfügung, wobei mitgelieferte Projektdateien die Übersetzung wesentlich erleichtern. Diese Projektdateien enthalten Informationen kompletter Test-Case-Pakete, die mehrere Testprogramme samt Anweisungen für den Compiler beinhalten.

Der Anwender erstellt also auf Basis vorhandener Beispielprogramme oder Test Cases seine eigenen Applikationen. Dabei unterstützen ihn gut dokumentierte Programmbibliotheken, so dass sich die Programmierung unter Visual C++® auf Funktionsaufrufe beschränkt. Dies bedeutet aber keine Reduzierung der Programmiermöglichkeiten; alle Funktionalitäten von Visual C++® einschließlich diverser Debug-Möglichkeiten stehen selbstverständlich zur Verfügung.

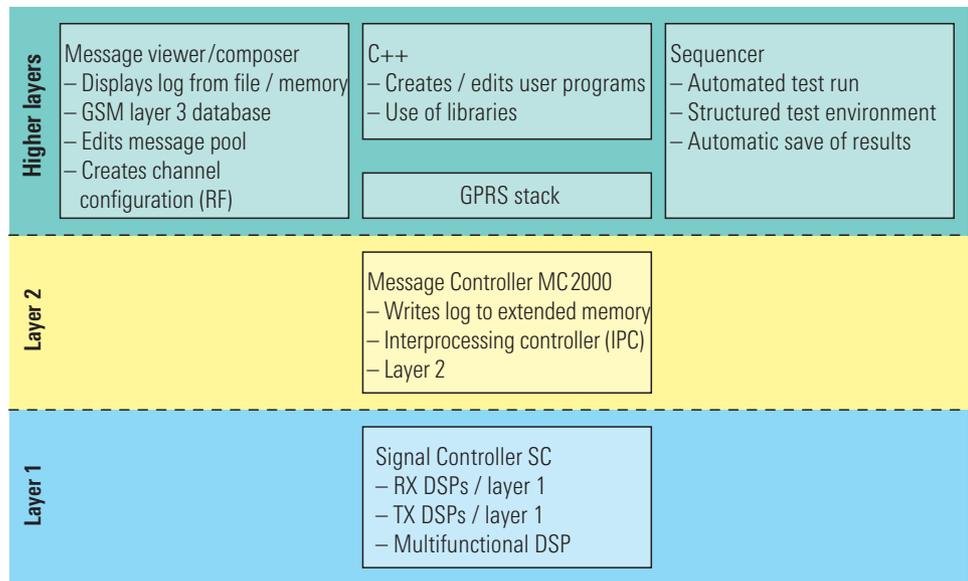


BILD 4 Integration der Protokollschichten.

Bibliotheksfunktionen für die Bildschirm- ausgaben, Tastatureingaben und Fehlerbehandlungen vervollständigen das Angebot (BILD 3). Aus Gründen der Kompatibilität mit schon vorhandener Software verwenden diese Funktionen das Eingabeaufforderungs-Fenster von Windows 2000® (früher MS-DOS-Box). Dies hat aber keine Limitierung der Programme hinsichtlich Speicherplatzbedarf oder Programmausführung zur Folge, da es sich um echte 32-Bit-Applikationen handelt.

System-Software immer auf dem neuesten Stand

Die System-Software des CRTU-G ist kompatibel mit GSM-Phase 2 Plus und wird ständig den Spezifikationen angepasst. Damit der Anwender immer auf dem neuesten Stand bleibt, offeriert Rohde&Schwarz auf Wunsch Service-Verträge für die Aktualisierung der System-Software. Zur Zeit kann sie um GPRS- und AMR-Funktionen erweitert werden (AMR: Adaptive Multi Rate).

Die Integration der Protokollschichten

Der Layer 1 wird im CRTU-G mit den beiden Link Handlern und den HF-Modulen realisiert. In den Signalprozessoren läuft die erforderliche Software (Signal Controller), die vor jedem Test neu gestartet wird. Die Schnittstelle zum nächst höheren Layer bildet der Message Controller; er sorgt mit seinem Interprocessing Controller für die Übergabe der Nachrichten zwischen den Layern. Zusätzlich protokolliert der Message Controller alle Nachrichten vom oder zum Messobjekt auf Layer-2-Ebene (Logging), so dass am Testende Log-Dateien für die Analyse zur Verfügung stehen. Auf dieser Basis setzen die Testprogramme auf und repräsentieren damit die höheren Layer (BILD 4).

Bei GPRS sind die höheren Layer die Entitäten für *LLC*, *SNDSCP* und *PPP* für den Transport von Daten sowie *SM*, *GMM* und *GSMS* die Entitäten für die erforderliche Signalisierung. All diese Funktionen laufen unabhängig im GPRS-Stack ab, gesteuert vom Message Controller. So werden die Nachrichten nicht nur an

De	Name	Base Station	phys Channel	log Channel	Frame Number	Block
TX	System Info Type 5	1	1	SACCH	4227	[1, 4, 45]
TX	System Info Type 6	1	1	SACCH	4309	[1, 6, 45]
TX	System Info Type 5	1	1	SACCH	4431	[1, 8, 45]
RP	DR Ab-init	1	1	BACCH	4518	[19, 27]
TX	System Info Type 6	1	1	SACCH	4523	[19, 45]
TX	Immediate Assignment	1	1	AGCH	4549	[19, 9]
RP	SR Service Req	1	1	SBCCH	4579	[19, 49]
TX	System Info Type 5	1	1	SACCH	4635	[19, 45]
RP	Measurement Report	1	1	SACCH	4698	[19, 3]
TX	Authentication Req	1	1	SBCCH	4866	[19, 25]
RP	Authentication Response	1	1	SBCCH	4732	[19, 49]
TX	System Info Type 6	1	1	SACCH	4737	[19, 45]
RP	Measurement Report	1	1	SACCH	4762	[19, 3]
TX	Cellsearch Mode Command	1	1	SBCCH	4819	[19, 25]
RP	Cellsearch Mode Complete	1	1	SBCCH	4834	[19, 49]

BILD 5 Der Message Viewer gibt Einblick in die Log-Dateien, die vom Message Controller geschrieben wurden.

▶ verschiedenen Stellen mitgeschrieben, sie können auch bestimmte Protokollschichten überspringen. Das ist manchmal erforderlich, z. B. wenn die entsprechende Protokollschicht im Messobjekt noch nicht existiert. Die erweiterten Funktionen für EGPRS (EDGE) wie Incremental Redundancy und Link Adaptation werden in den GPRS-Stack integriert.

Vielseitige Werkzeuge für umfassende Analysen

Für die Analyse dient der Message Viewer (BILD 5), er gibt Einblick in die Log-Dateien, die vom Message Controller geschrieben wurden und liefert detailliert Aufschluss über das Verhalten des

Messobjekts. Nachrichten lassen sich an unterschiedlichen Stellen im Schichtenmodell analysieren: Angefangen bei Layer 1, der nur den Inhalt der Bursts im hexadezimalen Format dokumentiert, bis hin zur Layer-3-Mnemonic-Darstellung, in der die Nachrichten in Klarschrift ausgegeben werden, sind verschiedene Ebenen darstellbar.

Der Message Composer erlaubt das Erstellen und Modifizieren auf der Layer-3-Mnemonic-Ebene auch ohne Eingriff in den Programm-Quelltext. GSM-Nachrichten müssen also während des Programmierens nicht mühsam zusammengestellt werden. Außerdem lassen sich mit dem Message Composer die Kanal-konfigurationen erstellen oder anpassen.

Abkürzungen

AMR Adaptive Multi Rate
BER Bit Error Rate
BLER Block Error Rate
EGDE Enhanced Data Rates

for GSM Evolution

EGPRS Enhanced GPRS
GCF GSM Certification Forum
GMM GPRS Mobility Management
GMSK Gaussian Minimum Shift Keying
GPRS General Packet Radio Services
GSM Global System for Mobile Communication
GSMS GPRS Short Message Service

LLC Logical Link Control
MAC Medium Access Control
PICS Protocol Implementation Conformance Statement
PPP Point-to-Point Protocol
SIM Subscriber Identity Module
SM Session Management
SNDCP Sub Network Dependent Convergence Protocol
TDMA Time Division Multiple Access
WCDMA Wideband Code Division Multiple Access
8PSK 8 Phase Shift Keying

Den automatisierten Ablauf von mehreren Testszenarios – einzeln oder in Schleifen – regelt ein Sequenzer. Er ist nicht nur für die Fernsteuerung des Messobjekts zuständig, sondern auch für das automatische Speichern der Ergebnisse. Ein Konfigurationsprogramm hilft bei der Auswahl der richtigen *SIM*-Parameter, *PICS*-Dateien und anderer Parameter. Für die notwendige Sicherheit der Testergebnisse sorgt eine umfassende Hardware-Analyse mit schneller Diagnose.

Umfangreicher Support auf Wunsch

Rohde&Schwarz steht den Anwendern bei den vielfältigen Möglichkeiten des CRTU-G und seiner offenen Programmierschnittstelle zur Seite: Das Unternehmen bietet auf Wunsch über das Customer-Support-Center umfangreiche Unterstützung bei technischen Fragen sowie Service-Verträge. Für registrierte Kunden steht im Internet ein spezieller Bereich zur Verfügung.

Nils Pickert

Weitere Informationen und Datenblatt unter www.rohde-schwarz.com (Suchbegriff CRTU-G) oder unter www.protocol-testing.rohde-schwarz.com



LITERATUR

[*] Basisband-Fading-Simulator ABFS – Kosten senken durch Simulation im Basisband. Neues von Rohde&Schwarz (1999) Nr. 163, S. 11–13.

Universal Radio Communication Tester CMU200

Signalisierung und HF-Messungen für Bluetooth



Foto 43 238/16

Dass die Möglichkeiten des CMU200 [*] mit HF-Tests nach klassischen zellularen Standards wie GSM, IS95 oder IS136 noch lange nicht erschöpft sind, zeigt nun die neue Option für Bluetooth TM ^{}.**

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

Die Bluetooth Funktionen im CMU200

Mit der Option Bluetooth unterstützt der CMU viele Anwendungen in Forschung und Entwicklung, Service und Produktion, und das als Multimode-Tester oder auch „nur“ als dezidiertes HF-Testgerät für Bluetooth.

Signalisierung

Der Test von Bluetooth Modulen erfolgt gewöhnlich im praxisnahen Betrieb bei normaler Signalisierung, also ohne spezielle Adaption von Test-Hard- und Software. Tester und Messobjekt bilden während der HF-Tests ein Piko-Netz, in dem der CMU als Master agiert und dem Messobjekt (Slave) die notwendigen Parameter für die einzelnen Testschritte signalisiert.

Inquiry

In dieser Betriebsart sucht der CMU nach Messobjekten in seiner Umgebung und speichert deren Adressen in einer Liste (BILD 1).

Paging, Connection

Der Radio Communication Tester spricht das Messobjekt über die vom Anwender eingegebene oder per Inquiry herausgefundene individuelle Adresse gezielt an (Paging) und baut bei positiver Antwort eine Verbindung auf.

Aktivierung des Bluetooth Testmodus

Zur Durchführung der HF-Messungen wird nach erfolgreichem Verbindungsaufbau über die Luftschnittstelle der im Bluetooth Standard definierte Testmodus aktiviert. Der CMU stellt das Messobjekt dafür auf unterschiedliche Erfordernisse ein:

- Sendertest oder Loopback
- Frequenzspringen oder Einzelfrequenz
- Pakettypen: DH1, DH3, DH5
- Payload-Längen: 2 Byte...339 Byte
- Payload-Daten: PRBS, 1010-Muster usw.
- Data Whitening: Ein/Aus

Wichtige Kenngrößen des Messobjekts wie Versionsnummer oder Service Class werden während des Verbindungsaufbaus ausgetauscht und erscheinen als zusätzliche Signalisierungsinformation auf dem CMU-Display.

Bluetooth Messungen am Sender

Im Power-Menü des CMU stehen die Messungen Nominal Power, Peak Power, Leakage Power und Time Alignment zur Verfügung. Der CMU interpretiert den Inhalt des empfangenen Signals und stellt die dafür erforderlichen Messbereiche ein. Während eines Bursts werden sowohl die nominale Leistung als auch der Spitzenwert gemessen. Mit dem Messergebnis Leakage Power

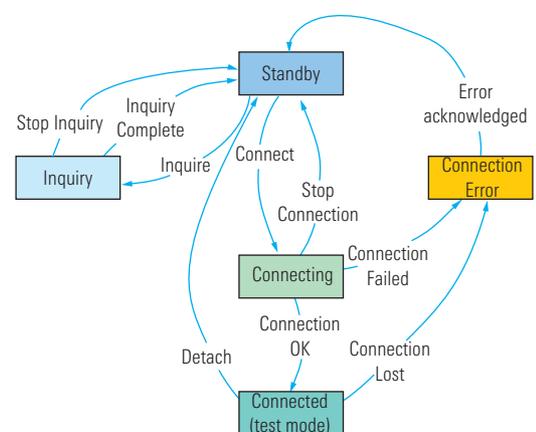


BILD 1 Die Betriebsart Inquiry des CMU200: Der Tester speichert die Adressen aller gefundenen Messobjekte in einer Liste.

Wichtige Parameter der Bluetooth HF-Schnittstelle

Die wichtigsten technischen Parameter an der HF-Schnittstelle des Standards Bluetooth zeigt BILD 2. Innerhalb eines Zeitschlitzes arbeitet ein Bluetooth Teilnehmer immer alternativ als Sender oder Empfänger. Die farbig gekennzeichneten Segmente in BILD 3 markieren die relevanten Grundelemente eines physikalischen Pakets:

Access Code (72 bit)

Dieser Bereich unterstützt die Identifikation und Synchronisation von Bluetooth Geräten. Der Beginn – die 4 bit lange Präambel – ist mit einem typischen 1010-Muster belegt. Ein Messgerät muss dabei in nur 4 μ s die Frequenzabweichung des Messobjekts mit hoher Genauigkeit bestimmen können.

Header (54 bit)

In diesem Bereich des Pakets befinden sich für die Verbindung wichtige Organisationsinformationen wie: augenblickliche Adresse des Kommunikationspartners im Piko-Netz, verwendete Pakettypen, aber auch Flow-control- und Handshake-Informationen.

Payload (0...2744 bit)

Längenvariabler Paketbereich, in dem normalerweise Nutzdaten übertragen werden. Die maximale Länge der Payload ist so definiert, dass zwischen ihrem Ende und dem Zeitschlitzwechsel mindestens 220 μ s für das Einschwingen der Synthesizer des Bluetooth Gerätes auf den nächsten Frequenzkanal verbleiben.

Parameter	Daten	Kommentar
Frequenzband	2,4 GHz...2,493 GHz	V 1.0 b: Teilweise länderspezifische Zuordnung; Max. Kanalzahl pro System: 79
Kanalabstand	1 MHz	
Modulation	Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK); B · T = 0,5	Max. Frequenzhub 160 kHz
Zeitmultiplex	625 μ s/Zeitschlitz	Master und Slave senden alternierend
Frequenz-Springen	1600 Sprünge/s	Pro Zeitschlitz wird die Frequenz gewechselt (während Verbindungsaufbau 3200 Sprünge/s, d. h. Frequenzwechsel pro halben Zeitschlitz)
Physikalische Paket-Typen	1-, 3- und 5-Slot	Variable Paket-Länge für aktuellen Paket-Typ; Abhängig von der Anwendung werden Paket-Formate mit unterschiedlichem Fehlerschutz verwendet
Leistungsklassen	0 / +4 / +20 dBm	

BILD 2 Wichtige technische Parameter an der HF-Schnittstelle des Bluetooth Standards.

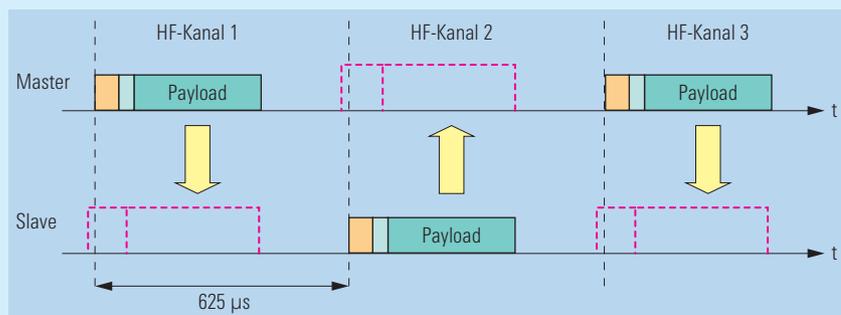


BILD 3 Die Informationsübertragung im Standard Bluetooth geschieht mit Frequenzsprung- und Zeitmultiplex-Verfahren.

Weitere Informationen und Geräte zum Thema Bluetooth

- **In diesem Heft:** Mess-Tipp – Wie man mit dem Signal Generator SMIQ HF-Testsignale für Bluetooth schnell und einfach erzeugt (Seite 50)
- **Mess-Tipp:** Genaue Driftmessungen an Bluetooth Transmitter-Modulen. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 169, S. 40–41.
- **Protokolltester PTW 60** für Bluetooth Anwendungen – Umfassende Protokolltests nach dem Bluetooth Qualifizierungsprogramm. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 169, S. 8–10. Datenblatt unter Suchbegriff PTW 60.
- **Testsystem TS 8960:** www.rohde-schwarz.com, Suchbegriff TS 8960
- **Flyer Bluetooth** (Suchbegriff 0757.5489)
- **Bluetooth RF Test Specification**, Revision 0.9, 14.3.2000.
- **Bluetooth Core Specification**, Revision 1.1, 22.2.2001.

Oder im Internet:

- **Rohde & Schwarz und Bluetooth:** www.rohde-schwarz.com/bluetooth
- **Offizielle Bluetooth-Website:** www.bluetooth.com/



Datenblatt PTW 60



Flyer Bluetooth

	Datenmuster 101010	Datenmuster 11110000	PRBS und andere
Frequenzgenauigkeit (Messung entlang der Präambel)	X	X	X
Frequenzdrift	X	–	–
Maximale Drift	X	–	–
Durchschnittlicher Frequenzhub	X	X	–
Maximaler Frequenzhub	X	X	–
Minimaler Frequenzhub	X	X	–

BILD 4 Alle Bluetooth Modulationsmessungen, die mit dem CMU 200 durchgeführt werden können.

► wird die Abschalttiefe des Senders an den Rändern des übertragenen Pakets bewertet, während das Ergebnis des Packet Alignment den Sendezeitpunkt des Messobjekts im Vergleich zum vom Master vorgegebenen Timing bestimmt. Diese Messungen überprüfen, ob der Slave innerhalb eines mit Toleranzen vorgegebenen Zeitfensters antwortet.

Aufgrund seiner großen Speichertiefe ist der CMU in der Lage, Datenausschnitte von 1/16-Zeitschlitz bis zu einem Paket mit einer Länge von fünf Zeitschlitzen grafisch anzuzeigen.

Modulationsmessungen

Wie in der Bluetooth RF Test-Spezifikation vorgeschlagen, werden die Messverfahren abhängig von den stimulierten Datenmustern in der Payload durchgeführt. Die dabei unterstützten Messungen sind in BILD 4 zusammengestellt.

Das grafische Display des CMU bietet flexible Möglichkeiten zur Auswahl und Vergrößerung der Messbereiche. Mit dem Pre-Trigger lässt sich beispielsweise komfortabel die Einschwingcharakteristik des Signals analysieren (BILD 5). Die Marker erleichtern das detaillierte Untersuchen einzelner Bereiche.

Ein Messobjekt muss bezüglich Frequenz nicht nur schnell zwischen den Paketen

springen können, sondern auch nach den Sprüngen während der Übertragung die Trägerfrequenz sehr konstant halten. Es ist somit recht anspruchsvoll, die Frequenzdrift über die maximale Länge des DH5-Pakets gering zu halten. Dementsprechend muss das Messgerät diesen Zeitabschnitt mit hoher Auflösung speichern, um den notwendigen Messalgorithmus über alle Daten ausführen zu können.

Messmodi des CMU für den Sendertest

Alle Leistungs- und Modulationsmessungen führt der CMU unter Variation vieler

Parameter – d. h. im TX-Test und Loop-back – an DH1-, DH3-, und DH5-Paketen usw. durch. Als Besonderheit gelten die folgenden Messmodi des Testers:

All Channels

Hier bewertet der CMU während des Frequenzspringens das augenblicklich empfangene Signal unabhängig von der Kanalnummer. Damit erhält man sehr schnell Messergebnisse über alle 79 belegten Kanäle. Über die angezeigten statistischen Minimal- und Maximalwerte der Leistungsmessung werden sofort numerisch oder grafisch Pegelstreuungen qualitativ erfasst, wie sie z. B. durch den Frequenzgang verursacht werden.

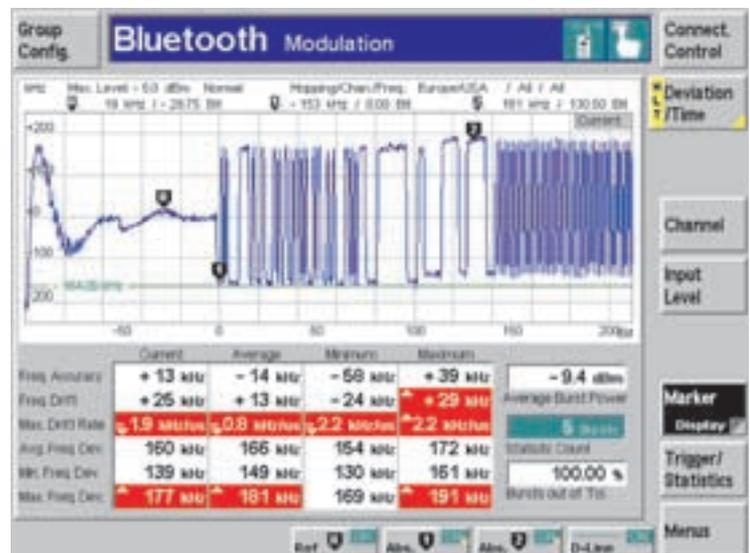
Single

In diesem Modus kann das Frequenzspringen für die Signalisierung aufrecht erhalten werden. Der CMU untersucht aber nur einen einzelnen, vom Anwender ausgewählten Kanal.

Simultaneous

Diese Betriebsart ist so optimiert, dass das im Standard definierte Reduced Hopping auf schnellste Weise Messergebnisse für fünf unterschiedliche Frequenzkanäle liefert. ►

BILD 5
Grafisch aufbereitet:
Das Display im
CMU 200 bietet
komfortable Möglich-
keiten für die Signal-
analyse.



► Empfänger-Messungen

Voraussetzung für Empfänger-messungen ist, dass das Messobjekt die vom Testgerät erzeugten Payload-Bits decodiert und wieder an das Messgerät zurücksendet. Der CMU schaltet das Messobjekt in den Loopback-Betrieb und vergleicht die empfangenen mit den zuvor ausgesendeten Daten.

BER (Bit Error Rate)

Die BER der Payload-Daten errechnet sich aus: Bitfehler ÷ (Gesamtzahl der im Loopback vom Tester empfangenen Bits) · 100%.

PER (Packet Error Rate)

Versteht das Messobjekt einzelne Pakete nicht, weil es beispielsweise das Synchronisationswort nicht erkennt, so markiert der CMU diese Pakete und sie tragen damit zur Packet Error Rate bei. $PER = \text{Ausgesonderte Pakete} \div (\text{Gesamtzahl gesendeter Pakete}) \cdot 100\%$.

BER Search

In diesem Modus führt der CMU eine Sequenz von BER-Messungen bei stetig reduziertem Sendepiegel durch. Bei Überschreiten eines vom Anwender definierten Grenzwerts für die gemessene BER wird die Messung angehalten.

Der CMU bietet für das Generieren des im Loopback verwendeten Datenmusters nicht nur eine große Auswahl „fertiger“ Datenfolgen (Pseudo random, 1010, 1111000 usw.), sondern lässt dem Anwender freie Hand für die Definition eigener Datenfolgen. Er kann in fünf Test-Setups die gewünschten Randbedingungen für die Receiver-Messungen konfigurieren.

Wie die Sender-Messungen, so lassen sich auch Empfänger-messungen sowohl im nicht „springenden“ wie auch im realitätsnahen Hopping-Betrieb flexibel für verschiedene Pakettypen und Datenlängen durchführen.

Parallelbetrieb für hohe Messgeschwindigkeit

Wegen der hohen Messgeschwindigkeit und großen Speichertiefe des CMU können Sender- und Empfänger-messungen parallel ablaufen. Bei Messungen während des Frequency Hopping führt dies in kürzester Zeit zu einer großen Testtiefe. Nur wenige Sekunden vergehen zwischen Verbindungsaufbau, durchgeführten Sende- und Empfänger-messungen und Verbindungsabbau.

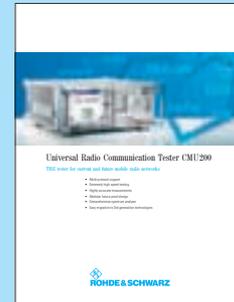
Zahlreiche komfortable Messfunktionen

Der CMU bietet zahlreiche statistische Kontroll- und Messfunktionen. So ist es beispielsweise möglich, für jeden Einzelmesswert individuelle Toleranzen festzulegen und Messungen nach dem Erreichen einer bestimmten Messanzahl oder abhängig von Toleranzüberschreitungen anzuhalten. Außer den üblichen Messkurven für die Leistung bzw. Modulation über der Zeit lassen sich auch gemittelte bzw. Minimum- und Maximumkurven über eine vom Anwender definierte Anzahl von Paketen anzeigen.

Viele weitere Applikationen

Mit dem CMU sind viele weitere Bluetooth Messapplikationen durchführbar. So kann beispielsweise über den fein einstellbaren CMU-Sendepiegel die RSSI-Mess-Stelle im Messobjekt angeregt und justiert werden (RSSI: Receiver Signal Strength Indicator). Im Non-Signalling-Modus sendet er periodisch ein Bluetooth Paket aus. Außer den Parametern Leistung und Frequenz kann dabei auch ein Frequenzoffset und das Datenmuster gewählt und beispielsweise als Stimulation bei der Untersuchung eines Bluetooth FM-Demodulators verwendet werden.

Weitere Informationen und Datenblatt speziell zum CMU 200 unter www.rohde-schwarz.com, Stichwort CMU 200 (Im Datenblatt Bluetooth Optionen CMU-B53, -K53, -U53)



LITERATUR

[*] Universal Radio Communication Tester CMU 200 – Auf der Überholspur in die Zukunft des Mobilfunks. Neues von Rohde & Schwarz (1999) Nr. 165, S. 4–7.

Spektrumanalysator

Als Basispaket zusammen mit der Option Bluetooth enthalten ist die Funktionsgruppe „RF“. Damit lassen sich einfache HF-Signale in weitem Pegel- und Frequenzbereich erzeugen. Eingespeiste HF-Signale wertet der eingebaute Analysator im Zeit- oder Frequenzbereich aus.

Fazit

Der CMU ergänzt die Bluetooth Testlösungen von Rohde & Schwarz, z. B. den Protokolltester PTW 60 und das weltweit erste HF-Testsystem für Bluetooth Komponenten TS 8960 (Kasten Seite 10). Er ist bereits für viele spätere Erweiterungen vorbereitet, so sind etwa Bluetooth Messungen in Koexistenz mit anderen Netzwerken wie GSM denkbar, und erschließt so in den Produktionslinien auch in Zukunft neue Möglichkeiten. Anwender, die bereits über den CMU 200 verfügen, können ein Upgrade-Kit bestellen.

Pirmin Seebacher; Dieter Mahnken

Erste WCDMA-Messfunktionen

Nachdem der CMU 200 die wichtigsten Mobilfunkstandards der

2. Generation wie GSM, IS 136, AMPS und CDMA [1], [2] unterstützt, präsentiert Rohde & Schwarz den Funkmessplatz jetzt als Tester für Mobiltelefone des Standards *WCDMA (3GPP/FDD)* *.

In der hier vorgestellten ersten Funktionalitätsstufe bietet er Sendermessungen an *WCDMA-Uplink-Signalen*.

Wichtige Parameter eines WCDMA-Mobiltelefons

Als erstes ist hier die **Sendeleistung** des Uplink-Signals zu nennen:

- Das Einhalten der maximalen Sendeleistung (+33 dBm +1/-3 dB) ist wichtig für die Leistungsfähigkeit des Mobiltelefons. Ist die Sendeleistung zu hoch, so wird zu viel Batteriestrom verbraucht und das Handy stört andere im Netz. Ist sie zu niedrig, so verringern sich die Reichweite oder die *QoS* (Quality of Service).
- Das Mobiltelefon muss seine Sendeleistung unter eine definierte Minimalleistung absenken können (<-50 dBm)
- Das Mobiltelefon darf im inaktiven Zustand eine definierte Off-Leistung nicht überschreiten (-56 dBm)
- *WCDMA*-Systeme beruhen wie CDMA-Systeme auf einer gut funktionierenden Leistungsregelung. Bei *WCDMA* darf das Mobiltelefon mit einer Sendeleistung zwischen +33 dBm

und <-50 dBm senden, dies entspricht einer Pegeldynamik von mehr als 83 dB! Die einzelnen Leistungsstufen (1/2/3 dB) müssen mit hoher Genauigkeit eingehalten werden

Der CMU 200 kann diesen Dynamikbereich messen, wobei für die Max- und die Min/Off-Power jeweils verschiedene Messbandbreiten gelten. Von Vorteil sind hierbei die hervorragende absolute Pegelmessgenauigkeit und Linearität des CMU 200.

Ein zweiter wichtiger Parameter ist die **Modulationsqualität**. Ist sie zu schlecht, so hat das Bitfehler und gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Codekanäle zur Folge. Gemessen wird der *EVM* (Error Vector Magnitude) und der Frequenzfehler. Auf Basisbandebene können auch die IQ-Fehler IQ Origin Offset und IQ Imbalance analysiert werden, die Hinweise auf Fehlfunktionen des IQ-Modulators liefern können. Ein für *WCDMA* typischer Parameter ist außerdem der

* Abkürzungen werden im Text in kursiver Schrift hervorgehoben und im Kasten auf Seite 15 ausgeschrieben. Gängige Abkürzungen sind nicht im Text, sondern nur im Kasten ausgeschrieben.

BILD 1 Modulationsanalyse in grafischer Darstellung.

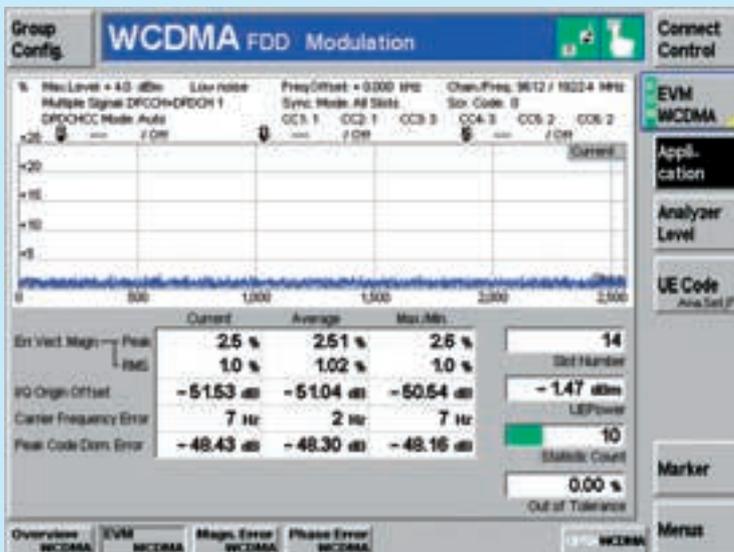
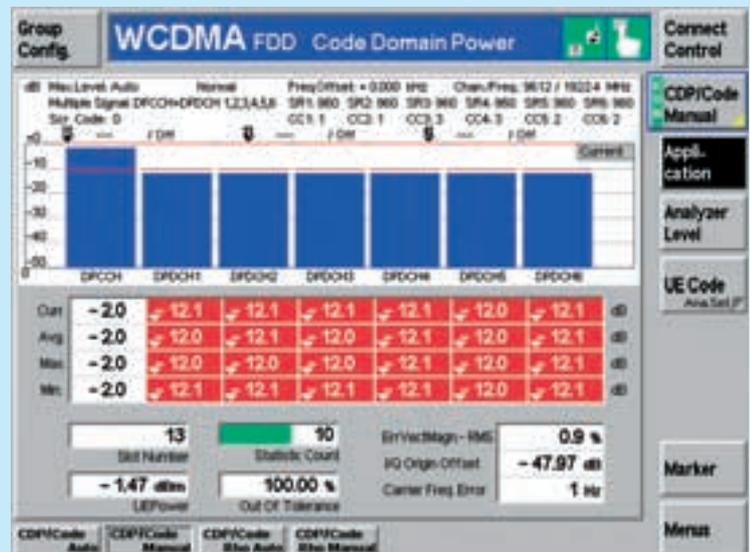


BILD 2 Code Domain Power.



► **Peak Code Domain Error (PCDE).** Um diesen zu erfassen wird der Gesamt-Fehlervektor auf die verschiedenen Codekanäle aufgeteilt. Der Code Domain Error ist dabei das Verhältnis von mittlerer Leistung dieses Codes zur mittleren Leistung des Referenzsignals. Und der PCDE ist der maximale bei allen Codes aufgetretene Code Domain Error innerhalb eines Zeitschlitzes.

Der CMU 200 bietet die Modulationsanalyse als Übersichtsmenü mit allen Zahlenwerten oder als grafische Darstellung über der Zeit (BILD 1).

Code Domain Power

Da bei *WCDMA/FDD* Daten- und Kontrollkanäle durch verschiedene, zueinander orthogonale Codes voneinander getrennt werden, ist es für die Analyse wichtig, ein vom Messobjekt gesendetes Signal wieder in die verwendeten Codekanal-Anteile aufspalten zu können. Die Leistung eines dieser Codekanäle wird mit Code Domain Power (*CDP*) bezeichnet (siehe dazu auch [3] und [4]).

BILD 2 zeigt eine *CDP*-Messung mit dem CMU 200. Zu sehen ist die *CDP* des Kontrollkanals (DPCCH) und der sechs möglichen Datenkanäle (DPDCH) eines Mobiltelefons, wobei die Datenkanäle bezogen auf den Kontrollkanal in diesem Beispiel um 10 dB abgesenkt sind.

Frequenzspektrum

Das Frequenzspektrum, das ein Sender eines *WCDMA*-Signals erzeugt, begrenzt die Leistungsfähigkeit des Systems. Überschreitet ein Mobiltelefon den ihm zugestandenen Bereich, stört es andere Teilnehmer oder andere Dienste. Im *3GPP*-Standard wurde die *ACLR*-Messung (Adjacent Channel Leakage Power Ratio) definiert, welche die Leistung in direkt benachbarten Kanälen (mit ± 5 MHz Ablage von der Nutzfrequenz) sowie die der übernächsten Nachbar Kanäle (± 10 MHz) misst. Der CMU 200 bietet die Darstellung als durchgehendes Frequenzspektrum mit einem Span von 25 MHz (BILD 3) und auch die integrierten Leistungswerte in den vier Nachbar Kanälen (BILD 4). Selbstverständlich verfügt er über eine ausreichende Messdynamik (BILD 5).

Aufgrund nationaler Vorschriften gibt es im *3GPP*-Standard noch weitere Charakteristika des Spektrums: die **Spectrum Emission Mask** (durchgehendes Spektrum, gemessen mit verschiedenen Bandbreiten 30 kHz und 1 MHz, BILD 6) sowie die **Occupied Bandwidth** (die Bandbreite, innerhalb derer 99% der gesamten Signalleistung liegt). Der CMU 200 bietet natürlich auch diese Messungen als integralen Bestandteil der *ACLR*-Analyse.

Eine Testplattform mit bewährten Eigenschaften

Der CMU 200 berücksichtigt – gemäß dem Standard – jeweils einen ganzen Zeitschlitz, der 666 μ s dauert und 2560 Chips enthält. Triggermöglichkeiten sind Free Run und externer Trigger, damit kann eine kontinuierliche oder eine One-shot-Messung gestartet werden.

Die statistische Auswertung ist möglich durch das Erfassen von Durchschnitts-, Maximal- und Minimalwerten über eine einstellbare Zahl von Zeitschlitzes.

BILD 3 Darstellung der *ACLR* als durchgehendes Frequenzspektrum.

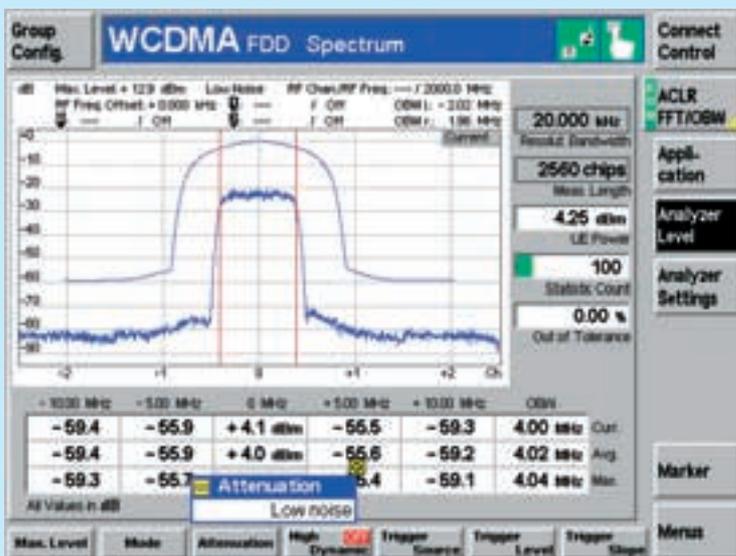
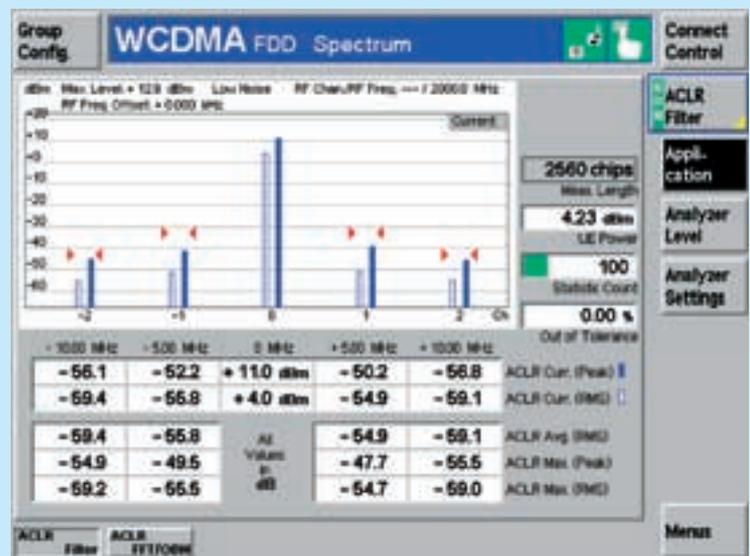


BILD 4 *ACLR* in den Nachbar Kanälen.



Marker (absolut und relativ) sowie Hilfslinien erleichtern das Ablesen von Messpunkten in den grafischen Anzeigemenüs. Für die Go/Nogo-Auswertung gibt es einstellbare Toleranzgrenzen, deren Verletzung durch rote Hinterlegung der Mess-Ergebnisse dargestellt wird.

Die Verwendung der CMU 200-Plattform für WCDMA bringt große Vorteile:

- Der CMU 200 ist ein Multistandard-Tester, d. h., in ein Gerät können Messmöglichkeiten für alle wesentlichen Standards integriert werden. Das Umschalten von einem Standard auf einen anderen dauert nur Sekunden
- Flexibles Hardware- und Software-Aufrüstkonzept für weitere WCDMA-Funktionalitätsstufen bzw. Anpassung an Änderungen des 3GPP-Standards
- Der CMU 200 hat sich in vielen Fertigungsstraßen mit hoher Zuverlässigkeit, Messgeschwindigkeit und -genauigkeit sowie Signalqualität bewährt
- Leichte Handhabbarkeit durch geringes Gewicht und kompakte Bauform

- Die bekannte Menüstruktur zur einfachen Handbedienung des CMU 200 wurde für die WCDMA-Option beibehalten. Anwender, welche die Bedienung des CMU 200 in einem anderen Netz, z. B. GSM, gewöhnt sind, finden sich problemlos bei WCDMA zurecht
- Auch die Fernsteuerungs-Möglichkeiten entsprechen denen des CMU-Grundgeräts. Know-how, das bei der Erstellung von Fernsteuerprogrammen für andere Funktionsgruppen gesammelt wurde, kann also direkt eingesetzt werden

Weitere geplante Funktionalitätsstufen

Die „Evolution“ des CMU 200 geht rasch weiter:

- Messung des Leistungsverlaufs über der Zeit (Inner Loop Power)
- WCDMA-Generator zum Synchronisieren von Mobiltelefonen sowie Bitfehlerratenmessung
- Signalisierung für Verbindungsaufbau und -abbau sowie Loop Back für BER-Messungen

Gottfried Holzmann

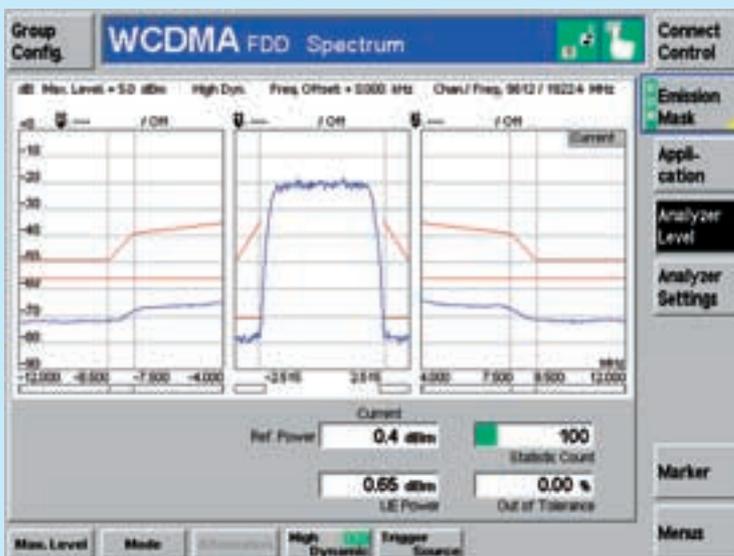
LITERATUR

- [1] CMU 200 – Mit CDMA nun alle Standards der zweiten Mobilfunkgeneration. Neues von Rohde & Schwarz (2001) Nr. 170, S. 7–11.
 - [2] CMU 200 – Gefragter Mobilfunktester nun auch mit den Standards TDMA und AMPS. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 168, S. 10–15.
 - [3] Signalanalysator FS1Q – Bereit für alle Messungen an 3GPP-Basisstations-Sendern. Neues von Rohde & Schwarz (2001) Nr. 170, S. 15–17.
 - [4] Signalgenerator SMIQ – Mit neuen Optionen bereit für 3G. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 166, S. 10–12.
- Weitere Literatur: siehe Kasten Seite 12.

Abkürzungen

<i>ACLR</i>	Adjacent Channel Leakage Power Ratio
<i>CDP</i>	Code Domain Power
<i>EVM</i>	Error Vector Magnitude
<i>FDD</i>	Frequency Division Duplex
<i>ME</i>	Magnitude Error
<i>OBW</i>	Occupied Bandwidth
<i>PCDE</i>	Peak Code Domain Error
<i>PE</i>	Phase Error
<i>QoS</i>	Quality of Service
<i>SEM</i>	Spectrum Emission Mask
<i>TDD</i>	Time Division Duplex
<i>WCDMA</i>	Wideband Code Division Multiple Access
<i>3GPP</i>	3 rd Generation Partnership Project

BILD 6 Spectrum Emission Mask.



	Mindestanforderung		Garantierte Messdynamik des CMU 200
	Mobiltelefon	Basisstation	
1. Nachbarkanal	33 dB	45 dB	54 dB
2. Nachbarkanal	43 dB	50 dB	62 dB

BILD 5 Die Messdynamik des CMU 200 bietet ausreichend Reserven.

Kurzdaten Option WCDMA zum CMU 200

Standard	3GPP-FDD, Test von Mobiltelefonen
Frequenzbereich	spezifiziert: 1920 MHz...1980 MHz funktionsfähig: 10 MHz...2700 MHz
Messmöglichkeiten	
Leistungsmessungen	Max / Min / Off
Modulationsanalyse	EVM, ME, PE, FreqError, IQ-Offset, IQ-Imbalance, RHO, PCDE
Code Domain Power	CDP / RHO-Wert
Spektrummessungen	ACLR, OBW, SEM
Bestellbezeichnung	U65 / K65

I/Q-Modulationsgenerator AMIQ / Signalgenerator SMIQ

Mit WinIQSIM™ bestens gerüstet für die 3G-TDD-Standards

Die umfangreichen Möglichkeiten des erfolgreichen Gespanns AMIQ und SMIQ mit der I/Q-Simulations-Software WinIQSIM™ (BILD 1 sowie [1], [2] und [3]) zum Generieren von Testsignalen nach digitalen Standards wurde nochmals erweitert. Jetzt eröffnen die in WinIQSIM™ implementierten 3G-Standards TD-SCDMA und 3GPP-TDD weitere, vielseitige Testszenarien.

BILD 1 Der AMIQ (unten) und der SMIQ ergänzen sich hervorragend: z. B. bei der Simulation von Mehrträgeranwendungen wie GSM mit TD-SCDMA, wenn dazu ein HF-Prüfsignal benötigt wird.

Eine Herausforderung: Mobilfunk der dritten Generation

Die Teilnehmerzahl in Mobilfunknetzen der zweiten Generation wächst stetig. Die Netzkapazität ist – besonders in Japan – nahezu erschöpft, während der Bedarf an mobilen Datendiensten mit hohen Datenübertragungsraten stark ansteigt. Um diesen Marktforderungen schnell entgegen zu kommen, werden derzeit als Interimslösung Mobilfunksysteme der Generation 2.5 (GPRS/EGPRS, HSCSD) aufgebaut. Doch erst die dritte Mobilfunkgeneration (3G) wird hohe Erwartungen bezüglich neuer Dienste erfüllen können. Die International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) hat drei verschiedene Modi globaler 3G-Standards definiert. Außer dem Multi-Carrier-Modus (cdma2000) [4] und dem 3GPP-WCDMA-FDD-Modus (erste Mobilfunknetze in Japan ab Sommer 2001), für die WinIQSIM™ schon jetzt gerüstet ist, wurde auch

der Modus 3GPP-WCDMA-TDD (Time-Division-Duplex) definiert. Letzterer ist zudem für den Betrieb in Pikoellen und Inhouse-Netzen vorgesehen.

In TDD-Systemen nutzen beide Sende-richtungen die gleiche Frequenz. Die Trennung von Up- und Downlink erfolgt im Zeitmultiplex, also durch das Aufteilen in Zeitschlitze und deren Zuordnung zu einer Senderichtung.

Außer dem 3GPP-TDD-Modus mit 3,84 MChip/s ist auch ein Low-Chiprate-Modus mit 1,28 MChip/s definiert, der im 3GPP derzeit unter dem Namen TD-SCDMA standardisiert wird. Bei diesem vor allem in China favorisierten Verfahren lässt sich der Kern bestehender GSM-Systeme weiter verwenden. Viele große Telefon- und Basisstationshersteller werden Produkte sowohl für den FDD- als auch den TDD-Modus von 3GPP anbieten, und schon 2003 oder 2004 werden erste Mobilfunknetze auf TDD-Basis arbeiten. WinIQSIM™ ist die erste Software auf dem Markt, die beide TDD-Modi simulieren kann.

Gemeinsamkeiten von TD-SCDMA und 3GPP-TDD

Prinzipiell sind sich TD-SCDMA und 3GPP-TDD sehr ähnlich. Die jeweiligen Besonderheiten der Standards sind in den Kästen auf den Folgeseiten beschrieben. Als herausragende Eigenschaft lässt sich im 3GPP-TDD-Modus die Bandbreite für Up- und Downlink asymmetrisch aufteilen. Dadurch können große Datenmengen, etwa aus dem Internet, im Downlink übertragen werden, während in Gegenrichtung eine geringere Datenrate zur Verfügung steht (z. B. für



Foto 43 528/2

► nalisierungskanäle (P-CCPCH, P-/S-SCH, bzw. DwPTS) auch Synchronisationstests an Mobiltelefonen durchführen.

I/Q-Modulationsgenerator AMIQ

Der AMIQ bietet mit den Optionen AMIQ-K13 (3GPP-TDD) und AMIQ-K14 (TD-SCDMA) Möglichkeiten, die weit

über die des SMIQ hinausgehen. So erlauben seine digitalen und differentiellen Ausgänge präzise Tests direkt im Basisband. Das Modell AMIQ04 kann lange Bitfehlerratenmessungen auf physikalischer Ebene durchführen, weil hier Sequenzlängen von über 100 Frames bei 3GPP-TDD und über 600 Frames bei

TD-SCDMA möglich sind. Zudem eignet er sich vor allem zur Simulation von Mehrträgeranwendungen wie GSM mit TD-SCDMA oder 3GPP-FDD mit -TDD, bei der die neuen Systeme unter realen Bedingungen untersucht werden können. Wird ein HF-Prüfsignal benötigt, so leistet ein zusätzlicher SMIQ gute Dienste.

Besonderheiten von 3GPP-TDD

Der 3GPP-TDD-Rahmen besteht aus 15 Slots, die sich jeweils frei dem Uplink oder Downlink zuordnen lassen. Gegenüber TD-SCDMA kann hier von Slot zu Slot die Senderichtung gewechselt werden (BILD 3). Für jeden Slot kann neben der Senderichtung einer der drei 3GPP-Burst-Typen eingestellt werden. Auch hier sind alle physikalischen Kanaltypen verfügbar; zusätzlich lässt sich für jeden Codekanal die Kombination der TPC- und TFCI-Felder festlegen.

Der 3GPP-TDD-Standard stellt sehr hohe Anforderungen an das ON/OFF-Ratio, das Verhältnis zwischen der Sendeleistung in aktiven und inaktiven Slots. Dazu genügt es wegen der analogen Effekte bei der Signalerzeugung (z. B. Trägerrest des IQ-Modulators) nicht, nur Basisbandsignale mit hoher Dynamik zu erzeugen. Im Bereich inaktiver Slots muss auch die HF ausgetastet werden. WinIQSIM™ bietet zusammen mit dem AMIQ die automatische Belegung eines Marker-Ausgangs mit einem Data-Active-Signal, das mit verschiebbaren Start- und Stoppfanken den Bereich des I/Q-Signals, in dem aktive Slots des TDD-Systems liegen, markiert. Es lässt sich zur Ansteuerung des Pulsmodulators am SMIQ und damit zur Austastung des HF-Signals in nicht aktiven Slots benutzen. Dies führt unmittelbar zu einer deutlichen Erhöhung des ON/OFF-Ratio (BILD 4).

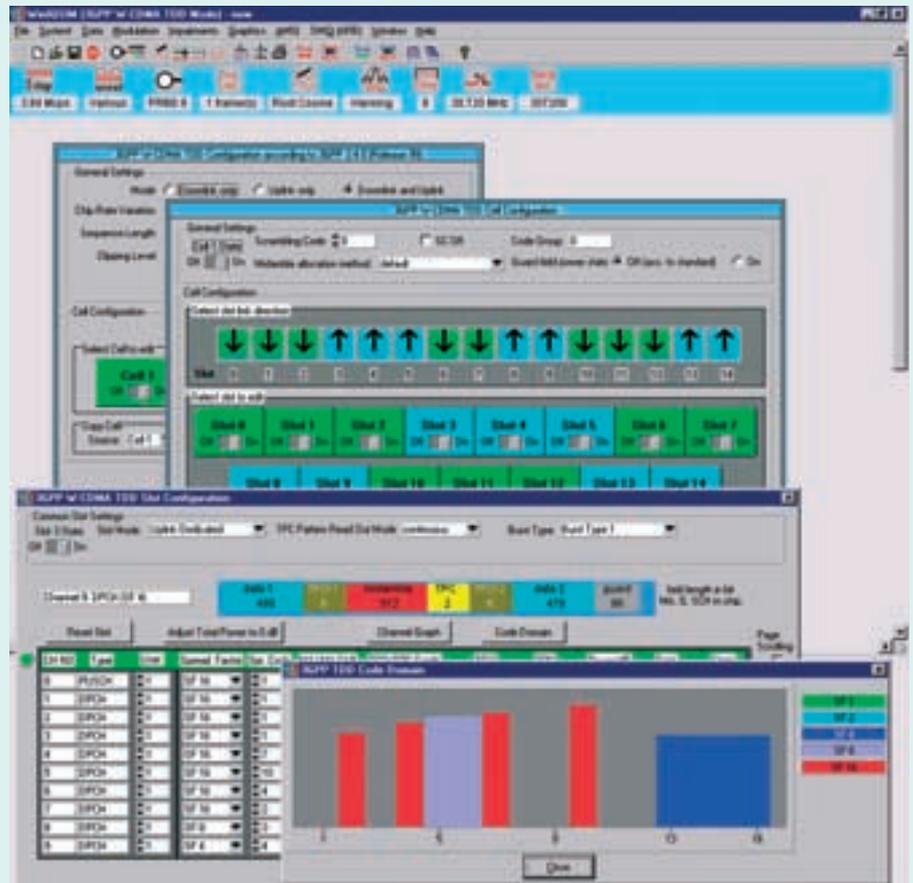


BILD 3
Konfiguration einer 3GPP-TDD-Zelle.

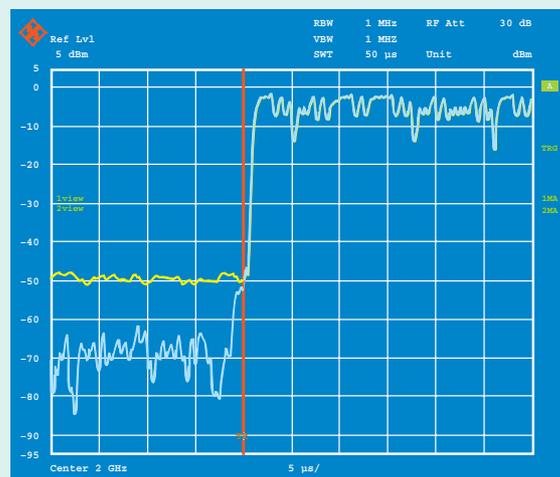


BILD 4
Erhöhung des On/Off-Ratio mit Data-Active-Marker und Pulsmodulation (gelb: ohne, blau: mit Data-Active-Marker).

Zusammenfassung

Diese frühe Entwicklungsphase von 3GPP-TDD und TD-SCDMA unterstützt WinIQSIM™ schon jetzt – zusammen mit AMIQ und SMIQ – in Form umfassender Möglichkeiten zur Signalgenerierung. Wie schon bei 3GPP-FDD, so tragen bei Standardänderungen oder neuen Marktentwicklungen WinIQSIM™-System-Updates schnell erweiterten Anforderungen Rechnung.

Andreas Pauly

Weitere Informationen und Datenblätter unter www.rohde-schwarz.com (Suchbegriffe AMIQ, SMIQ, WinIQSIM)



Datenblatt AMIQ mit WinIQSIM™



IS-95 und CDMA2000 für AMIQ und SMIQ



Datenblatt SMIQ

LITERATUR

- [1] I/Q-Modulationsgenerator AMIQ – Neue Modelle 03 und 04 sowie Option Digitaler I/Q-Ausgang. Neues von Rohde&Schwarz (2000) Nr. 166, S. 22–23.
- [2] Signal Generator SMIQ: Mit neuen Optionen bereit für 3G. Neues von Rohde&Schwarz (2000) Nr. 166, S. 10–12.
- [3] WinIQSIM™: Neue Wege in der Berechnung komplexer I/Q-Signale. Neues von Rohde&Schwarz (1998) Nr. 159, S. 13–15.
- [4] WinIQSIM™: CDMA2000-Testsignale in konkurrenzloser Vielfalt. Neues von Rohde&Schwarz (2000) Nr. 168, S. 27–29.

BUCH-TIPP | Allgemeine Messtechnik

Grundlagen der Spektrumanalyse

Ein umfassendes Einführungswerk über die Spektrumanalyse, das sich sowohl mit der Theorie als auch mit ihrer Anwendung auf typische Messaufgaben befasst, ist jetzt im Rohde & Schwarz-Eigenverlag erschienen und gegen eine Schutzgebühr von 10 DM bei unseren Vertriebsniederlassungen erhältlich. Geschrieben von Rohde & Schwarz-Experten, die durch ihre langjährige Erfahrung in der Entwicklung und im praktischen Einsatz von Spektrumanalysatoren fundierte Einblicke in die Materie vermitteln können, ist der 220 Seiten starke, durchgehend farbig illustrierte Hardcover-Band ein perfektes Nachschlagewerk oder Lehrbuch für Wissenschaftler, Techniker oder Studenten, die sich mit Spektrumanalyse befassen.

Das Buch geht zunächst auf die mathematische Beschreibung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich ein, bevor es die prinzipiellen Realisierungsmöglichkeiten eines Spektrumanalysators behandelt. Am Beispiel eines Analysators nach dem Überlagerungsprinzip werden dann die einzelnen Gerätebaugruppen, ihre Merkmale und Zwischenabhängigkeiten vorgestellt; ein ausklappbares Blockschaltbild erleich-

tert dabei die Orientierung. Der Mittelteil des Buchs beschäftigt sich mit den Leistungskennzeichen eines Analysators, d. h. den Eigenschaften, an denen sich die Güte eines Gerätes festmachen lässt, wie spektrale Reinheit, Dynamik, Messgenauigkeit und -geschwindigkeit. Das Schlussdrittel des Buchs schließlich widmet sich den häufig vorkommenden Messaufgaben in der Spektrumanalyse, erläutert die nötigen Geräteeinstellungen und gibt Interpretationshilfen zur Beurteilung der Messergebnisse. Praxishilfe bieten auch einige über das Buch verstreute Messtipps, die dem Anwender „gern“ gemachte Fehler vermeiden helfen oder ihm einfache Lösungen für Standardmessaufgaben aufzeigen.

Im Gegensatz zu den wenigen auf dem Buchmarkt erhältlichen, durchweg älteren Darstellungen des Themas basieren die „Grundlagen der Spektrumanalyse“ auf dem neuesten technischen Entwicklungsstand und geben dem Leser damit das Rüstzeug für ganz aktuelle Messaufgaben, etwa im Bereich des digitalen Mobilfunks. Beispielhafte Auszüge aus einem Spektrumanalysator-Datenblatt vermitteln darüber hinaus eine realistische Einschätzung der Leistungsdaten, die von einem modernen Gerät erwartet werden können.



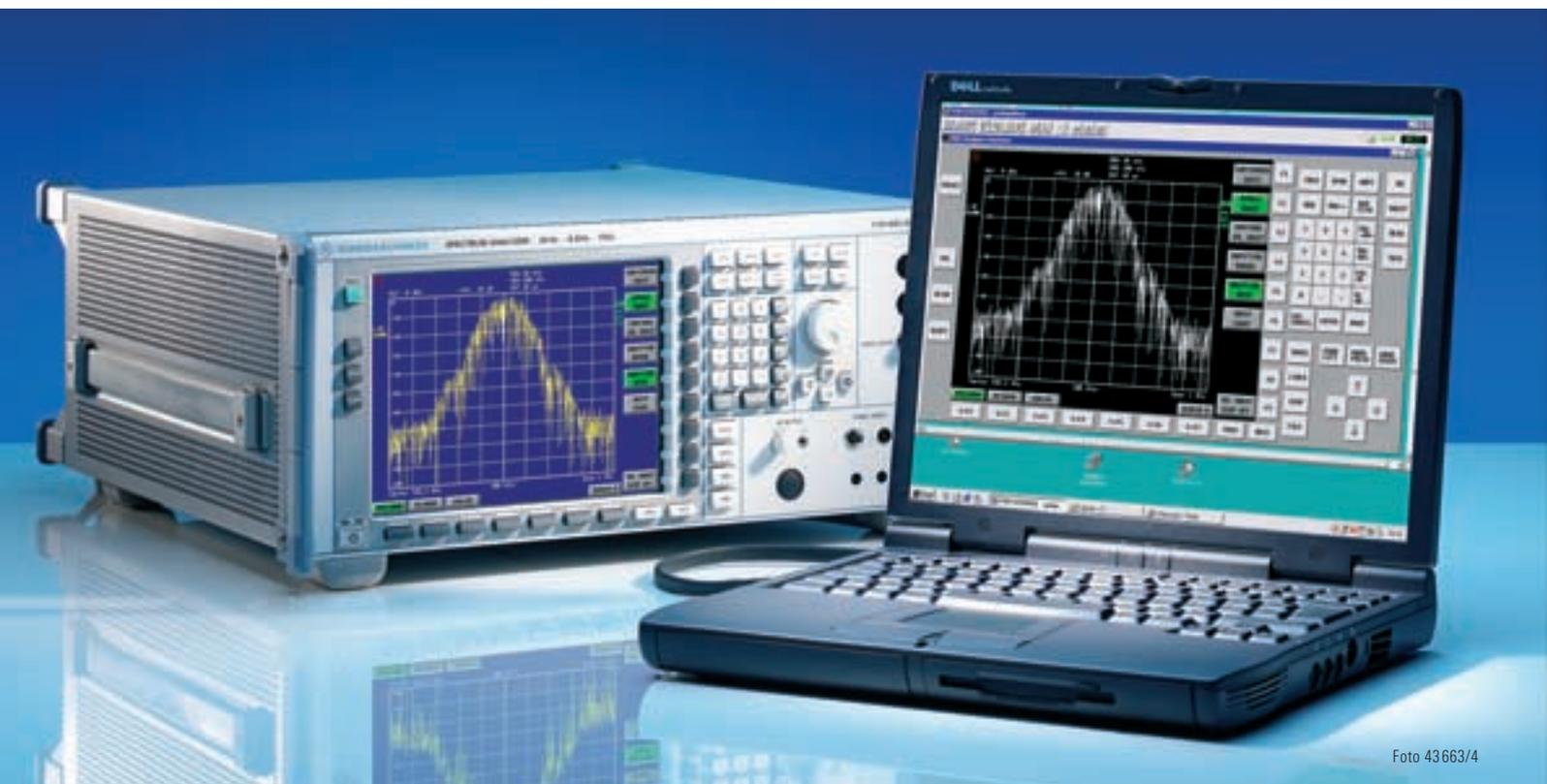


Foto 43 663/4

BILD 1 Die FSU-Familie besteht zunächst aus zwei Analysatoren für den HF-Bereich und den unteren Mikrowellenbereich: dem FSU 3 (20 Hz bis 3,6 GHz) und dem FSU 8 (20 Hz bis 8 GHz). Mit der Software PCAnywhere lassen sie sich ferngesteuert per Maus bedienen.

Spektrumanalysator FSU

Beste HF-Werte: High-End-Analysatoren der dritten Generation

Mit den FSU bringt Rohde & Schwarz nun seine dritte Generation von High-End-Analysatoren auf den Markt. Sie setzen – wie die Vorgängergenerationen FSA (1986) und FSE (1995) [1] – wiederum Maßstäbe und bieten Messungen, wie sie bisher mit Spektrumanalysatoren überhaupt nicht oder nur unzureichend möglich waren.

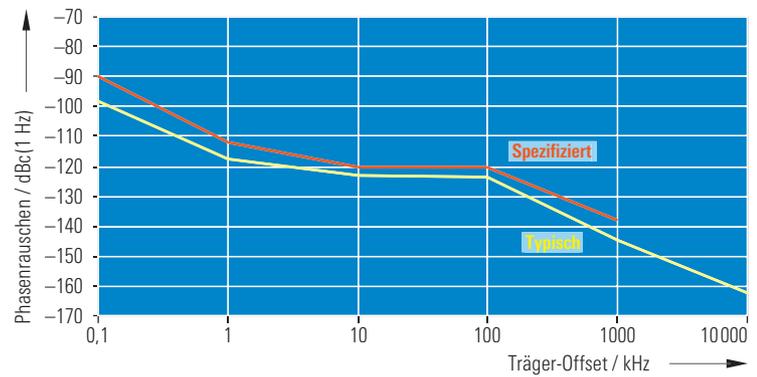
Exzellente HF-Performance

Spitzen-Spektrumanalysatoren unterscheiden sich von Mittelklasse-Geräten durch herausragende HF-Performance, die vor allem bestimmt wird von minimalem Eigen- und Phasenrauschen und besten Intermodulationseigenschaften. Der FSU (BILD 1) greift in diesen Disziplinen künftigen, erhöhten Anforderungen an Messdynamik, -genauigkeit und -geschwindigkeit weit voraus. FSU 3 und FSU 8 basieren auf den General-Purpose-Spektrumanalysatoren der Familie FSP [2], deren HF-Hardware durch ein höchstes Ansprüchen genügendes High-End-Konzept ersetzt wurde.

Der Fortschritt beim FSU zeigt sich vor allem im Großsignalverhalten wie Eigenintermodulation und Kompressionseigenschaften sowie im Phasenrauschen. In den für mobile Kommunikation wichtigen Frequenzbereichen um 1 und 2 GHz garantiert der FSU – erstmalig für einen Spektrumanalysator – einen Intercept-Punkt dritter Ordnung von $> +20$ dBm, typisch werden sogar $+25$ dBm erreicht. Der 1-dB-Kompressionspunkt des Eingangsmischers beträgt $+13$ dBm. Eine derart hohe Aussteuerfähigkeit ist mit einem hohen nutzbaren Mischerpegel verbunden, der Referenzpegel lässt sich ohne HF-Dämpfung bis $+5$ dBm ein-

stellen (Mischerpegel: Pegel am HF-Eingang abzüglich der Dämpfung des HF-Abschwächers). Alle anderen marktüblichen Spektrumanalysatoren begrenzen den maximalen Mischerpegel auf -10 dBm. Somit stellt der FSU einen wesentlich größeren Dynamikbereich am Bildschirm dar, beispielsweise für Phasenrausch- oder Spurious-Messungen, ohne dass das Trägersignal den Signalzweig übersteuert.

BILD 2
Phasenrauschen des FSU bei einer Eingangsfrequenz von 1 GHz.



Phasenrauschen konkurrenzlos niedrig

Die hohe Aussteuerfähigkeit wird jedoch nicht durch ein erhöhtes Eigenrauschen erkauft; mit <-145 dBm und typisch -148 dBm mittlerer Eigenrauschanzeige bei 10 Hz Auflösungsbreite bleibt der FSU state-of-the-art. Diese hervorragende Dynamik ist das Resultat eines neuartigen, zum Patent angemeldeten symmetrischen Frontend-Designs.

Das Phasenrauschen hat, als weitere Größe, einen besonderen Einfluss auf Messungen dicht belegter Spektren mit stark unterschiedlichen Signalpegeln sowie auf Störleistungs-Messungen in den Nachbarkanälen von Funkübertragungssystemen. Das äußerst geringe

Phasenrauschen der FSU-internen Umsetzoszillatoren verhindert, dass sehr kleine Signale überdeckt werden. Bei den breitbandigeren Übertragungssystemen wie WCDMA nach 3GPP ist ein geringes Phasenrauschen weitab vom Träger wichtig. Aber auch Messungen von Störaussendungen, etwa bei GSM, werden oft vom Phasenrauschen begrenzt. Hier bietet der FSU die besten Werte, die ein Spektrumanalysator jemals vorweisen konnte. Bei 10 MHz Träger-Offset beträgt der Phasenrauschabstand beispielsweise -162 dBc(1Hz), wie BILD 2 zeigt. Zur Minimierung des Phasenrauschens bei kritischen Anwendungen und verschiedenen Trägeroffsets kann der Anwender beim FSU – wie auch beim FSA und FSE – die Regelbandbreiten des

ersten Umsetzoszillators umschalten. Für allgemeine Einsatzfälle stellt der FSU die Regelbandbreite selbstverständlich auch automatisch ein.

Als Beispiel für die extrem hohe nutzbare Dynamik sei die Nachbarkanalleistungsmessung an einem 3GPP-WCDMA-Signal angeführt. Mit 77,5 dBc Abstand der Nachbarkanalleistung übertrifft der FSU sogar den Signal Analyzer FSIQ von Rohde & Schwarz, der mit 75 dBc die bisher besten Werte am Markt aufwies. BILD 3 zeigt den erzielbaren Nachbarkanalleistungsabstand in Abhängigkeit vom angelegten Mischerpegel.

Die 5-dB-Schritte des HF-Eichteilers gewährleisten eine optimale Einstellung des Mischerpegels für maximale Dynamik. Damit erreicht der FSU eine ACLR-Dynamik (ACLR: Adjacent Channel Leakage Ratio) von mindestens 76 dB bei allen HF-Signalpegeln.

Bisher unerreichte Pegelmessgenauigkeit

Neben der HF-Dynamik spielt bei allen Anwendungen die Pegelmessgenauigkeit eine besondere Rolle. Auch in dieser Disziplin wartet der FSU mit bisher unerreichten Werten auf. Ein geringer Pegelmessfehler lässt in der Fertigung mehr Raum für Toleranzen und verhilft so beispielsweise zu einem höheren Ausstoß (BILD 4).

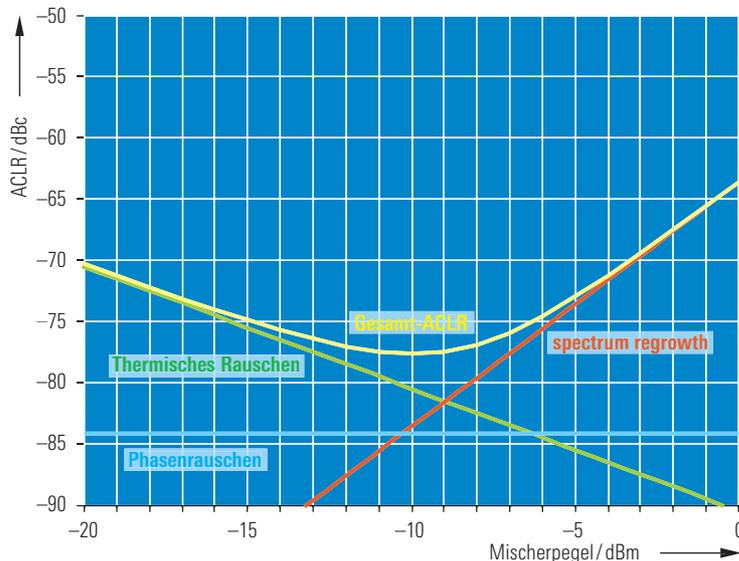


BILD 3
ACLR für ein WCDMA-Signal (Bandbreite 3,84 MHz, Crest-Faktor 12 dB).

► Ein Parameter mit Einfluss auf die Pegelgenauigkeit ist der Frequenzgang des HF-Eingangs. Aufgrund der hervorragenden 50-Ω-Anpassung des ersten Mixers verläuft bereits der unkorrigierte Frequenzgang ausgesprochen eben, so dass der FSU dank umfangreicher Korrekturtabellen für alle Eichleitungsstellungen einen Frequenzgang von nur 0,3 dB bis 3,6 GHz garantiert. Dieser Wert gilt für alle Eichleitungsstellungen ab 10 dB Dämpfung. Der FSU stellt während des Sweeps nach einem von Rohde&Schwarz patentierten Verfahren die Verstärkung des Signalzweigs so ein, dass alle Frequenzgangfehler bis zur ersten Zwischenfrequenz korrigiert werden (BILD 5).

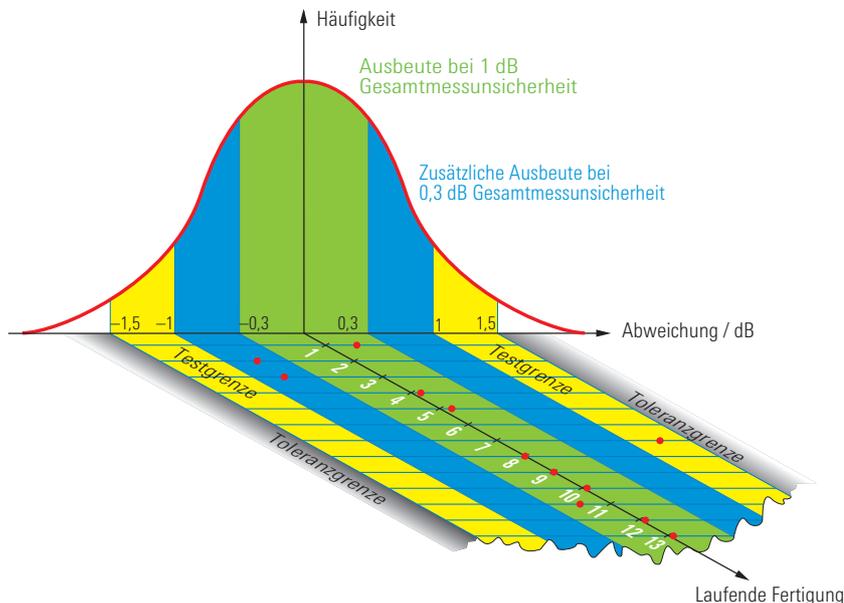


BILD 4 Der extrem genaue FSU kann die Ausbeute in der Fertigung vergrößern.

Die digitalen Filter (10 Hz bis 100 kHz Bandbreite) ergeben einen äußerst geringen Linearitätsfehler der Anzeige. Die Pegellinearität ist praktisch nur von der Linearität des verwendeten 14-bit-A/D-Wandlers der letzten Zwischenfrequenz abhängig, dessen Nichtlinearitäten durch Dithering sehr gering gehalten werden.

Die Linearität der Anzeige, die in konventionellen Geräten von analogen Logarithmierverstärkern abhängt, ist im FSU dank rechnerischer Logarithmierung

praktisch fehlerfrei. So sind die Garantiewerte für die Anzeigelinearität des FSU eher ein Problem für die Verifizierung durch externe Messgeräte und deren Rückführbarkeit auf Standards. Der Wandler selbst hat eine Nichtlinearität von etwa 0,03 dB über einen Anzeigebereich von 70 dB. Der mit vertretbarem Aufwand an die Kalibriermittel garantierte Wert für die Anzeigelinearität liegt bei $\leq 0,1$ dB.

Die Gesamtmessunsicherheit des FSU im Frequenzbereich bis 3,6 GHz und 70 dB Anzeigebereich beträgt 0,3 dB (95% Vertrauensintervall), was in vielen Fällen einen Leistungsmesser überflüssig macht und bei selektiver Leistungsmessung zu bisher nicht gekannter Genauigkeit führt, ohne dass umständliche Korrekturverfahren erforderlich sind. Vor allem bei digital modulierten Signalen wie WCDMA trägt der RMS-Detektor erheblich zur genauen und stabilen Leistungsmessung bei, deren Ergebnis von der Signalcharakteristik unabhängig ist. Ihre Reproduzierbarkeit kann der Anwender durch Wahl der Sweep-Zeit beeinflussen.

Das Videosignal zur Leistungsintegration steht im FSU mit einer Auflösung von 24 bit zur Verfügung, woraus für den RMS-Detektor eine uneingeschränkte Dynamik von über 100 dB resultiert.

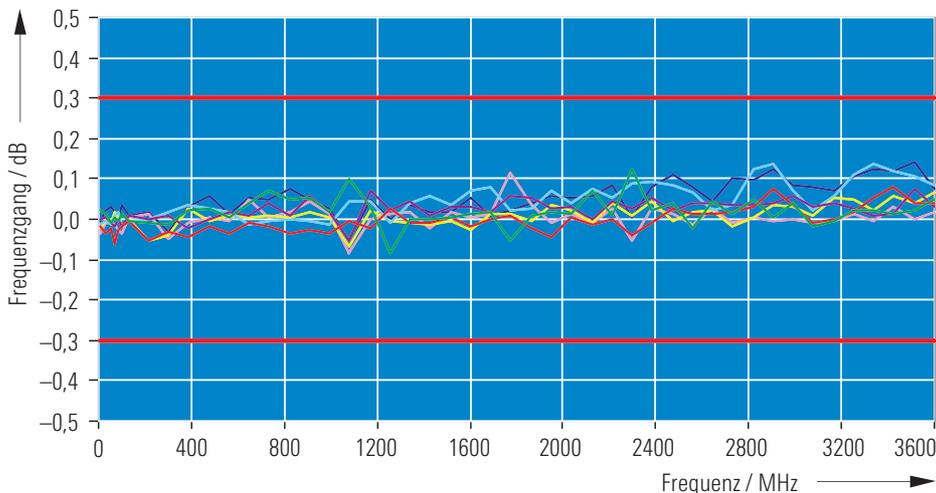


BILD 5 Frequenzgang des FSU zwischen 10 MHz und 3,6 GHz (7 verschiedene Geräte).

Zahlreiche Bandbreiten

Eine wesentliche Eigenschaft von Spektrumanalysatoren sind die Auflösungsbandbreiten, denn diese bestimmen die Auf-



BILD 6
Der FSU verfügt über alle Detektoren.

lösung der gemessenen Signalspektren. Der FSU bietet eine Vielfalt an Bandbreiten und Filtercharakteristiken. Für sehr kleine Auflösungsbandbreiten ab 1 Hz bis 30 kHz stehen FFT-Filter zur Verfügung, die vor allem bei der Untersuchung sehr trägenaher Spektren, z. B. dem Phasenrauschen in unmittelbarer Nähe von Oszillatoren, von Vorteil sind. Die Messzeit im Vergleich zu Sweep-Filtern reduziert sich vor allem bei sehr kleinen Bandbreiten durch den FFT-Algorithmus deutlich.

Im Bereich von 10 Hz bis 100 kHz verwendet der FSU digital realisierte Sweep-Filter mit Gaußcharakteristik (Stufung 1/2/3/5). Sie verfügen nicht nur über eine höhere Selektion (Shape-Faktor 60 dB : 3 dB = 4,5) als konventionell realisierte 5-Pol-Filter (Shape-Faktor 60 dB : 3 dB = 9), sondern erlauben aufgrund ihrer exakt bekannten Charakteristiken und ihres Einschwingverhaltens einen um den Faktor 2,5 schnelleren Sweep. Wegen ihrer höheren Selektion lässt sich in vielen Anwendungen ein breiteres Filter verwenden: Eine doppelte Bandbreite reduziert die Ablaufzeit des Sweeps auf ein Viertel.

Schließlich verbessern digitale Sweep-Filter die Messgenauigkeit, weil deren Verstärkung exakt bekannt ist und damit bei der Bandbreitenumschaltung kein zusätzlicher Pegelfehler auftritt.

Im Bandbreitenbereich von 200 kHz bis 50 MHz stehen analoge Sweep-Filter in Stufung 1/2/3/5 zur Verfügung, die bis 5 MHz Bandbreite als 5-Pol-Filter aufgebaut sind. Die Bandbreiten 10 MHz, 20 MHz und 50 MHz sind als fest abgestimmte Kanalfilter ausgeführt. Mit 50 MHz bietet der FSU die größte Bandbreite, die bisher in einem Spektrumanalysator für allgemeine industrielle Anwendung realisiert wurde und trägt damit der Entwicklung breitbandiger Übertragungssysteme Rechnung.

Wie schon der FSP, so enthält auch der FSU zusätzliche Kanalfilter mit nahezu rechteckiger Durchlasscharakteristik, verbunden mit 38 verschiedenen Bandbreiten ab 100 Hz. So sind im FSU und FSP – wiederum erstmals in einem Spektrumanalysator – Root-Raised-Cosine-Filter verfügbar, die bei Leistungsmessungen in den Standards IS 136, TETRA oder WCDMA vorgeschrieben sind. Außerdem stehen Kanalfilter für die Nachbarkanalleistungsmessung nach ETS 300... für analoge Funkübertragungssysteme mit 12,5 kHz oder 25 kHz Übertragungsbandbreite zur Verfügung. Auch hier erlaubt der FSU Messungen, die mit Spektrumanalysatoren bisher nicht oder nur unzureichend möglich waren.

Kompletter Detektor-Satz

Der FSU verfügt über einen kompletten Satz an Detektoren (BILD 6). Neben den üblichen Detektoren Max Peak, Min Peak, Auto Peak und Sample enthält er selbstverständlich auch die bei der FSE-Familie eingeführten RMS- und Average-Detektoren. Für EMI-Übersichtsmessungen lassen sich zusätzlich die Quasi-Peak-Detektoren nach CISPR16 mit den

zugehörigen 6-dB-Bandbreiten 200 Hz, 9 kHz und 120 kHz nutzen. Alle Detektoren sind digital realisiert, so dass Erfassungs- und Haltezeiten, Temperaturdrift, Alterung und Umschaltfehler nicht vorhanden sind. Die Trace-Operationen Max Hold, Min Hold und Average sind selbstverständlich implementiert, wobei sich die Mittelwertbildung bei Trace Average sowohl in der logarithmischen als auch in der linearen Skalierung durchführen lässt.

Vielfältige Standard-Funktionen für Labor und Produktion

Für allgemeine Anwendungen im Labor oder in der Produktion bietet der FSU zahlreiche Funktionen, die das Messen wesentlich erleichtern und Fehler vermeiden helfen:

- Zwei unabhängige Messeinstellungen auf Knopfdruck umschaltbar
- Split-Screen-Darstellung mit unabhängigen Messeinstellungen in beiden Fenstern
- 4 Marker oder Delta-Marker
- Rausch-Marker zur Messung der Rauschleistungsdichte
- Phasenrausch-Marker zur Messung des Phasenrauschens von Oszillatoren
- Automatische Intermodulationsmessung zur Bestimmung des Intercept-Punkts dritter Ordnung
- Frequenzzähler mit einer Auflösung von 0,1 Hz bei nur 30 ms Messzeit
- Messung des Amplitudenmodulationsgrades
- AM- und FM-Hördemodulator
- Leistungsmessung im Zeitbereich (Mean, RMS und Peak Power)
- Messung der belegten Bandbreite
- Frei definierbare Grenzwertlinien (absolut oder relativ) mit einstellbaren Grenzwerten und Pass-/Fail-Auswertung

ACP STANDARD
NONE
NADC IS136
TETRA
PDC
PHS
CDPD
CDMA IS95A FWD
CDMA IS95A REV
CDMA IS95C Class 0 FWD
CDMA IS95C Class 0 REV
CDMA J-STD008 FWD
CDMA J-STD008 REV
CDMA IS95C Class 1 FWD
CDMA IS95C Class 1 REV
W-CDMA 4.096 FWD
W-CDMA 4.096 REV
W-CDMA 3GPP FWD
W-CDMA 3GPP REV
CDMA 2000 1X
CDMA 2000 1X Rev. E
CDMA 2000 1X Rev. E

BILD 7 Der FSU stellt für alle wichtigen Übertragungsstandards einfach zu bedienende Funktionen bereit.

Zahlreiche Funktionen für komfortables Messen

Seine hervorragende HF-Dynamik kombiniert der FSU mit einer Reihe von Funktionen, die Messungen speziell an digital modulierten Signalen wesentlich vereinfachen oder sie jetzt mit einem Spektrumanalysator überhaupt erst möglich machen. Besonderes Augenmerk gilt dabei den digitalen Übertragungsverfahren, sei es TDMA wie bei GSM bzw. EDGE oder CDMA wie bei WCDMA nach 3GPP.

Nachbarkanalleistung

Eine der wichtigsten Messungen im Spektralbereich ist die Messung der Nachbarkanalleistung, die feststellt, ob Teilnehmer im Nachbarkanal nicht durch überhöhte Leistungen gestört werden. Der FSU stellt für alle wichtigen Übertragungsstandards (BILD 7) einfach zu bedienende Funktionen bereit, die den Analysator so konfigurieren, dass die

betreffende Messung mit richtiger Einstellung und optimaler Dynamik durchgeführt wird. Der Anwender wählt aus einer Liste den gewünschten Standard aus, der FSU stellt dazu Dämpfung und Referenzpegel optimal ein.

Bei allen Standards verwendet der FSU automatisch die vorgeschriebenen Messfilter und errechnet die Leistung in den verschiedenen Kanälen durch Integration der Messwerte innerhalb des Kanals. Dabei gewährleistet der RMS-Detektor sehr präzise und reproduzierbare Messergebnisse. Neben der Integrationsmethode bietet der FSU auch die Messung der Nachbarkanalleistung im Zeitbereich; die Leistung wird über eine wählbare Messzeit in den einzelnen Kanälen gemessen, was im Vergleich zur Integrationsmethode deutlich Zeit spart. So erreicht man beim WCDMA-Standard einen Geschwindigkeitsvorteil um den Faktor 4,5 bei gleich stabilen Messergebnissen. Vor allem in der Massenproduktion ist dies von Vorteil, wenn etwa ein 100%-Test aller Komponenten durchgeführt werden muss.

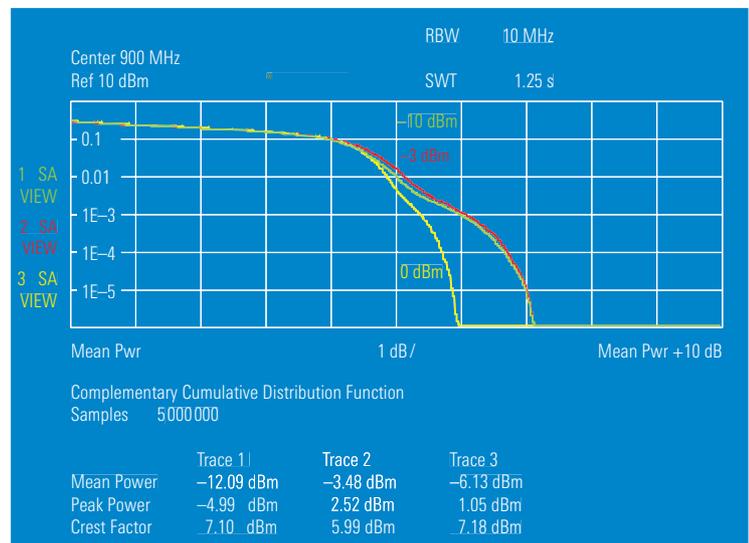
Die Messung der Leistung oder Nachbarkanalleistung in TDMA-Systemen erfordert spezielle Funktionen wie Triggerung

auf einen TDMA-Burst, Gated Sweep und Messung der Leistung im Zeitbereich. Für die Triggerung erzeugt der FSU eine aus dem HF-Signal abgeleitete einstellbare Schwelle. Mit einer Bandbreite von 50 MHz und der Gated-Sweep-Funktion triggert sie im Zeit- oder Frequenzbereich auf ein TDMA-Signal und misst im gewählten Zeitraum. Messobjekte, die kein Triggersignal zur Verfügung stellen, lassen sich damit ohne Zusatzschaltungen handhaben. Im Zeitbereich misst der FSU die Leistung durch Integration über den gewählten Zeitausschnitt und gibt neben dem numerischen Wert sogar die Standardabweichung aus, die Aufschluss über die Stabilität des Messergebnisses gibt.

Amplitudenstatistik

Digital modulierte Signale enthalten oft neben dem FM-Anteil auch einen AM-Anteil, so zum Beispiel das QPSK-modulierte 3GPP-WCDMA-Signal. Zum Dimensionieren von Sendern und Empfängern interessiert daher nicht nur die mittlere Leistung, sondern auch Leistungsspitzen und deren Häufigkeit. Der FSU misst neben dem Spektrum und dem Zeitverlauf die Amplitudenverteilung von Signalen; die allgemein übliche Darstellung dafür ist die CCDF-Funktion (Comple-

BILD 8 Am Ausgang eines Leistungsverstärkers gemessene CCDF bei verschiedenen Eingangspegeln.



mentary Cumulative Distribution Function). Beginnend mit der mittleren Leistung werden prozentuale Anteile von Leistungsspitzen im Signal dargestellt. BILD 8 zeigt die CCDF eines WCDMA-Signals, gemessen am Ausgang eines Leistungsverstärkers bei verschiedenen Eingangspegeln. Mit dieser Funktion fügt der FSU der Beurteilung von HF-Signalen eine weitere Dimension hinzu.

IQ-Daten

Für Anwendungen, die außer dem Betrag auch die Phase eines HF-Signals benötigen, stellt der FSU die Inphase- und die Quadraturkomponente über IEC-Bus oder LAN-Schnittstelle bereit. Er speichert die Daten in je einem halben Mega-Worte tiefen RAM. Die Abtastrate von maximal 32 MHz für das IQ-Signal und die Speicherlänge (0,5 k bis 0,5 M) sind konfigurierbar.

Hohe Messgeschwindigkeit

Für den Einsatz von Spektrumanalysatoren in der Produktion ist außer der Messgenauigkeit ein hoher Durchsatz ein absolutes Muss. Der Durchsatz bestimmt die Höhe der Investition, die für ein bestimmtes Produktionsziel notwendig ist.

Eine hohe Messrate sowohl bei manuellem als auch bei ferngesteuertem Betrieb ist Grundvoraussetzung für hohe Messgeschwindigkeiten. Mit 25 Messkurven-Abbildungen pro Sekunde sorgt der FSU für angenehmes Arbeiten beim Abgleichen. Im Fernsteuerbetrieb ist er mit mehr als 60 Messkurven zu je 625 Punkten über IEC-Bus oder ein LAN-Interface im Zero-Span extrem schnell.

Dies sagt jedoch noch nicht alles über die Geschwindigkeit aus, mit der sich Messungen mit dem FSU durchführen lassen. Intelligente Messroutinen und Funktionen in diesem High-End-Gerät tragen wesentlich dazu bei, aufgaben-

bezogen einen „Messungs-Overhead“ zu vermeiden. So verfügt der FSU über die Betriebsart Frequency List, in der über die Fernsteuerschnittstelle ein Satz von Frequenzen samt zugehörigen Einstellungen wie Bandbreite, Detektor, Messzeit und Referenz-Pegel definiert wird. Auf Kommando misst der FSU bei den vorgegebenen Frequenzen und gibt das Ergebnis als Datensatz aus. Damit werden beispielsweise bei der Harmonischen-Messungen nur die interessierenden Frequenzen erfasst und nicht interessierende Frequenzbereiche übersprungen. Und schließlich trägt die kurze Einstellzeit des FSU-Synthesizers zur Beschleunigung der Messungen bei.

FSU kompatibel zum FSE

Die FSU-Familie erweitert technisch die Möglichkeiten der FSE-Familie. Damit kommt der Kompatibilität vor allen bei der Fernsteuerung besondere Bedeutung zu. Bisherige Investitionen in Testprogramme sind beim Umstieg auf den FSU nicht verloren, denn er ist zum FSE bzw. FSIQ Befehlskompatibel, soweit die Funktionen auch in beiden Familien enthalten sind. Sogar Funktionen, die beim FSU anders implementiert sind als beim FSE – etwa der Summary Marker – sind im Befehlssatz des FSU enthalten und lassen sich weiter nutzen.

Josef Wolf

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



LITERATUR

- [1] Spectrum Analyzer FSEA/FSEB: Neue Dimensionen in der Spektralanalyse. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 148, S. 4–8.
- [2] Spektrumanalysator FSP: Mittelklasse mit High-End-Ambitionen. Neues von Rohde & Schwarz (1999) Nr. 166, S. 4–7.

WEITERE LITERATUR

- Measurement of Adjacent Channel Leakage Power on 3GPP W-CDMA Signals with the FSP. Application Note 1EF41.

Kurzdaten Spektrumanalysator FSU

Frequenzbereich FSU3 / FSU8
Amplitudenmessbereich
Amplitudendarstellungsbereich
Amplitudenmessunsicherheit
Auflösebandbreiten

Detektoren

Display
Fernsteuerung

Abmessungen (B x H x T)
Gewicht FSU3 / FSU8

20 Hz...3,6 GHz / 8 GHz
–155 dBm...–30 dBm
10 dB...200 dB, 10-dB-Schritte, linear
<0,3 dB (bis 3,6 GHz), <2 dB (3,6 GHz...8 GHz)
1 Hz...30 kHz, FFT-Filter in Schritten von 1/2/3/5,
10 Hz bis 20 MHz in Schritten von 1/2/3/5 und
50 MHz,
EMI-Bandbreiten 200 Hz, 9 kHz und 120 kHz,
Kanalfilter 100 Hz bis 4,096 MHz
Max Peak, Min Peak, Auto Peak, Sample, Average,
RMS, Quasi-Peak
21 cm (8,4") Farb-TFT-LC, SVGA-Auflösung
IEC 625-2 (SCPI 1997.0), RS-232-C,
LAN über 100Base-T
465 mm x 197 mm x 517 mm
14,6 / 15,4 kg

Signalgenerator SMIQ

Möglichkeiten und Genauigkeiten der elektronischen PegelEinstellung

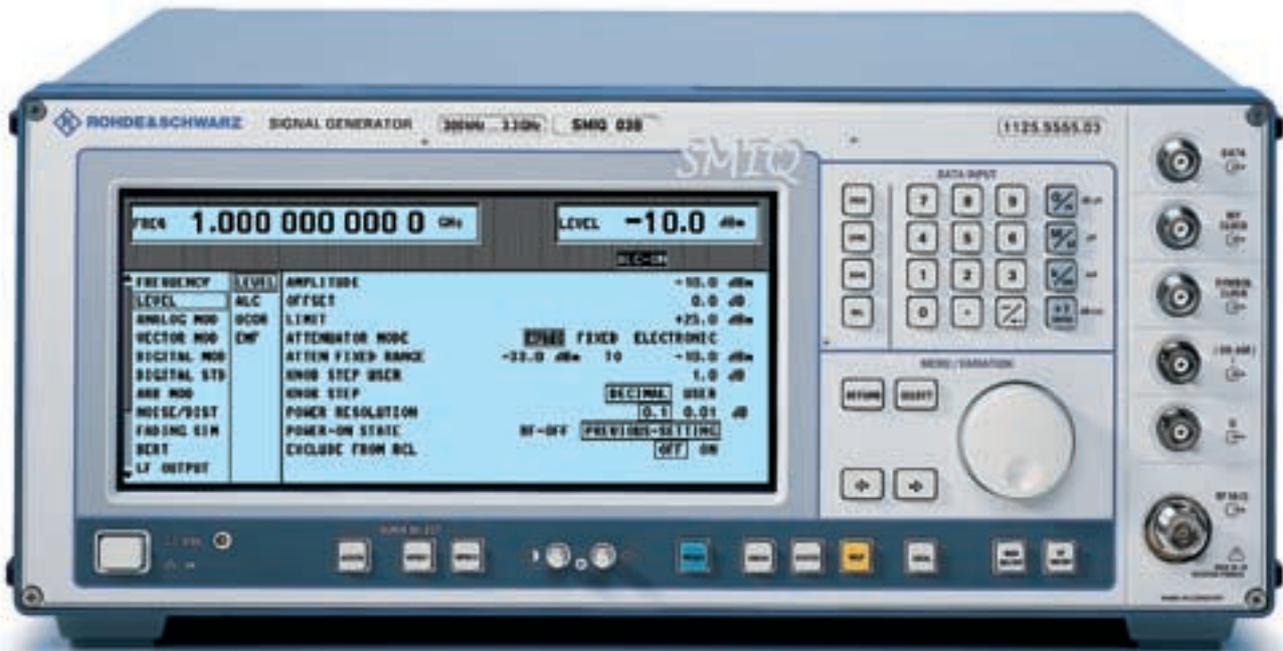


Foto 43304/3n

BILD 1 Der SMIQ bietet eine Vielfalt an Funktionen zur Pegelabsenkung und automatischen Pegelregelung.

Mechanische Eichleitungen für die PegelEinstellung brauchen eine vergleichsweise lange Einstellzeit und sind bei häufigem Schalten verstärktem Verschleiß ausgesetzt. Aus diesem Grund ist der Signalgenerator SMIQ zusätzlich mit einer elektronischen PegelEinstellung ausgestattet.

PegelEinstellung im SMIQ mechanisch und elektronisch

Die meisten Signalgeneratoren enthalten mechanische Eichleitungen, die bei extrem häufigem Umschalten abgenutzt werden. Um den Verschleiß der Eichleitung zu verringern, wurde der Signalgenerator SMIQ (BILD 1) zusätzlich mit zwei elektronischen Einrichtungen zur Pegeldämpfung ausgestattet (BILD 2 auf der nächsten Seite). Die elektronische PegelEinstellung im SMIQ mit einem Dynamikbereich von 90 dB hat den Vorteil, dass sie verschleißfrei arbeitet und eine schnelle PegelEinstellung ermöglicht, ohne die Pegelgenauigkeit zu reduzieren. Dies ist ein wichtiger Aspekt für den Einsatz des SMIQ in einer Produktionsumgebung, wo Millionen unterschiedlicher PegelEinstellungen erforderlich sind.

Drei Dämpfungsmodi zur Pegelabsenkung

Im SMIQ stehen zur Einstellung des HF-Ausgangspegels drei Dämpfungsmodi zur Verfügung (BILD 3). Der Anwender wählt aus den folgenden Betriebsarten die für seine Applikation am besten geeignete:

- ATTENUATOR MODE AUTO ist die Standardbetriebsart des SMIQ. Der Pegel wird dabei durch Schalten des mechanischen Dämpfungsglieds in 5-dB-Stufen eingestellt. Der für die gewünschte Dämpfung erforderliche Differenzwert wird automatisch über die ALC-Schleife eingestellt (BILD 2). In dieser Betriebsart arbeitet die ALC-Schleife in einem Bereich zwischen 0 dB und 4,9 dB
- Bei der Wahl von ATTENUATOR MODE FIXED wird für nachfolgende Pegel-

einstellungen die mechanische Eichleitung nicht geschaltet, sondern der Pegel elektronisch durch die ALC-Schleife eingestellt, und zwar in einem Ausgangsbereich von 0 dB bis -25 dB bezogen auf den HF-Pegel zum Einschaltzeitpunkt

- In der Betriebsart ATTENUATOR MODE ELECTRONIC wird der HF-Pegel durch die Pegeldämpfungsschaltung, die sich am Ausgang des I/Q-Modulator befindet, um bis zu 70 dB gesenkt. Das Zuschalten der ALC-

Schleife erweitert den Dynamikbereich für die Pegelinstellung auf insgesamt 90 dB

Vier verschiedene ALC-Modi

Im SMIQ stehen vier ALC-Modi zur Verfügung, mit denen der HF-Pegel auf den eingestellten Referenzpegel eingestellt werden kann (BILD 3). Diese Vielfalt stellt sicher, dass der Pegel immer optimal für die verschiedenen analogen und

digitalen Modulationsarten bzw. Mobilfunkstandards eingestellt ist. Der Anwender kann darauf vertrauen, dass immer eine bestmögliche Pegelkonstanz und Pegelgenauigkeit gewährleistet ist.

- ALC AUTO ist die Grundeinstellung während des Betriebs. Der ALC-Status wird automatisch an die Betriebsbedingungen des SMIQ angepasst und die ALC-Schleife je nach eingestellter Modulation automatisch ein- oder ausgeschaltet

Bestens gerüstet: Drei Schaltungen zur Pegelinstellung im SMIQ

Der SMIQ enthält drei Schaltungen zur Pegelabsenkung / Pegelregelung. Das automatische Zusammenspiel dieser drei Schaltungen garantiert optimale Konstanz, hohe Linearität und hohe Genauigkeit des HF-Pegels. BILD 2 zeigt die Reihenfolge der Pegelschaltmodule im Signalpfad des SMIQ.

① Die mechanisch schaltende Eichleitung befindet sich zwischen der HF-Ausgangsschaltung und dem Geräteausgang und hat folgende Eigenschaften:

- Schaltbar in 5-dB-Stufen
 - Dämpfungsbereich 135 dB (5-dB-Schritte)
- ② Die automatische Pegelregelung (ALC) befindet sich vor dem mechanisch schaltenden Dämpfungsglied
- ① im Signalpfad des SMIQ und verfügt über:
- Elektronische Pegeldämpfung, einstellbar in 0,1-dB- oder 0,01-dB-Schritten
 - Dämpfungsbereich 25 dB (linear)

Die ALC hat drei Aufgaben:

- Pegelinstellung
 - Konstantregelung des Pegels über Temperatur und Zeit
 - Amplitudenmodulation (AM) durch Veränderung des Führungswerts (U_{Sollwert} , siehe BILD 2)
- ③ Der PIN-Dioden-Abschwächer befindet sich am Ausgang des I/Q-Modulators und verfügt über:
- Elektronische Dämpfungseinstellung mit einer Auflösung von 0,1 dB oder 0,01 dB
 - Dämpfungsbereich 70 dB

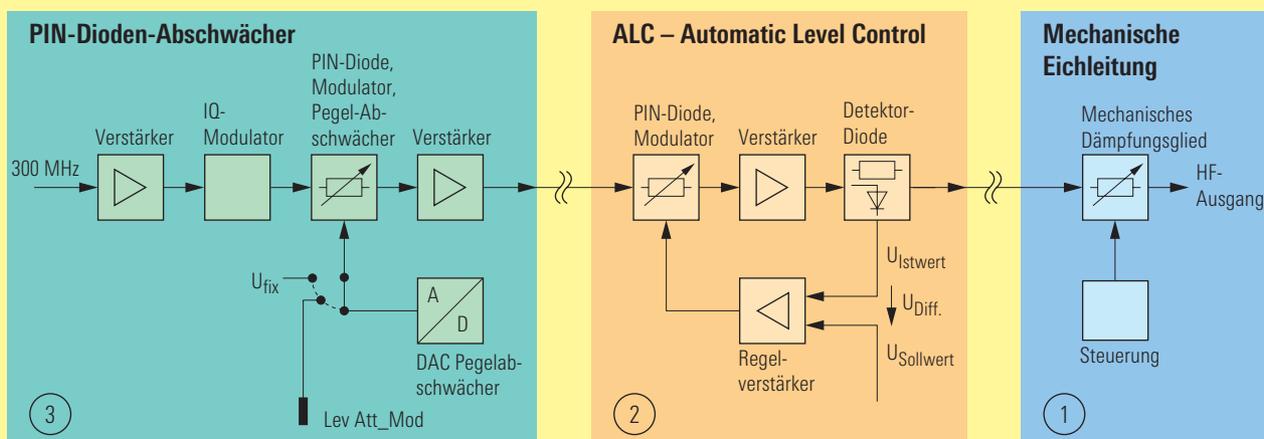
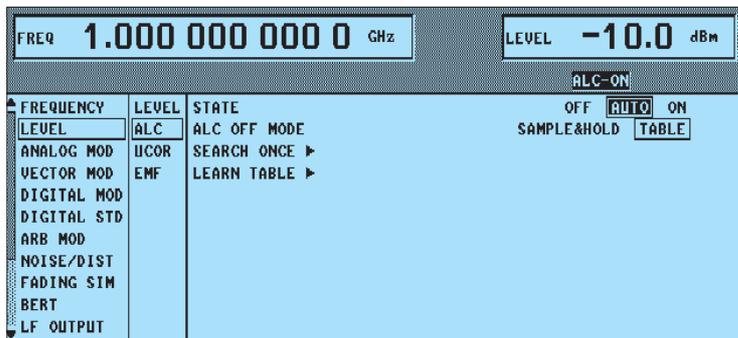


BILD 2 Drei Schaltungen zur Pegelinstellung im SMIQ.



BILD 3
Im Menü LEVEL-LEVEL (oben) können verschiedene Dämpfungsmodi eingestellt und im Menü LEVEL-ALC (unten) kann zwischen vier verschiedenen ALC-Modi ausgewählt werden.



Pegelabweichungen minimal

Die Kurvenverläufe in BILD 4 zeigen die Pegelabweichung des SMIQ bei vier Frequenzen:

- 89 MHz, gebräuchlich in der analogen Rundfunkübertragung
- 900 MHz für den Mobilfunkstandard GSM
- 1900 MHz für das PCS-Band und
- 3,3 GHz, dem maximalen Frequenzbereich des SMIQ03B

Bei allen Messungen wurde der HF-Pegel in Stufen von 2,5 dB über den gesamten Dynamikbereich geschaltet. Der Vergleich zwischen der mechanischen Eichleitung und der elektronischen Pegeldämpfung in BILD 4 zeigt, dass die Gesamtabweichung bezogen auf einen eingestellten Referenzpegel von 9 dBm bzw. 10 dBm nicht größer ist als $\pm 0,15$ dB für das mechanische Dämpfungsglied (oben) und 0,6 dB für die elektronische Pegeldämpfung (unten). Obwohl die Pegelabweichungen der elektronischen Pegeldämpfung speziell bei kleineren Pegeln geringfügig höher sind, zeigen die Kurven im Bild 4 unten einen konstanten Pegelverlauf über den gesamten Dynamikbereich, der durchaus vergleichbar ist mit der des mechanisch geschalteten Dämpfungsglieds.

- ▶ ALC ON erzwingt den Betrieb der ALC-Schleife unabhängig von der eingestellten Modulation oder Betriebsart im SMIQ.
- Im Modus ALC OFF MODE SAMPLE & HOLD wird der Pegel bei jeder Pegel- oder Frequenzeinstellung neu kalibriert. Der SMIQ schaltet kurzzeitig in den CW-Modus und aktiviert die ALC. Nach Erreichen des Pegelsollwerts wird der Pegel gehalten und die ALC-Schleife ausgeschaltet
- In der Betriebsart ALC OFF MODE TABLE wird bei jeder Pegel- bzw. Frequenzänderung der Referenzwert für die PegelEinstellung aus einer Tabelle entnommen und der Pegel entsprechend angepasst

Jede dieser Dämpfungs- oder ALC-Modi hat bestimmte Vor- und Nachteile in Bezug auf PegelEinstellzeit, -genauigkeit, -konstanz und -wiederholgenauigkeit für die verschiedenen analogen oder digitalen Modulationsarten, die am Gerät eingestellt werden können. Eine kostenlose Application Note [*] beschreibt diese Vor- und Nachteile und enthält eine detaillierte Liste.

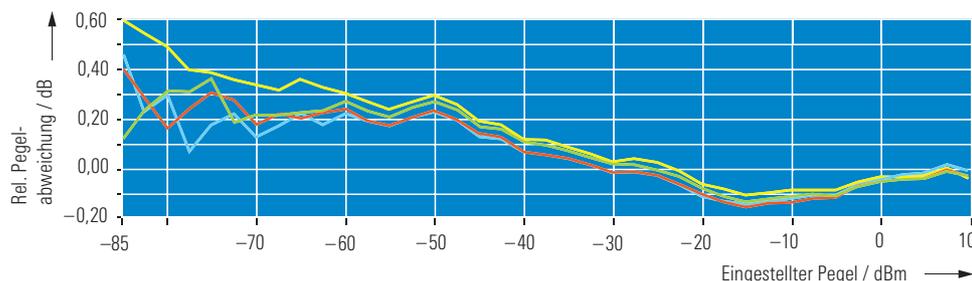
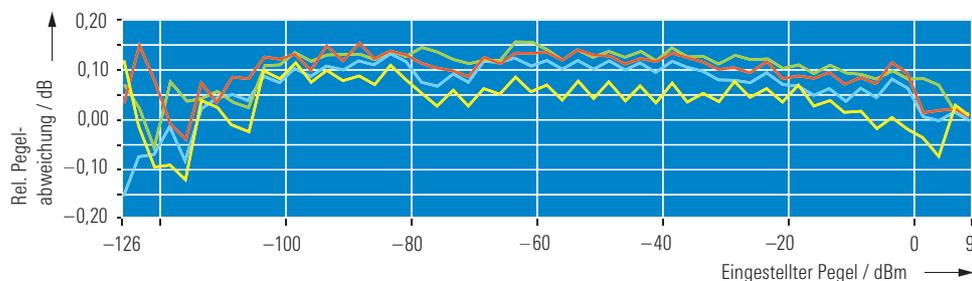


BILD 4
Die gemessene relative Pegelabweichung vom eingestellten Pegel beim mechanisch geschalteten Dämpfungsglied (oben) und bei der elektronischen Pegeldämpfung (unten). Blau: 89 MHz, rot: 900 MHz, grün: 1,9 GHz, gelb: 3,3 GHz.

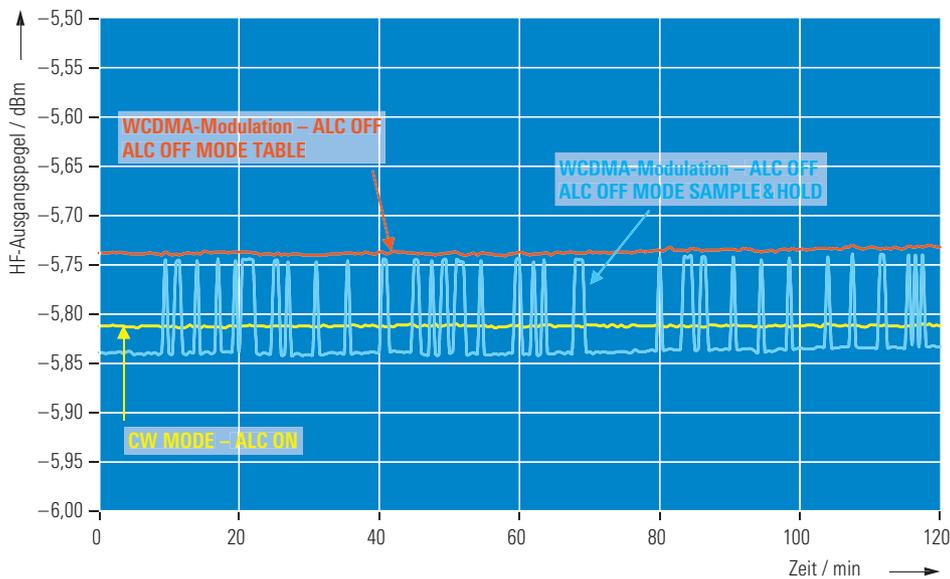


BILD 5 Pegelkonstanz eines WCDMA-Signals. Um die Pegelkonstanz der ALC-Schaltung aufzuzeigen, wurde zuerst ein CW-Signal als Referenz gemessen.

Die erwähnte Application Note beschreibt eine Vielzahl von Messungen einschließlich der gängigsten Kombinationen aus Dämpfungs- und ALC-Modi, die am SMIQ eingestellt werden können.

Große Pegelkonstanz und Wiederholgenauigkeit

BILD 5 zeigt die Pegelabweichungen eines WCDMA-Trägers im Vergleich zu einem CW-Träger gleicher Frequenz. Um die Pegelkonstanz exakt festzustellen, wird die Abweichung vom Pegelsollwert im CW-Modus gemessen und die Pegelkonstanz über der Zeit beobachtet. Eingestellt sind ein Sollwert von $-5,8$ dBm und eine Frequenz von 2 GHz. Alle 30 Sekunden wird der HF-Pegel auf einen willkürlich Wert abgesenkt und dann für eine Messzeit von zwei Stunden neu auf den Pegelsollwert zurückgesetzt. Der Pegel des CW-Signals verläuft konstant bei ca. $-5,81$ dBm. Die automatische Pegelregelung ALC regelt den HF-Pegel fortlaufend und korrigiert entstehende Abweichungen vom Sollwert. Wenn WCDMA-Modulation eingeschaltet und als ALC-Modus SAMPLE & HOLD gewählt wird, verschlechtert sich

die Wiederholgenauigkeit und der Ausgangspegel alterniert zwischen zwei sich um $0,1$ dB unterscheidende Pegel. Im Modus ALC MODE OFF TABLE tritt dieser Effekt nicht ein und es entsteht keine Verschlechterung der Wiederholgenauigkeit.

Der Vorteil des Modus SAMPLE & HOLD ist, dass die für den Modus TABLE empfohlene Neukalibrierung bei Temperaturabweichungen von mehr als 5°C nicht erforderlich ist.

Die grafische Darstellung zeigt deutlich die Vorteile des TABLE-Modus in Bezug auf die Wiederholgenauigkeit. Die Pegelkonstanz ist dabei der im Modus ALC ON sehr ähnlich und ermöglicht genaue Pegelinstellungen in einem Bereich von ein paar hundertstel Dezibel. Das ist von besonderer Bedeutung in der Betriebsart ATTENUATOR MODE ELECTRONIC, in der die Pegel im Modus ALC MODE OFF TABLE gesetzt und korrigiert werden. Dies sichert in der Produktion eine exakte elektronische Pegelinstellung über einen weiten Dynamikbereich, eine hohe Pegelkonstanz und Wiederholgenauigkeit und ermöglicht eine schnelle Pegelinstellung.

Dr. Markus Banerjee

Weiteres zum SMIQ in diesem Heft:

Mit WinIQSIM™ bestens gerüstet für die 3G-TDD-Standards (S. 16)

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



Appl. Note 1GP42

LITERATUR

[*] Level Accuracy and Electronic Level Settings of SMIQ. Application Note 1GP42 von Rohde & Schwarz (Homepage: Products & More – Application Note 1GP42).

Stromversorgungsgerät/Zweikanal-Analysator NGMO2

Schnelle Zweifachstromversorgung mit Analysefunktionen



Foto 43603/1

BILD 1 Das NGMO2 bietet vielfältige Funktionen, und das auf zwei Kanälen.

Mit dem NGMO2 erweitert Rohde & Schwarz sein umfassendes Programm an Stromversorgungsgeräten [*] um eine ungewöhnliche Spannungsquelle für das Labor, die in ihrer Funktionalität weit über herkömmliche Geräte hinausgeht.

Zweikanalige Vielfalt

Das NGMO2 (BILD 1) ist nicht nur eine äußerst präzise High-Speed-Spannungsquelle, es ist vielmehr die Kombination aus Spannungsquelle, programmierbarer DC-Last, separat nutzbarem Digitalvoltmeter, Strom- und Spannungstransientenrecorder sowie einem einfachen Leistungsrechteckgenerator. Und all dies in zweifacher Ausführung. Als echtes Zweikanalgerät ohne jegliche Einschränkung liefert das NGMO2 im Bereich von 0 V bis 15 V bis zu 2,5 A, oder 5 A zwischen 1,8 V und 5 V sowie kurzzeitige Spitzenströme bis zu 7 A. Die hohe Einstell- und Rückleseauflösung von 1 mV sorgt für genügend Reproduzier- und Auswertbarkeit von Messobjektversorgungen im unteren Spannungsbereich, wie sie vor allem bei batteriebetriebenen Schaltungen erforderlich ist.

Strommessungen mit 100 nA Auflösung

Die Auflösung bei der Einstellung des Stromgrenzwertes spielt eher eine untergeordnete Rolle, denn im Normalbetrieb einer Laborstromversorgung – dem Konstantspannungsbetrieb – dient der eingestellte Stromgrenzwert vor allem dem Schutz des Messobjekts vor Zerstörung. Dafür bietet das NGMO2 eine Auflösung von 1 mA, die bereits vollkommen ausreicht.

Wichtiger ist jedoch die Möglichkeit, den vom Messobjekt tatsächlich aufgenommenen Strom messen zu können. Nachdem das NGMO2 einerseits Spitzenströme bis zu 7 A messen kann, andererseits auch Ströme im μA -Bereich auftreten und nachgewiesen werden müssen, würde man mit üblichen Konzepten

schnell die Auflösungsgrenze aktueller A/D-Wandler erreichen. Die Lösung liegt in der Aufteilung des Strommessers in mehrere Bereiche; beim NGMO2 sind es drei, die präzise Aussagen über den tatsächlich aufgenommenen Strom ermöglichen, unabhängig vom Betriebszustand des Messobjekts. So wird eine Auflösung von bis zu 100 nA erreicht, womit sich beispielsweise auch die Ströme im Betriebszustand OFF präzise messen lassen.

Wichtigste Voraussetzung für reproduzierbare Messungen derart geringer Ströme ist die Speisung des Messobjekts aus einer äußerst stör- und rauscharmen Quelle. Rohde&Schwarz ging hier keine Kompromisse ein und so arbeitet das NGMO2 nach dem bewährten, aber weiter optimierten Linearreglerkonzept, das zudem viele Vorteile bietet, wenn extrem schnell auf große

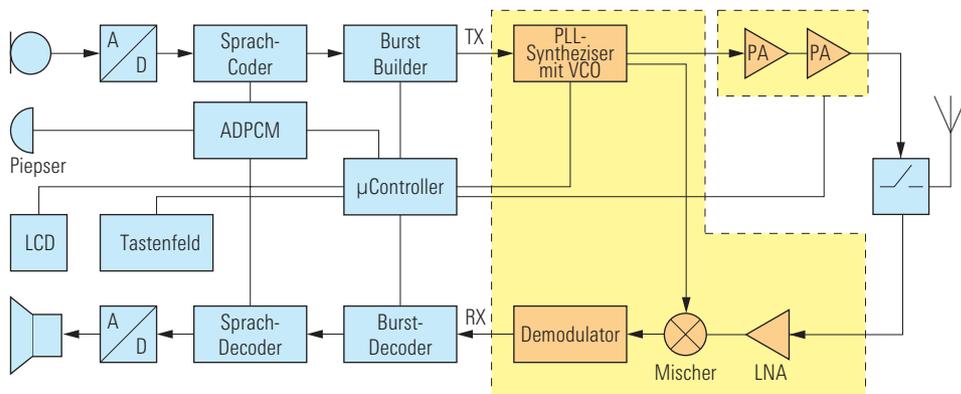
dynamische Lastschwankungen reagiert werden muss.

Transientenrecorder in jedem Kanal

Aus messtechnischer Sicht hat man es heutzutage selten mit reinen statischen Vorgängen zu tun. Im Interesse größtmöglicher Betriebszeiten und Integrationsgrade werden fast alle Teilbaugruppen einer Schaltung nur noch dann aktiviert, wenn sie tatsächlich gebraucht werden. Das ist energietechnisch äußerst sinnvoll, bereitet messtechnisch jedoch einiges Kopfzerbrechen, wenn kein NGMO2 zur Verfügung steht: Dieses Stromversorgungsgerät verfügt nämlich je Kanal über einen schnellen Transientenrecorder für Strom oder Spannung, womit sich dynamische Vorgänge – seien es Stromaufnahme- oder

Spannungsänderungen – erfassen, speichern und weiter verarbeiten lassen. Ein bereits in die Stromversorgung integrierter Stromtransientenrecorder bietet gegenüber Lösungen mit Mess-Shunt oder getrennten Instrumenten außer Preis- und Platzvorteilen vor allem immer gleiche und damit reproduzierbare Verhältnisse für das Messobjekt. Weder unterschiedliche Innenwiderstände im Messpfad – bedingt durch unterschiedliche Messbereiche der Strommesser – noch kritische zusätzliche Leitungslängen zu externen Mess-Shunts beeinflussen das Regelverhalten der Quelle oder verfälschen die Strommessung.

Viele anspruchsvolle Applikationen lassen sich bereits mit nur einem NGMO2 realisieren: So werden etwa schnelle Stromtransienten, wie sie beim zeitlich gestaffelten Aktivieren von Teilbaugruppen eines Mobiltelefons auftreten, erfasst und zur anschließenden Fehlerlokalisierung weiterverarbeitet. Durch geschickte rechnerische Differenzbildung der einem bestimmten Zeitintervall zugeordneten Teilströme erhält der Prüfer Aussagen über die ordnungsgemäße Funktion einer Teilbaugruppe seiner Schaltung (BILD 2).



Präzise Hilfe für die Schaltungsentwicklung

Bei der Entwicklung und dem Einsatz von ASICs, FPGAs oder ähnlich hochintegrierten Schaltkreisen stellt das NGMO2 seine Fähigkeiten eindrucksvoll unter Beweis. Hinsichtlich der zulässigen Energiebilanz kann der Entwickler zwar von technologiebedingten Richtwerten ausgehen; wieviel Energie von der integrierten Schaltung aber tatsächlich aufgenommen wird, hängt von zusätzlichen Einflüssen ab. Beispielsweise bewirken bei der späteren IC-Applikation unterschiedliche Bus-Leitungslängen auch unterschiedliche kapazitive Lasten für die Treiber. Es werden dadurch größere

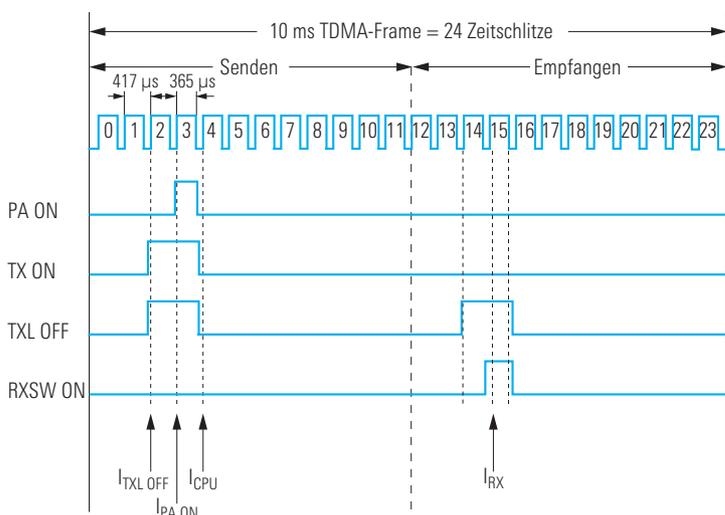


BILD 2
Anwendungsbeispiel DECT-Telefon: Weil die einzelnen Teilbaugruppen zu unterschiedlichen Zeiten aktiviert werden, kann deren ordnungsgemäße Funktion durch eine Differenzbildung der vom NGMO2 eingelesenen, zeitlich veränderlichen Teilströme nachgewiesen werden.

► Ströme notwendig, um in der gewünschten Zeit den zur Informationsübertragung notwendigen Pegelwechsel an den Leitungskapazitäten durchzuführen. Bei der Vielzahl von Informationsleitungen hochintegrierter Schaltungen kommen auf diese Weise nicht mehr vernachlässigbare Größen in der Stromaufnahme zustande. Das hat wiederum eine höhere Verlustleistung zur Folge, die bei der Kühlung des ICs berücksichtigt werden muss. Es ist daher sowohl für den Entwickler der integrierten Schaltung während der Definition zulässiger Betriebsbedingungen als auch für den späteren IC-Anwender bei der Überprüfung auf Einhaltung der Betriebsbedingungen sehr hilfreich, bereits vom Stromversorgungsgerät detaillierte Informationen zum zeitlichen Verlauf der Stromaufnahme zu erhalten, wie sie das NGMO2 liefert.

Vorzügliche Lastausregelung

Extreme Lastsprünge, wie sie bei GSM-Mobiltelefonen auftreten, regelt das NGMO2 in kürzester Zeit aus (BILD 3). Störende Spannungseinbrüche, die Unterspannungsdetektoren der Messobjekte ansprechen lassen und sie abschalten könnten, werden sicher vermieden. Hinzu kommt, dass sich der Innenwiderstand der Quelle variabel einstel-

len lässt. So können bei batteriebetriebenen Geräten auch unterschiedliche Akku-Ladezustände oder die Innenwiderstände der verwendeten Akkumulortechnologie bei Bedarf in die Prüfung einbezogen werden.

Fast schon ein kleines Testsystem

Über die eingebauten IEEE488.2- und RS-232-C-Schnittstellen sowie die vorbereitete USB-Schnittstelle kann man das NGMO2 fernbedienen, wobei kürzeste Befehlsbearbeitungs- und Messzeiten für hohen Testdurchsatz sorgen. Zusatzeingänge wie externer Trigger und Output Inhibit oder Ausgänge für Measurement Complete prädestinieren diese Stromversorgung für den Einsatz in zeitkritischen Applikationen. Weil das NGMO2 über Open-Collector-Ausgänge bis zu vier Hilfsrelais ansteuern kann, lässt es sich bereits als einfaches „Mini-Testsystem“ einsetzen – zum Preis von nur einem Stromversorgungsgerät.

Mit den numerischen Ergebnisfunktionen wie absolutes Minimum, absolutes Maximum, High-Level-, Low-Level- oder RMS-Wert erleichtert das NGMO2 die Auswertung. Natürlich lassen sich die Messwerte an einen PC zur individuellen Auswertung oder Speicherung übertragen.

Weitere Informationen und Datenblatt unter www.rohde-schwarz.com (Suchbegriff NGMO2)



LITERATUR

[*] Das umfangreiche Kompletprogramm an Stromversorgungsgeräten von Rohde & Schwarz findet sich im Katalog „Messgeräte & Mess-Systeme“ oder auf der Homepage unter Products & More – Test & Measurement – Power Supplies – Products.

Dieses kompakte und intelligente Stromversorgungsgerät ist mit seinem vielfältigen Funktionsumfang eine unentbehrliche Hilfe für alle Hersteller moderner Elektronikbaugruppen. Trotz der Vielzahl an eingebauten Funktionen bleibt das NGMO2 einem Grundprinzip treu: Die grundlegenden Funktionen für die Laborstromversorgung sind nach wie vor einfach und intuitiv bedienbar.

Lutz Fischer

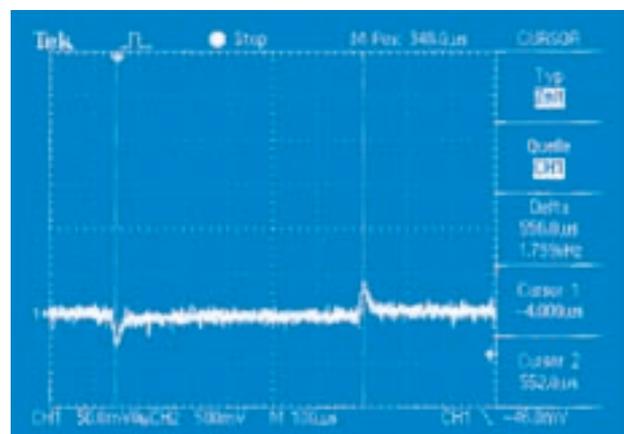
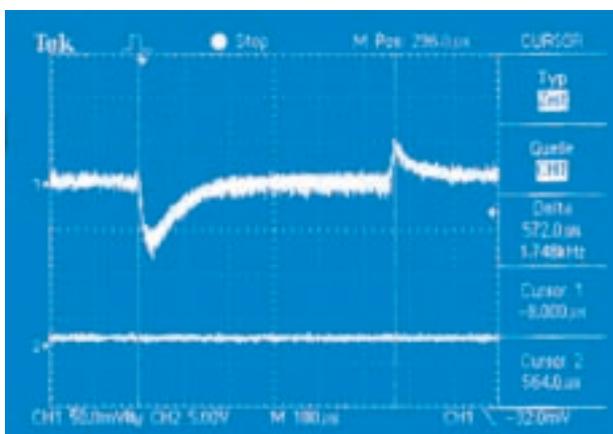


BILD 3 Links: Lastausregelverhalten einer nichtoptimierten Laborstromversorgung an einem kritischen GSM-Mobiltelefon. Rechts: So perfekt regelt das NGMO2.

Precompliance-Messem Empfänger ESPI

Multitalent im Entwicklungslabor

Der EMI-Messem Empfänger ESI von Rohde & Schwarz ist im Compliance-Bereich weltweit als Standard etabliert. Ist die zu lösende Messaufgabe aber noch nicht die endgültige Zertifizierung nach Norm, sondern z. B. die entwicklungsbegleitende Überprüfung der EMV-Eigenschaften, so besteht oft der Bedarf nach einer „kleineren“ und preiswerteren Lösung. Verfügt dieses Gerät neben seinen Empfängerfunktionen noch über das komplette Repertoire eines Standard-Spektrumanalysators, hat man die ideale Lösung für Entwicklungslabors und andere Stellen, die nicht absolut konform nach den strengen CISPR-Anforderungen messen müssen.



Foto 43665/9

BILD 1 Der ESPI definiert die entscheidenden Kriterien wie Funktionsumfang, Messgeschwindigkeit und Messgenauigkeit in der Precompliance-Klasse.

Precompliance hat einen neuen Namen: ESPI

In sehr vielen Bereichen der Elektronik, z. B. in der Funkkommunikation oder in der Datentechnik, nimmt die Zahl der Anwendungen bei immer höheren Frequenzen stetig zu. Damit steigen

auch deutlich die Anforderungen in der EMV-Messtechnik und der Bedarf an Messmöglichkeiten oberhalb von 1 GHz. Diese Ansprüche wurden jetzt in den zwei neuen Precompliance-Analysatoren/ Messem Empfängern ESPI3 (9 kHz bis 3 GHz) und ESPI7 (9 kHz bis 7 GHz) konsequent umgesetzt (BILD 1).

- Die beiden neuen Modelle basieren auf der modernen Spektrumanalysator-Familie FSP [1] und vereinen die Vorteile des Analysators mit denen des klassischen Messempefängers in einer Kombination, die hinsichtlich Vielseitigkeit und Leistungsfähigkeit im Precompliance-Bereich neue Maßstäbe setzt.

Der Funktionsumfang ist besonders auf die Belange von Entwicklungslabors zugeschnitten. Zahlreiche integrierte Messfunktionen wie Leistungsmessung

im Frequenz- und Zeitbereich, Signalstatistik APD (Amplitude Probability Distribution) und CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function), Messung von Rauschen und Phasenrauschen oder des Intercept-Punkts dritter Ordnung decken zusammen mit den Standardfunktionen des Spektrumanalysators gewissermaßen den Grundbedarf an Messmöglichkeiten ab. Darauf aufbauend verfügen die ESPI-Modelle über alle Funktionen, die für EMV-Messungen benötigt werden (Kasten unten).

Durch die Kombination der Flexibilität und hohen Messgeschwindigkeit eines Spektrumanalysators mit den spezifischen Eigenschaften des Messempefängers in einem Gerät ist der ESPI sowohl für allgemeine Aufgaben in der Spektrumanalyse als auch für spezielle EMI-Diagnosemessungen gleichermaßen gut geeignet und damit ein echtes „Multi-Talent“ für jedes Entwicklungslabor.

EMV-relevante Leistungsmerkmale des ESPI

- Betriebsart Empfänger (Receiver Mode)
- Scanbetrieb mit frei definierbaren Frequenzbereichen samt Empfängerereinstellungen
- EMI-Bandbreiten
- Parallele Bewertung mit Peak-, Quasi-Peak- und Average-Detektor
- Auswertefunktionen für Vormessung, Datenreduktion und Nachmessung
- Vordefinierte und frei programmierbare Grenzwertlinien (BILD 2)
- Berücksichtigung von Wandlungsmaßen (Transducer) (BILD 3)



BILD 2 Der ESPI unterstützt das komfortable Generieren und Speichern einer nahezu beliebigen Anzahl von Grenzwertlinien mit bis zu 50 Stützstellen je Linie. Jede Grenzwertlinie kann einer der drei Messkurven fest zugeordnet werden. Weiterhin kann ein Sicherheitsabstand zur Grenzwertlinie (MARGIN) vorgegeben und überwacht werden (LIMIT CHECK). Die Grenzwerte der wichtigsten kommerziellen Standards sind bereits programmiert.



BILD 3 Frequenzabhängige Korrekturwerte mit bis zu 50 Stützwerten pro Datensatz (Antennen-Transducer, Kabeldämpfungen etc.) können einfach und schnell als TRANSDUCER FACTOR generiert und gespeichert werden. Darüber hinaus lassen sich mehrere Transducer-Faktoren in einem TRANSDUCER SET kombinieren. Eine automatische Kompatibilitätsprüfung lässt Fehleinstellungen erst gar nicht zu. Die Anzahl der speicherbaren Transducer-Faktoren und Sets ist nahezu unbegrenzt. Eine Reihe von Faktoren ist bereits ab Werk programmiert. Mit VIEW TRANSDUCER kann jeder gespeicherte Faktor am Bildschirm als Kurvenzug grafisch dargestellt werden.

Warum Precompliance-Messungen?

Das Prüfen elektrischer oder elektronischer Geräte auf das Einhalten gesetzlicher EMV-Vorschriften und -Grenzwerte erfordert entweder ein eigenes EMV-Prüflabor oder die Unterstützung durch einen externen Dienstleister. Gerade für kleine und mittelständische Unternehmen, die häufig derartige Messungen durchzuführen haben, kann jedoch beides zu teuer sein.

Als preiswertere Alternative bieten sich die sogenannten Precompliance-Empfänger und/oder -Analysatoren an, die entwicklungsbegleitende Messungen und die Vorbereitung auf die Zertifizierung im eigenen Entwicklungslabor ermöglichen.

Hauptaufgabe solcher entwicklungsbegleitender EMI-Messungen ist es, eine möglichst umfassende Vorstellung über das grundsätzliche Stör-Emissionsverhalten des Produktes zu bekommen und eventuelle Probleme frühzeitig zu erkennen. Die Entwicklung komplexer elektronischer Produkte ist zu aufwändig und zu teuer, um mit der Evaluierung und Diagnose der EMV-Eigenschaften bis zur Endabnahme zu warten und so das hohe Risiko zeitintensiver und kostspieliger Nachbesserungen mit ein- oder mehrmaliger Wiederholung der Abnahmemessung in Kauf zu nehmen. Durch nachträglich erforderliche Modifizierungen kann der Zeitplan einer Markteinführung schnell in Verzug geraten, denn schwerwiegende Fehler im EMV-gerechten Design lassen sich kaum noch reparieren. Der zeitliche und finanzielle Aufwand zur Sicherstellung der EMV-Konformität eines Produktes kann um so niedriger angesetzt werden, je früher man in der Entwicklungsphase die jeweiligen EMV-Vorschriften beachtet. Die Überwindung der letzten Hürde „Zertifizierung“, d. h. der Nachweis der Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte, ist dann nur noch Formsache.

BILD 4
Ergebnis der Messung eines pulsförmigen Breitbandstörers mit eingeschalteter Vorselektion (gelb) und ohne Vorselektion (rot). Bei ausgeschalteter Vorselektion wird das Mess-Ergebnis durch Kompression und Intermodulation um teilweise mehr als 10 dB verfälscht.



Die Vorselektion – wichtiges Qualitätsmerkmal oder überflüssiger Kostenfaktor?

Das Einhalten der in der Publikation CISPR 16-1 genannten Forderungen an die Messtechnik, d. h. das normgerechte Messen von Störaussendungen, stellt sehr hohe Anforderungen an die Eigenschaften des Messempfängers, der die impuls- oder sinusförmigen, modulierten oder intermittierenden Störer korrekt erfassen und bewerten muss. So erfordert die in der Norm festgelegte Impulsbewertung mit einem CISPR-Quasi-Spitzenwertdetektor einen Dynamikbereich, der sich nur mit einem erheblichen schaltungstechnischen Aufwand verwirklichen lässt. Profi-Geräte dieser Art [2] sind für Zertifizierungsmessungen zwingend erforderlich, allerdings auch nicht ganz billig.

Ein solcher technischer Aufwand kann in den sogenannten Precompliance-Empfängern oder -Analysatoren nicht betrieben werden. Hier soll die entsprechende Messtechnik in erster Linie preisgünstig sein. Dennoch besteht auch für die Geräte dieser Klasse eine Reihe grund-

sätzlicher Qualitätsanforderungen, deren Erfüllung unerlässlich ist, wenn die damit gewonnenen Resultate verlässlich sein und praktischen Aussagewert besitzen sollen.

Wenn man sich wirklich sicher ist, dass das zu untersuchende Messobjekt nur schmalbandige Störungen und keine breitbandigen gepulsten Signale aussendet, kann man zu deren Messung auch einen Spektrumanalysator ohne Vorselektion, wie es der ESPI in seiner Grundversion ist, verwenden. Sobald aber pulsförmige Störsignale auftreten, ist der breitbandige Eingang des Analysators schnell übersteuert. In BILD 4 ist dies an einem Messbeispiel dargestellt: Mit eingeschalteter Vorselektion (Option ESPI-B2) kann der ESPI das breitbandige Signalspektrum mit seiner typischen Kurvenform korrekt darstellen (gelb). Die vorgeschalteten Bandpässe reduzieren den Signalpegel am Eingangsmischer soweit, dass weder Kompression noch Intermodulation das Mess-Ergebnis verfälschen. Der rote Kurvenzug zeigt das Mess-Ergebnis, das bei gleichem Störsignal, aber mit ausgeschalteter Vorselektion ermittelt wird.

- ▶ Zusätzlich warnt ein Overload-Detektor, der auch auf pulsartige Signale zuverlässig reagiert, den Anwender, wenn eine Stufe im Signalpfad übersteuert und das Mess-Ergebnis dadurch ungültig wird. Aus diesem Grund verfügt der ESPI über eine lückenlose Überwachung des Empfangszweiges und stellt so die Zuverlässigkeit der Messergebnisse sicher.

Damit wird schnell ersichtlich, dass die Verwendung eines Vorselektionsfilters auch bei Precompliance-Messungen deutliche Vorteile mit sich bringt:

- Gepulste und breitbandige Störsignale können so überhaupt erst gemessen werden
- Messergebnisse werden reproduzierbar und zuverlässig

Technische Spitzenleistung zu kleinem Preis

Der ESPI verfügt über eine komplette Auswahl an Detektoren: Max-Peak, Min-Peak, Average, Quasi-Peak und RMS. In der Betriebsart Spektrumanalysator steht zusätzlich der Sample-Detektor zur Verfügung. Jeweils drei davon, z. B. Max-Peak, Quasi Peak und Average, können in beliebiger Kombination gleichzeitig als Balkendiagramm oder als Frequenzspektrum dargestellt werden. Falls gewünscht, wird der Quasi Peak-Detektor automatisch mit den in der CISPR-Norm vorgeschriebenen Bandbreiten und Zeitkonstanten verknüpft, um so Fehlbedienungen zu vermeiden.

Für die Durchführung von Störaussendungsmessungen sind die CISPR-Bandbreiten 200 Hz, 9 kHz und 120 kHz, sowie

ein Filter mit 1-MHz-Impulsbandbreite für den Bereich oberhalb 1 GHz sowohl im Analysator- wie auch im Messempfänger-Betrieb einstellbar (BILD 5).

Neben den Standard-3-dB-Bandbreiten (10 Hz bis 10 MHz in Stufung von 1/3/10) ist der ESPI mit ca. 40 weiteren, digital realisierten Kanalfiltern für alle gängigen Funkdienste ausgerüstet. Damit sind Messungen an Funkkommunikationsspektren erheblich einfacher und schneller durchführbar. Auch hier können die genannten Filter in Analysator- und Empfänger-Betrieb gleichermaßen benutzt werden.

Für EMV-Messungen wird oft der Scan-Ablauf, also die Aufnahme des Frequenzspektrums mit definierter Schrittweite und Verweilzeit pro Messwert, gegenüber dem kontinuierlich laufenden Sweep bevorzugt. Das fällt beim ESPI auch deswegen leicht, weil die hohe Messgeschwindigkeit des Analysators auf diese typische Empfängerbetriebsart übertragen werden konnte. Neben der eigentlichen Messzeit fallen nur geringe zusätzliche interne Verarbeitungszeiten an. Selbst die dazu parallele Übertragung aller gemessenen Pegelwerte über IEC-Bus oder über die optionale LAN-Schnittstelle (100Base-T) bremsen die Messung nicht merklich. Ein lückenloser Scan-Ablauf mit normgerechter 120-kHz-Auflösebandbreite, der die CISPR-Bänder C und D abdeckt (30 MHz bis 1000 MHz) ist bei einer eingestellten Messzeit von 100 μ s und Peak-Detektor bereits nach 5 s beendet. Der ESPI hat in dieser Zeit fast 20000 Messwerte ermittelt und gespeichert, d. h. er benötigt nur ca. 250 μ s pro Frequenzschritt.

Die Basis für diese Art der Messung bildet eine Scan-Tabelle mit bis zu zehn Teilbereichen und dafür jeweils individuell einstellbaren Parametern, wie Start- und Stoppfrequenz, Schrittweite, Auflösebandbreite, Messzeit, feste oder automatische HF-Dämp-

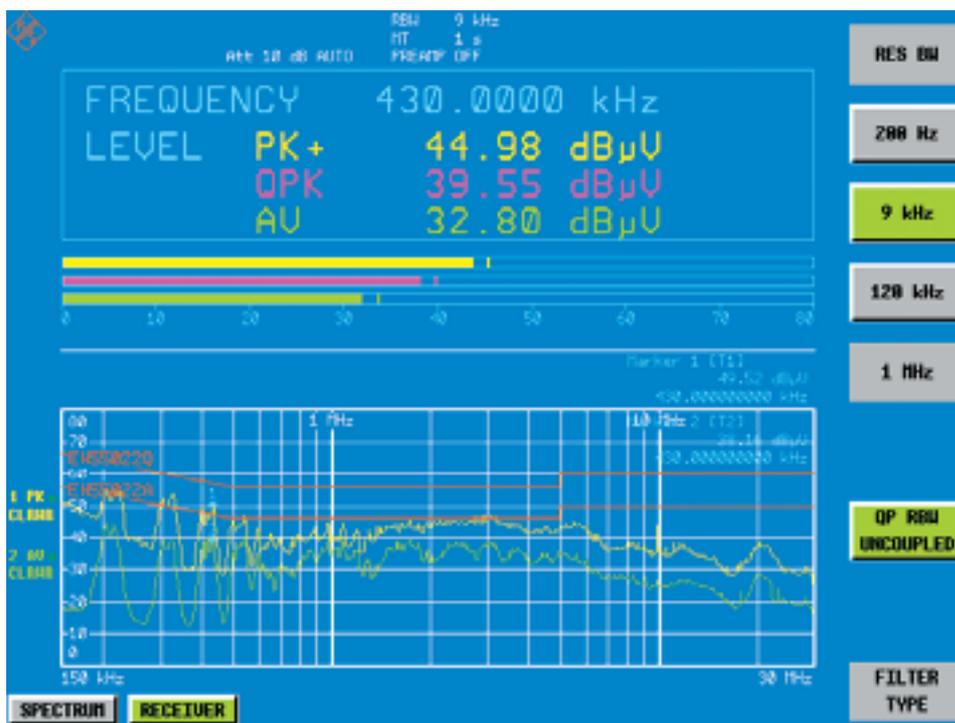


BILD 5 Die standardmäßige SPLIT-SCREEN-Darstellung im Empfänger-Betrieb zeigt im oberen Fenster die fortlaufend aktualisierten Pegelwerte für die ausgewählten Detektoren und die eingestellte Frequenz. Mit TUNE TO MARKER oder MARKER TRACK können Frequenzabstimmung und numerische Pegelmessung mit der Markereinstellung im unteren Fenster gekoppelt werden. Nachmessungen auf sogenannten „kritischen Frequenzen“ werden so wesentlich erleichtert.

SCAN TABLE					
Scan Start	9 kHz				
Scan Stop	7 GHz				
Step Mode	AUTO				
	RANGE 1	RANGE 2	RANGE 3	RANGE 4	RANGE 5
Start	9 kHz	150 kHz	30 MHz	1 GHz	3 GHz
Stop	150 kHz	30 MHz	1 GHz	3 GHz	7 GHz
Step Size(A)	60 Hz	4 kHz	40 kHz	400 kHz	400 kHz
Res BW	200 Hz	9 kHz	120 kHz	1 MHz	1 MHz
Meas Time	50 us	1 us	100 us	100 us	100 us
Auto Ranging	ON	ON	ON	ON	ON
RF Attn	10 dB				
Preamp	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
Auto Preamp	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

BILD 6 Im RECEIVER-Modus wird der ESPI entsprechend den Einstellungen in der Scan-Tabelle in festen Frequenzschritten abgestimmt. Die Scan-Tabelle kann dabei für max. zehn Teilfrequenzbereiche mit unabhängig voneinander einstellbaren Parametern (z. B. Start-/Stopffrequenz, Schrittweite, Messzeit, ZF-Bandbreite, Eingangsdämpfung) programmiert werden. Bei jedem anschließenden Start eines Scan-Ablaufs durch einfache Vorgabe einer START- und STOPP-Frequenz werden die in der Scan-Tabelle voreingestellten Parameter automatisch geladen. Damit ist jederzeit ein reproduzierbarer und normenkonformer Ablauf der Messung sichergestellt.

fungseinstellung (BILD 6). Bei Messungen kleiner Signalpegel kann auch der Vorverstärker bereichsweise zugeschaltet werden, wenn die Option Preselector / Preamplifier vorhanden ist.

Bei der Darstellung der Messkurve werden, genauso wie beim Spektrumanalysator, die Messwerte auf 501 Punkte verdichtet. Der ESPI speichert jedoch intern alle gemessenen Pegel – bis zu 100000 Werte für jeden der drei Traces. Wurde der je nach Messvorschrift manchmal recht zeitaufwändige Scan einmal durchgeführt, kann auf diesen Hintergrundspeicher für genaue Auswertungen immer wieder zurückgegriffen werden. Die Zoomfunktion kann z. B. Teile des Spektrums gedehnt darstellen und offenbart Details, die in der Gesamtdarstellung verborgen bleiben. Mit dem Marker werden die Peaks herausgesucht und das daran gekoppelte Balkendiagramm wird automatisch auf die im Scan ermittelte Frequenz des Störers abgestimmt. Für die spätere Auswertung können die Messergebnisse auf dem eingebauten Diskettenlaufwerk oder der internen Festplatte abgelegt werden. Wahlweise lassen sich die Frequenz- und Pegel-

werte der Messkurve auch als ASCII-Dateien dort speichern. Statistische Untersuchungen oder der Vergleich mehrerer Messdurchläufe können z. B.

mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms leicht automatisiert werden.

Aber auch im Spektrumanalysator-Betrieb stehen alle Funktionen zur Verfügung, die für EMV-Messungen nach zivilen Standards benötigt werden: Bandbreiten, Detektoren, Auswertefunktionen und optional Preselector und Vorverstärker.

Die Optionen FSP-B9 (interner Mitlaufgenerator bis 3 GHz) und FSP-B10 (Generatorsteuerung) erweitern die ESPI-Messempfänger zu skalaren Netzwerkanalysatoren. Durch das selektive Messverfahren werden Verstärkung, Frequenzgang, Einfügungs- und Rückflusdämpfung unbeeinflusst von Harmonischen oder Nebenwellen des Generators mit hoher Dynamik gemessen. Das Überprüfen eines Messkabels und das Ermitteln seiner Dämpfung fallen damit leicht und erhöhen die Mess-Sicherheit.

Kurzdaten ESPI3 / ESPI7

Frequenzbereich	ESPI3: 9 kHz...3 GHz ESPI7: 9 kHz...7 GHz
Frequenzablauf	
Empfänger-Betrieb	Scan mit max. 10 Teilbereichen mit jeweils unterschiedlichen Einstellungen, z. B. Messzeit je Frequenz: 100 µs...100 s
Analysator-Betrieb	Sweep-Zeit (Span ≥10 Hz): 2,5 ms...16000 s Zero-Span (0 Hz): 1 µs...16000 s
ZF-Bandbreiten (verfügbar im Analysator- und im Empfänger-Betrieb)	wahlweise: 10 Hz...10 MHz (-3 dB); Stufung 1/3/10 CISPR: 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz (-6 dB), 1 MHz (Impulsbandbreite), verschiedene Kanalfilter
Detektoren (3 gleichzeitig)	
Empfänger-Betrieb	Max/Min Peak, Quasi-Peak, Average, RMS
Analysator-Betrieb	Max/Min/Auto Peak, Sample, Quasi-Peak, Average, RMS
Rauschanzeige	
RBW 10 Hz, Avg, Vorverst. ein (Opt. -B2)	typ. -155 / -153 dBm (ESPI3 / 7); 0,01 GHz...1 GHz
1-dB-Kompression (1. Mischer)	(0 dB Dämpfung, f >200 MHz): 0 dB nominal
Phasenrauschen	10 kHz / 1 MHz: -113 dBc / -125 dBc (1 Hz)
Fehlergrenzen der Pegelmessung	Gesamtfehler: 1,5 dB im Empfänger-Betrieb 0,5 dB im Analysator-Betrieb ohne Vorselekt. (ESPI-B2); QP-Anzeige: konform mit CISPR16-1, ≥10 Hz Pulsfolgefrequenz, mit Option ESPI-B2
Optionen	
ESPI-B2	11 Bandpass-/Hochpass-Filter (für Analysator-Betrieb abschaltbar); Vorverstärker 20 dB, schaltbar; 9 kHz...3 GHz
FSP-B4	Ofenquarzreferenz (OCXO)
FSP-B9	Mitlaufgenerator 9 kHz...3 GHz, IQ-Modulator
FSP-B16	LAN-Schnittstelle (100Base-T)

Dokumentation und Report-Erstellung einfach gemacht

Mit der Messung selbst ist es natürlich noch nicht getan, die Ergebnisse sollen ohne großen Aufwand und möglichst flexibel dokumentiert werden. Aufgrund seines PC-kompatiblen Rechnerkerns bietet der ESPI hier beste Voraussetzungen. Dazu gehören Screen-Shots ohne zusätzliche Konvertierungs-Software, Windows-Drucker-Support und Print-to-File-Funktion in die Dateiformate WMF-, EMF- und BMP.

Messergebnisse und die dazugehörigen Einstellungen lassen sich gemeinsam oder getrennt auf der internen Festplatte oder mit dem eingebauten 3½"-Diskettenlaufwerk speichern. Für den Anschluss an übliche Datennetzwerke steht als Option eine LAN-Schnittstelle zur Verfügung, wodurch Funktionen wie Ausgabe über Netzwerkdrucker oder Dateiablage auf Netzwerkservern ermöglicht werden.

Ergonomie und Design setzen Maßstäbe

Mit seinem großen, 21-cm-TFT-Farbdisplay sind Übersichtlichkeit und Ablesbarkeit der dargestellten Messkurven und gewählten Parameter auch im Split-Screen-Betrieb kein Thema mehr. Hier setzt der ESPI neue Maßstäbe über seine Klasse hinaus.

Die Einstellung komplexer Messungen wird durch die Kombination von vertikaler und horizontaler Softkey-Leiste einfach und schnell durchführbar. Für die wichtigsten Parameter wie Frequenz, Amplitude / Dämpfung und Bandbreite stehen eigene Hardkeys und Tasten für die Einheiten zur Verfügung.

Neben dem Tischgerät wird speziell für den mobilen Einsatz – den der ESPI mit kompakten Abmessungen und einem Gewicht von nur ca. 11 kg im wahrsten Sinne des Wortes leicht werden lässt – eine besonders robuste Ausführung mit Stoßschutzecken und verstellbarem Trage- und Stellbügel optional angeboten.

Natürlich wurde beim ESPI auch an die Umwelt gedacht. Eine minimierte Anzahl von Werkstoffen und die Verträglichkeit der Werkstoffpaarungen sind ebenso selbstverständlich wie die leichte Stoffidentifikation und letztendlich die einfache und schnelle Zerlegbarkeit.

Matthias Keller; Karl-Heinz Weidner

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



LITERATUR

- [1] Spektrumanalysator FSP: Mittelklasse mit High-End-Ambitionen. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 166, S. 4–7.
 [2] EMI Test Receiver ESI: EMI-Profis bis 40 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1999) Nr. 162, S. 7–9.

KURZ GEMELDET | Informationen tagesaktuell



Tagesaktuelles auf der Homepage von Rohde & Schwarz

Interessierte Besucher der Internet-Seiten von Rohde & Schwarz haben es sicher schon bemerkt: Seit Ende Mai ist die News-Rubrik erheblich erweitert worden. Eine Online-Redaktion, die sich ausschließlich dieser Aufgabe widmet, bereitet die Neuigkeiten aus den verschiedenen Unternehmensbereichen, die für eine weltweite Veröffentlichung interessant sind, – dem Medium gemäß – in kurzer, knapper Form journalistisch auf. Kunden und interessierte Surfer werden so noch unmittelbarer und zeitnaher mit News aus dem Unternehmen Rohde & Schwarz beliefert. Über entsprechende Links sind natürlich auch detailliertere Informationen zu den jeweiligen Themen abrufbar. Neugierig geworden? Schauen Sie doch mal rein: www.news.rohde-schwarz.com

UHF-Senderfamilie NH/NV7001

Mittelleistungssender für digitales und analoges terrestrisches Fernsehen

Nach der hervorragenden Akzeptanz

der flüssigkeitsgekühlten

Großleistungs-Senderfamilie

NH/NV6000/7000 [1] auf dem Welt-

markt präsentiert Rohde & Schwarz

jetzt die äußerst kompakte, luftge-

kühlte Senderfamilie NH/NV7001 für

mittlere Leistungsklassen (BILD 1).

Luftgekühlt und modular

In der Senderfamilie NH/NV7001 kommen die neuen Steuersender SV/SH/SC700 zum Einsatz, welche digitale (DVB) oder analoge TV-Signale (ATV) in bester Qualität modulieren. Die Verstärkung übernehmen breitbandige, auf modernster LDMOS-Technik basierende Verstärkermodule VH650A2.

Die Sender NV7001 für digitales Fernsehen decken den Leistungsbereich von 200 W bis 800 W (DVB-T) bzw. 250 W bis 1 kW (ATSC) ab. Für analoges Fernsehen mit den Sendern NH7001 stehen Leistungen von 500 W bis 2000 W zur Verfügung. Beide Senderfamilien beinhalten im Sendergestell die gleichen Komponenten (BILD 2):

- Maximal zwei digitale Steuersender (mit Dual-Drive-Option)
- Maximal vier breitbandige Verstärkermodule zu je 200 W bei DVB-T und 500 W bei ATV combined
- Maximal vier Schaltnetzteilblöcke mit je 2 kW
- Ausgangsfilter (bei ATV)

TV-Steuersender für digitale und analoge Standards

Die neuen Steuersender SC/SH/SV700 für den Einsatz in analogen und digitalen TV-Senderanlagen zeichnen sich aus durch Kompaktheit, Flexibilität und Zukunftssicherheit. Mit ihnen lassen sich

moderne Redundanzkonzepte bei erheblich reduziertem Platzbedarf mit optional zwei Steuersendern in einem 19"-Rahmen realisieren. Sie unterstützen die digitalen Standards DVB-T (ETS 300744) und ATSC (A54) sowie die analogen Standards B/G, D/K, M/N und I.

Die TV-Steuersender bestehen aus Encoder, Entzerrer, Modulator, Synthesizer sowie einer Control Unit zur Sendersteuerung. Sie erlauben durch ihre Einheitlichkeit in Struktur und Aufbau einen einfachen Wechsel zwischen den analogen und digitalen TV-Standards. Dabei unterscheiden sie sich für die jeweiligen Anwendungen lediglich durch den Encoder, der die Eingangssignale aufbereitet und in allen Fällen digitale Quadratur-Basisbandsignale erzeugt. Deren nachfolgende Verarbeitung ist im Wesentlichen stets gleich und wird daher von einer gemeinsamen Hardware-Plattform übernommen. Diese ist an die einzelnen Applikationen optimal angepasst, woraus drei TV-Steuersender resultieren:

- SH700: für analoges Fernsehen zum Einsatz in Großleistungs-Sendeanlagen mit getrennter Verstärkung von Bild und Ton (Split-Betrieb), Familie NH7000
- SC700: für analoges Fernsehen mit einem gemeinsamen Verarbeitungszweig für Bild und Ton zum Einsatz in Sendeanlagen im Combined-Betrieb, Mittelleistungssender NH7001
- SV700: für digitales Fernsehen

Analog-TV mit SC700

Die Steuersender SC700 enthalten einen Encoder für analoges Fernsehen. Unabhängig vom gewählten TV-Standard



Foto 43702/1

BILD 1
2-kW-Sender aus der Senderfamilie NH7001 für Analog-TV.

erfolgt die Aufbereitung des Videoeingangssignals immer rein digital. Damit sind alle Verarbeitungsprozesse einschließlich der Restseitenband-Filterung perfekt stabil und keiner Alterung unterworfen. Der Wechsel zu einem anderen TV-Standard geschieht über einen Software-Schalter und erfordert keinen Tausch der Hardware. Auch die analogen Audiosignale werden direkt in digitale Signale konvertiert und in einem digitalen Signalprozessor (DSP) verarbeitet, z. B. Zweiton-codiert. Die anschließende digitale Frequenzmodulation erzeugt den oder die Tonunterträger in hoher Qualität. Verschiedene Encoder-Module stehen für unterschiedliche Ton-Standards bereit:

- Das NICAM-Aufsteckmodul kann als Coder-Modulator analoge Audiosignale oder als NICAM-Modulator einen digitalen Datenstrom verarbeiten
- Das BTSC-Aufsteckmodul stellt mit einer Bandbreite von 120 kHz für die TV-Standards N/M einen Audioeingang zur Verfügung, über den sich das BTSC-Tonmultiplexsignal zuführen lässt

Digital-TV mit SV 700

In digitalen Fernsehsystemen wird der Steuersender SV 700 verwendet. Im Falle von DVB-T verarbeitet der DVB-Encoder die Daten entsprechend der DVB-Norm ETS 300744. Dem Encoder ist die Eingangsschnittstelle für ASI-Signale (Asynchronous Serial Interface) vorgeschaltet, die mit ihrer flexiblen Taktaufbereitung und einem Datenpuffer dem Netzwerkbetreiber die Verwendung standardisierter Zuführungswege erlaubt. Eine Eingangsumschaltautomatik unterstützt die Implementierung redundanter Zuführungsnetze.

Für den Einsatz in Gleichwellennetzen (Single Frequency Network) besitzt der Encoder einen integrierten SFN-Adapter, der Zeit-Referenzimpulse sowohl von einem externen als auch von einem optional integrierbaren GPS-Empfänger erhalten kann.

Im Falle von ATSC/8VSB arbeitet der ATSC-Encoder nach der ATSC-Norm A54. Sein Eingangsteil akzeptiert neben den üblichen SMPTE 310- auch ASI-Signale.

Digitale Signalaufbereitung

Der anschließende digitale Vorentzerrer übernimmt die vom Encoder gelieferten digitalen Basisbandsignale. Er teilt sich in den Gruppenlaufzeitentzerrer zur Korrektur linearer Fehler der Filter und in den Linearitätentzerrer zur Korrektur nichtlinearer Fehler der Leistungsverstärker. Beide Stufen arbeiten komplett digital, daher bleiben die eingestellten Signalparameter auf Dauer erhalten. Die anschließend in analoge Signale gewandelten Basisbandsignale mischt der Modulator per Direktmodulation in die HF-Lage. Die Mischfrequenz dafür liefert ein Synthesizer, der sich auch auf externe Referenzen sowie den optionalen internen GPS-Empfänger synchronisieren lässt.

Bedienung über Display oder PC

Der Sender wird über das menügestützte grafische Display der Central Control Unit bedient. Außerdem sind alle Einstellparameter auch per PC über eine RS-232-C-Schnittstelle zugänglich. Darüber hinaus lässt sich der Steuersender über RS-485-Schnittstelle, Modem oder TCP/IP / SNMP-Schnittstelle fernsteuern und überwachen (Option NetLink [2]).

Leistungsverstärker mit hohem Wirkungsgrad

Durch die Verwendung moderner LDMOS-Leistungstransistoren (Lateral Diffused Metal Oxide Silicon) mit hoher Verstärkung und Linearität werden bei den Leistungsverstärkern VH 650 A2 ein sehr guter Wirkungsgrad, Kompaktheit und durchgehende Breitbandigkeit zwischen 470 MHz und 862 MHz erreicht. Ein Regelsystem verhindert bei Ausfall eines Moduls das Hochregeln der übrigen Module, wodurch alle auf gleichem Pegel und Arbeitspunkt bleiben. Der Verstärkereinschub (BILD 3) ist

BILD 2
Prinzipschaltbild
DVB-T-Sender 800 W
bzw. ATV-Sender
2 kW.

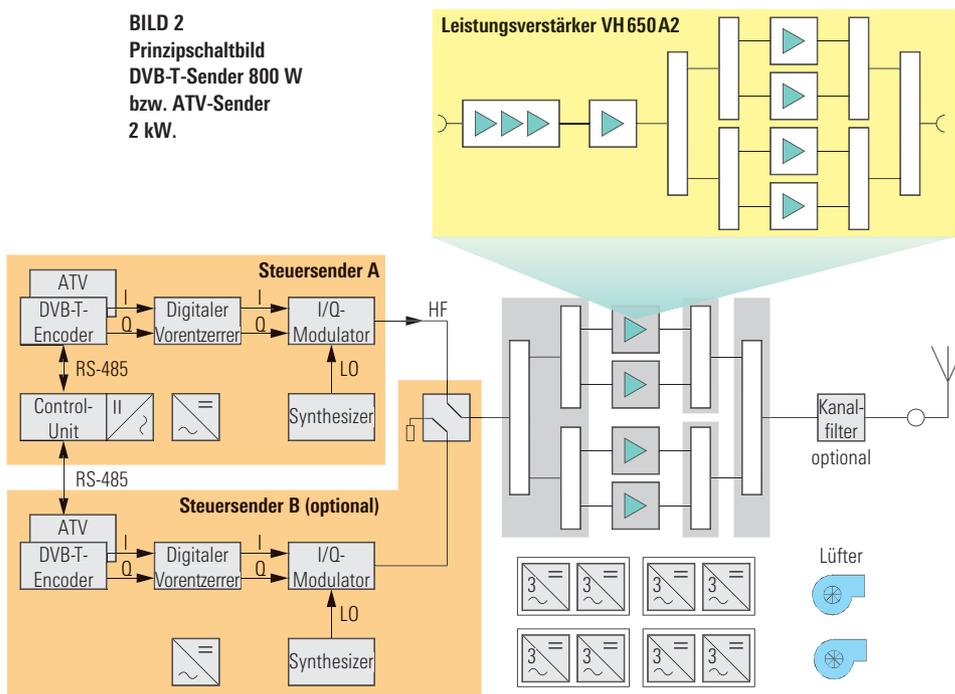




BILD 3
Verstärkereinschub
VH650A2 mit geöffnetem Seitendeckel.

durch Schutzschaltungen gegen Reflexion und Übertemperaturen gesichert. Auf einem patentrechtlich geschützten, äußerst effektiven Kühlkörper sind die Hauptkomponenten wie Vor- und Endverstärker mit Stromsensoren installiert. Mit diesem Kühlkörper ist es möglich, die Verlustleistung der Verstärker wirkungsvoll mit relativ kleinen Luftmengen abzuführen.

Über eine Servicebuchse an der Frontplatte können Transistorströme und verschiedene interne Spannungen abgefragt werden. Die Ausgangsleistung wird mit Hilfe einer Referenzspannung eingestellt, welche die Control Unit generiert.

Auch bei Netzteilerausfall „On Air“

Jedem Verstärker ist ein Schaltnetzteil von 2 kW zugeordnet. Diese redundante Ausstattung hält beim Ausfall eines Netzteils oder Verstärkers den Sendebetrieb aufrecht. Als Besonderheit ist jedes Schaltnetzteil in zwei separate 1-kW-Netzteile aufgeteilt, die gemeinsam den Vorverstärker, separat aber je eine Hälfte des Endverstärkers speisen. Bei Ausfall eines 1-kW-Netzteils ist trotzdem noch der Betrieb mit einem Viertel der Ausgangsleistung des betroffenen

Verstärkereinschubs möglich. Die Schaltnetzteile sind als primärgetaktete, kurzschlussfeste 3-Phasen-Regler mit Eigenbelüftung aufgebaut. Netzteile und Verstärker lassen sich während des Betriebs ohne Programmausfall wechseln.

Flexibel belüftet

Im 19"-Standardgestell kann die Zuluft für den Sender von unten oder oben eintreten oder auch über die Gestellrückseite aus dem Raum. Für letzteren Fall ist die Rückwand als Luftfilter ausgebildet. Die Abluft wird nach oben abgeführt.

Im Gestell sind zwei langlebige Lüfter eingebaut, die über parallele Luftfüh-

rung die Kühlung der Verstärker übernehmen. Deshalb ist ein Lüfteraustausch während des Betriebs ohne Programmausfall möglich.

Im oberen Teil des Gestells ist genügend Raum zur Aufnahme des notwendigen Ausgangsfilters, außerdem sind hier der Ausgangs-Messrichtkoppler und eine optionale Relaisfernchnittstelle untergebracht.

Cornelius Heinemann; Hans Seeberger;
Rainer Steen

Weitere Informationen und Datenblatt unter
www.rohde-schwarz.com
(Suchbegriff NV 7001)



LITERATUR

- [1] UHF-Senderfamilie NV/NH 7000: Flüssigkeitsgekühlte TV-Sender für das digitale terrestrische Fernsehen. Neues von Rohde & Schwarz (1999) Nr. 165, S. 11–13.
[2] NetLink: Fernbedienung und Überwachung von Sendern über das Internet. Neues von Rohde & Schwarz (2001) Nr. 170, S. 27–29.

Kurzdaten NV/NH 7001

Frequenzbereich	470 MHz...862 MHz
HF-Ausgangsleistung	200 W...800 W (DVB-T) 250 W...1 kW (ATSC) 500 W...2 kW (Analog TV)
TV-Standards	Digital: DVB-T ETS300744, ATSC/8VSB A54 Analog: B/G, D/K, M/N, I
Farbübertragungs-Standards	PAL, SECAM, NTSC
Tonübertragung	Zweitonen-Codierung nach IRT oder FM-1-Ton und NICAM 728 (–13 dB/–20 dB) oder FM-1-Ton (–10 dB) oder BTSC Multiplexsignal (–10 dB)
Schnittstellen	RS-232-C, RS-485, Modem, TCP/IP/SNMP (NetLink)
Senderabmessungen (B x H x T)	570 mm x 2004 mm x 800 mm

TV-Mess-Sender SFQ

Test-Signale für DVB-T-Diversity-Empfang

Zum Testen von Diversity-Empfängern

benötigt man zwei oder mehr

HF-Signale zum Einspeisen in die
verschiedenen Antennen-Eingänge.

Damit diese Signale die realen
Empfangssituationen abbilden können,

müssen sie bestimmte Bedingungen

erfüllen. Eine neue Option für den

TV-Mess-Empfänger SFQ (BILD 1)

erzeugt Signale, die diesen Vorgaben

bestens entsprechen.



Foto 43666/2

BILD 1 Mit der neuen Option Rauschgenerator SFQ-B5 kann der SFQ Signale für den Test von Diversity-Empfängern erzeugen.

Einzigartige Messmethode für den DVB-T-Diversity-Empfang

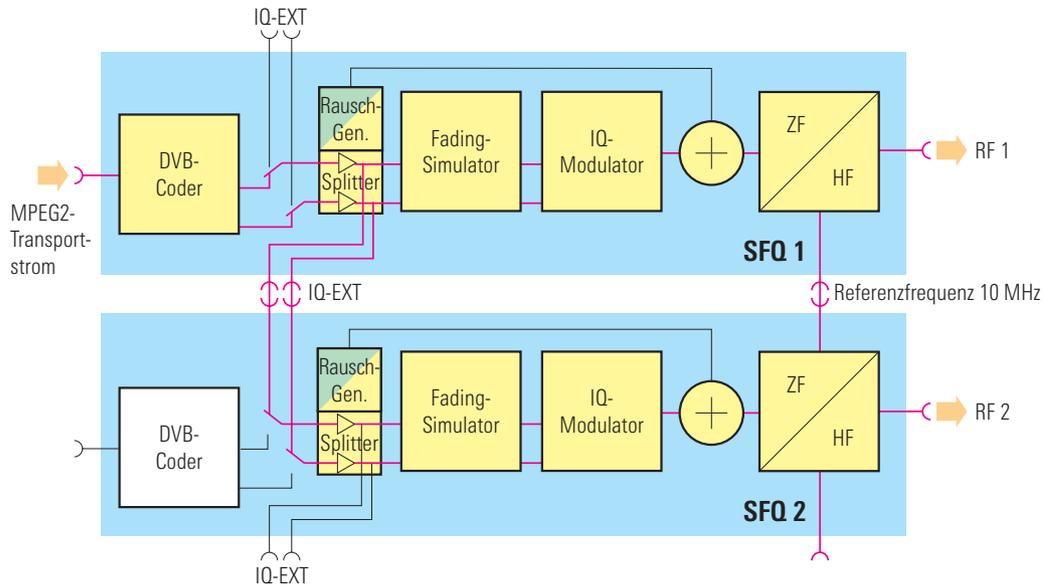
Die Umstellung auf digitales terrestrisches Fernsehen (DVB-T) ist in vielen Ländern Europas schon weit fortgeschritten. In Deutschland ist die Einführung beschlossen und wird in Kürze umgesetzt. Während man zunächst von stationärem Empfang über eine Dachantenne mit Richtwirkung ausging, wird in Deutschland nun der sogenannte Portable-In-House-Empfang zugrunde gelegt. Dabei ist die Empfangsantenne im TV-Gerät integriert oder das Gerät wird über eine Zimmerantenne versorgt. Die bisherigen Erfahrungen zeigen aber auch, dass sich bestimmte Modi des DVB-T-Standards sehr gut für den mobilen Empfang eignen (Kombinationen verschiedener Systemparameter, z. B. QPSK oder 16QAM, Code-Rate 1/2 oder

2/3). Nach heutigen Erkenntnissen kann davon ausgegangen werden, dass dort, wo Portable-In-House-Empfang möglich ist, auch der Empfang in Fahrzeugen (Autos, Straßenbahnen, Zügen usw.) realisierbar ist.

Diese attraktive Erweiterung des Anwendungsbereichs haben insbesondere neue, innovative Empfängerkonzepte ermöglicht. Den größten Erfolg versprechen Empfänger, die mit dem sogenannten Diversity-Empfang arbeiten, bei dem also Signale von zwei oder mehr Antennen intelligent kombiniert werden. Speziell in Autos, wo die verschiedenen Scheibenantennen ohnehin mehrere Eingangssignale liefern, bietet sich diese Lösung geradezu an.

Technisch gesehen kann man den Vorteil durch Diversity-Empfang als eine grund-

BILD 2
Je nach Anzahl der gewünschten Signale werden zwei oder mehr TV-Mess-Sender SFQ zusammengeschaltet.



sätzliche Vereinfachung der Empfangssituation beschreiben, bei der in vielen Fällen Rayleigh-Kanäle in Rice-Kanäle überführt werden, und die Empfänger deshalb mit einem wesentlich geringeren Signal/Rausch-Abstand auskommen. Dadurch ergibt sich bei Verwendung von Diversity-Empfängern im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren in einem Sendegebiet eine wesentlich höhere Ortswahrscheinlichkeit (und wohl auch Zeitwahrscheinlichkeit) für die Versorgung.

Der Messaufbau

Zum Testen von Diversity-Empfängern benötigt man zwei oder mehr HF-Signale zum Einspeisen in die verschiedenen Antennen-Eingänge. Damit diese Signale die realen Empfangssituationen abbilden können, müssen sie die gleiche HF-Frequenz haben und die Daten bit-synchron übertragen, aber bezüglich der simulierten Übertragungskanäle vollständig unkorreliert sein (d. h. in Amplitude und Phase nicht ähnlich). Dies entspricht einer Empfangssituation, bei der die Empfangsantennen einen Mindestabstand von einer halben Wellenlänge haben.

Die neue Option Rauschgenerator SFQ-B5 [*] für den TV-Mess-Sender SFQ erzeugt Signale, die alle diese Bedin-

gungen erfüllen. Die Bit-Synchronität der Daten ist dadurch gewährleistet, dass nur ein DVB-T-Coder benutzt wird, dessen I/Q-Ausgangssignal dann von zwei oder mehr Geräten weiterverarbeitet wird. Dafür enthält die Option einen 0-dB-Splitter, dessen erste Ausgänge intern mit dem Fading-Simulator verbunden sind, während die zweiten Ausgänge an ein Buchsenpaar nach außen geführt sind, so dass mehrere SFQ zusammengeschaltet werden können (BILD 2).

Die Fading-Simulatoren werden typischerweise auf dieselben Kanalmodelle (Pfade) eingestellt. Aufgrund der dabei verwendeten internen Zufallsprozesse ergeben sich die erforderlichen unkorrelierten HF-Signale.

Zum Synchronisieren der Ausgangsfrequenzen im HF-Bereich liefert ein SFQ als Master die interne 10-MHz-Referenzfrequenz, mit der die Referenzfrequenzen der anderen Geräte nachgeführt werden. Damit steht ein Labormessaufbau zur Verfügung, der realitätsnahe und vor allem auch wiederholbare Test-Szenarios für die Entwicklung von DVB-T-Diversity-Empfängern liefert.

Bei den Messungen im Rahmen des EU-Forschungsprojekts MOTIVATE wurde

diese bisher einzigartige Messmethode erfolgreich verwendet, um die Leistungsfähigkeit verschiedener Diversity-Empfänger zu demonstrieren. Vergleiche mit Feldmessungen legen den Schluss nahe, dass mit diesem Messaufbau auch die schwierigsten in der Praxis auftretenden Fälle abgedeckt sind.

Dr. Jürgen Lauterjung

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

Datenblatt SFQ



CD „DTV Dream Team“ kostenlos von jeder Rohde & Schwarz-Vertretung

LITERATUR

[*] TV-Mess-Sender SFQ: Hochpräzise interne Rauschquelle erweitert Messmöglichkeiten. Neues von Rohde & Schwarz (2001) Nr. 170, S. 37–38.

TV-Großprojekt in Nigeria

Mit der erfolgreichen Positionierung zahlreicher neuer Senderfamilien in den vergangenen vier Jahren ist es Rohde & Schwarz gelungen, sich zum führenden europäischen Hersteller von analogen und digitalen Fernsehern zu entwickeln. Ausgehend von dieser Basis arbeitet das Elektronikunternehmen am systematischen Ausbau seines Zugangs in die überseeischen Märkte. Die Anstrengungen und Investitionen in die Vertriebsstruktur und in den Service führen auch außerhalb Europas zu wachsenden Erfolgen. Als ein gutes Beispiel kann hier das umfangreiche TV-Projekt in Nigeria betrachtet werden.

Nigeria ist eines der am dichtesten besiedelten Länder Afrikas. Es ist reich an Bodenschätzen und eine führende Wirtschaftsmacht in Afrika und deshalb neben Südafrika einer der interessantesten Märkte auf diesem Kontinent.

Als Teil eines Projekts für eine landesweite Rundfunkversorgung wurde von der Nationalen Rundfunkgesellschaft NTA ein Auftrag für die Lieferung und Inbetriebnahme von 99 VHF- und UHF-Fernsehstationen hoher Leistung an Rohde & Schwarz vergeben. Nach der Fertigstellung dieses Projekts werden die meisten Einwohner von Nigeria einschließlich aller großen Städte die nationalen Programme empfangen können. Die Programmzuführung zu den verschiedenen Sendestationen erfolgt entweder über Funk oder über Satellit. Das Projekt wird in zwei Phasen durchgeführt: In der ersten Phase werden alle alten Sender, die in den Achtzigern installiert wurden, ersetzt, und in der zweiten Phase werden neue Stationen errichtet, um die landesweite Versorgung zu verbessern. Nach dem gegenwärtigen Zeitplan soll das Projekt bis Ende 2001 abgeschlossen sein.

Es ist ein außerordentlicher Erfolg für das Unternehmen, Zugang zu diesem Markt zu bekommen und ein Projekt dieser Größenordnung in Afrika realisieren zu können. Rohde & Schwarz hat den Zuschlag gegen starke internationale Konkurrenz erkämpft. Der Hauptgrund für den Erfolg war die Langzeitstrategie des Unternehmens, in die Entwicklung des afrikanischen Marktes zu investieren. Dies wurde überzeugend ergänzt durch die zuverlässigen und kostengünstigen Produkte und Lösungen. Der angebotene flüssigkeitsgekühlte Sender hat wegen des geringen Platzbedarfs und seiner Eigenschaften wie digitale Ausbaufähigkeit, einfache Bedienbarkeit, problemlose Installation, Robustheit, usw. großen Anklang gefunden.

Die ersten Standorte wurden bereits in Betrieb genommen. Rohde & Schwarz hat dabei die in Nigeria vorhandene lokale Kompetenz in das Großprojekt eingebunden. Dieser Ansatz hat sich als sehr zufriedenstellend und für beide Seiten erfolgreich erwiesen. Im Rahmen eines Langzeit-Engagements für den nigerianischen Markt hat das Unternehmen außerdem ein einmonatiges Training für die Ingenieure von NTA durchgeführt, damit diese die Sender selbst aufstellen können.

Der Erfolg dieses Großprojekts stärkt die Präsenz und das Kundenvertrauen. Diese Referenz wird Rohde & Schwarz in Zukunft weitere Erfolge auf dem afrikanischen Kontinent sichern.

Eshwarahally Vikas

Gut verpackt kommen die ersten Sender in Nigeria an.



Monitoring- und Versorgungsmess-Systeme

Komplettprogramm aus einer Hand

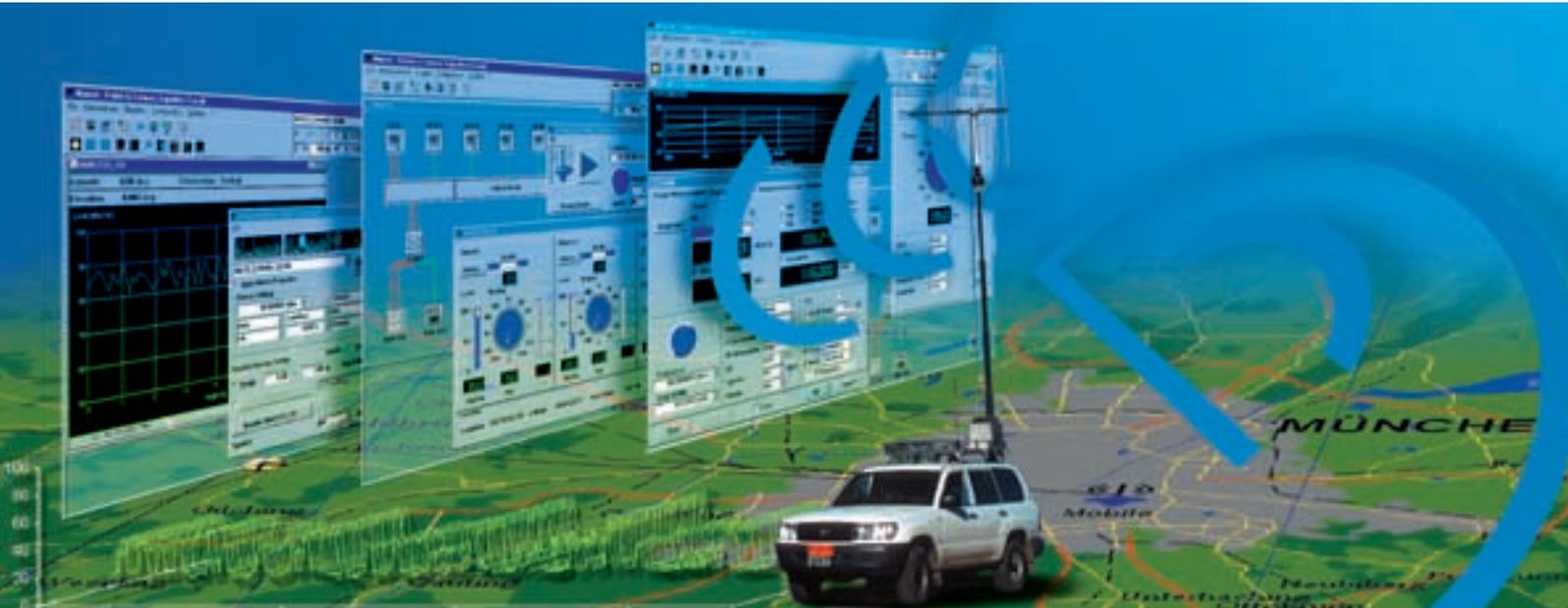


Foto 43336/2

Rohde & Schwarz nimmt den Kundenwunsch nach Lieferung komplexer Systeme aus einer Hand ernst und hat deshalb zusätzlich zum umfangreichen Standardgeräteprogramm, das den Kern der Monitoring- [1] und Versorgungsmess-Systeme [2] bildet, einige Systemgeräte entwickelt, die auch für andere Anwendungen interessant sind.

Systemrechner SPCx

Die **Systemrechnerfamilie SPCx** entspricht durch modernste Komponenten höchster Qualität dem Stand aktueller Rechnertechnik und kann optional praktisch allen Anforderungen der Nutzer angepasst werden.

Drei Grundmodelle für unterschiedliche Anwendungsbereiche sind verfügbar:

- Das **19"-Modell SPCR** ist für den Einbau in Systemschränke äußerst robust gebaut und speziell elektromagnetisch geschirmt. Es ist für stationäre, transportable und mobile Systeme geeignet
- Das **Modell SPCT** ist in einem Tower-Gehäuse untergebracht und für stationäre Systeme gedacht, in denen keine hohen Anforderungen an die EMV-Festigkeit bestehen oder wo der Platzbedarf keine große Rolle spielt
- Das robuste **Notebook SPCN** ist optimal für Systeme, die sich mit wenig Platz begnügen müssen, z. B. beim Einsatz in kleinen Fahrzeugen oder in transportablen Systemen

GSM-Kommunikationsgerät GC 127

Das **GSM-Kommunikationsgerät GC127** (BILD 1) überträgt in Kombination mit einem Router Daten- oder Audio-Signale über ein GSM-Netzwerk. Somit können mobile oder transportable Stationen fernbedient werden, ohne dass ein Telefonanschluss oder sonstige Verbindungen vorhanden sein müssen.

Stationsüberwachungsgerät SA 129

Das **Stationsüberwachungsgerät SA 129** verfügt über extensive Möglichkeiten für das Überwachen einer entfernten Station. Verschiedene Sensoren stehen zur Verfügung, die das Öffnen von Fenstern oder Türen, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Rauchentwicklung und die Stromversorgung überwachen. Meldungen der Sensoren werden automatisch per Telefon an das Stationsüberwachungsgerät in der Zentrale übermittelt und dort auf LC-Display bzw.

- ▶ Drucker ausgegeben oder per Licht- oder akustischem Signal angezeigt. Das fernbediente System kann durch Unterbrechung der Stromversorgung neu initialisiert werden, wobei der Systemrechner vorher heruntergefahren wird, um Datenverlust zu vermeiden.

HF-Schaltgeräte ZS 127 x

Die universelle **HF-Schaltgerätefamilie ZS 127 x** ist für stationäre, transportable und mobile Systeme entwickelt worden. Die Geräte können verschiedene Empfangsantennen dynamisch auf einen Empfänger schalten und sind über die Frontplatte manuell oder per Software, z. B. von ArgusMon [3], über eine RS-232-C-Schnittstelle bedienbar.

Das **Modell ZS 127** (BILD 2) ist mit einem 1-aus-6-HF-Schalter ausgestattet, der den Frequenzbereich von DC bis 3 GHz abdeckt (optional bis 26,5 GHz). Optional kann das Modell im Frequenzbereich bis 3 GHz mit einem 1-aus-8- oder 1-aus-12-HF-Schalter bestückt werden.

Das **Modell ZS 127 A1** hat einen 1-aus-8-HF-Schalter und kann zusätzlich über eine TTL-Steuerleitung z. B. von einem Rohde & Schwarz-Empfänger angesteuert werden.

Das **Modell ZS 127 AT** beinhaltet die gleiche Funktionalität wie ZS 127 A1. Zusätzlich sind die nicht belegten Eingänge mit 50 Ω abgeschlossen, was oft für die Verbindung mit Multikoplern oder Leistungsteilern notwendig ist. Optional kann das Modell mit einem 1-aus-12-HF-Schalter bestückt werden.

Das für den Außeneinsatz konzipierte **HF-Relais ZS 127 Z1** (BILD 3) ist mit einem 1-aus-2-HF-Schalter ausgestattet, der den Frequenzbereich von DC bis 3 GHz abdeckt. Das Relais kann zusätzlich zu den HF-Schaltgeräten als abgesetzter HF-Schalter bis maximal 15 Meter

Entfernung installiert werden. Zudem ist es auch von den Antennenbediengeräten GB 127 x ansteuerbar.

Antennenbediengeräte GB 127 x

Die universellen **Antennenbediengeräte GB 127 x** sind für stationäre, transportable und mobile Systeme entwickelt worden. Sie können Antennenrotoren, höhenverstellbare Masten und HF-Schalter ansteuern. Das Herz der neuen Gerätefamilie sind die **Antennenbediengeräte GB 127 S** und **GB 127 M**. Sie können über die Frontplatte manuell oder per Software ArgusMon [3] über eine RS-232-C-Schnittstelle bedient werden.

Das **Modell GB 127 S** (BILD 4) ist ein universelles Antennenbediengerät, welches in erster Linie für stationäre Systeme konzipiert ist. Normalerweise wird es zusammen mit dem kompakten **Rotor-Steuergerät RD 127** (BILD 5)

eingesetzt, das HF-Schalter und eine Steuerelektronik zum Anschluss verschiedenster Antennenrotoren enthält. Das RD 127 kann unterschiedlich bestückt sein, angefangen von einem oder zwei 1-aus-2-HF-Schaltern bis hin zu einem 1-aus-8-HF-Schalter für verschiedene Frequenzbereiche. Der große Vorteil dieses Rotor-Steuergerätes ist, dass es auf dem Mast direkt bei den Antennen installiert werden kann. Somit brauchen die HF-Kabel nicht von jeder Antenne in die Station gelegt werden, sondern nur ein HF-Kabel und eine Steuerleitung zum GB 127 S, die maximal 120 Meter lang sein kann.

Müssen keine Antennenrotoren gesteuert werden, ist das **HF-Schaltgerät ZS 129 A2** die optimale Ergänzung (BILD 6). Es ist für den Außeneinsatz vorgesehen und mit einem 1-aus-8-HF-Schalter ausgestattet, der den Frequenzbereich von DC bis 3 GHz abdeckt.

Das **Antennenbediengerät GB 127 M** ist hauptsächlich für mobile und transportable Systeme konzipiert. Es unterscheidet sich vom GB 127 S lediglich durch die zusätzliche Steuerelektronik für Antennenrotoren. Für die Montage auf dem Dach eines Fahrzeugs ist das **HF-Schaltgerät ZS 129 A4** optimal (BILD 7). Es besitzt zwei 1-aus-3-HF-Schalter und ist bedeutend kleiner als das ZS 129 A2. Die maximale Länge des Steuerkabels beträgt 10 Meter.

Beide Antennenbediengeräte können auch das HF-Schaltgerät ZS 129 A5 steuern. Dieses Gerät wird in einem Gestell innerhalb der Station oder des Fahrzeugs eingebaut. Es kann verschiedenste HF-Schalter, Leistungsteiler und Filter aufnehmen.

Das Programm wird laufend ergänzt und erweitert, denn für Rohde & Schwarz hat die Kundenzufriedenheit größte Bedeutung: Komplettlieferung aus einer Hand.

Jörg Pfitzner

Weitere Informationen, Datenblätter und Technische Informationen unter www.argus.rohde-schwarz.com oder unter www.rohde-schwarz.com, Suchwort Geräte-Kurzbezeichnung

LITERATUR

- [1] Spektrum-Monitoring- und -Management-System für Sri Lanka: Elektromagnetische Wellen enden nicht an Staatsgrenzen... Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 168, S. 40–42.
- [2] Versorgungs-Mess-System ARGUS-FMTV: Optimale Frequenznutzung durch zuverlässige Prognosen in der Planung. Neues von Rohde & Schwarz (2001) Nr. 170, S. 30–33.
- [3] Spectrum Monitoring Software ARGUS 4.0: Neue Software-Generation für Spektrum-Monitoring-Systeme. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 167, S. 18–20.

Systemgeräte-Auswahl

Literatur



Foto 43247

BILD 1
GSM-Kommunikationsgerät
GC 127.



Technische Information
GSM-Kommunikationsgerät
GC 127.



Foto 43651/2

BILD 2
HF-Schaltgerät
ZS 127.



Datenblatt HF-Schaltgeräte
ZS 127 x.



Foto 43668

BILD 3
HF-Relais ZS127Z1.



Foto 43650/2

BILD 4
Antennenbediengerät
GB 127 S.



Datenblatt
Antennenbediengeräte
GB 127 x.



Foto 43670

BILD 5
Rotor-Steuergerät RD 127.



Foto 43669

BILD 6
HF-Schaltgerät ZS 129 A2.



Foto 43671

BILD 7
HF-Schaltgerät ZS 129 A4.

Ähnliches lässt sich im **Modus AVG** erreichen (BILD 4). Der Rauschteppich wird dabei jedoch nicht unterdrückt, sondern geglättet. Der Vorteil dieser Methode ist, dass die Größe der Spektrallinien erhalten bleibt und ihr Pegel direkt mit dem Pegellineal exakt gemessen werden kann.

Im **Modus MAX** werden alle Spektrallinien mit ihrem maximalen Pegel gespeichert. Durch die Wahl einer langen Messzeit von z. B. fünf Minuten erhält man den Eindruck eines sich aufbauenden Spektrums. BILD 5 zeigt das Spektrum eines Sprechfunkbandes nach einer solchen Messzeit. Deutlich sichtbar sind die belegten Sprechfunkkanäle. Auch für Burst-Signale (einmalige Aussendungen mit kurzer Dauer) und Frequenzsprungsignale ist der MAX-Modus bestens geeignet.

Durch aktivieren der **Sprungfunktion** mit den Softkeys \leftarrow TO \rightarrow (move to next peak left) und \rightarrow TO \leftarrow (move to next peak right) lässt sich das ZF-Panorama direkt zum Abstimmen einsetzen. Dazu verwendet man am besten den MAX-Modus mit einer Messzeit von 100 ms bis 1 s. Im Sprechfunkband z. B. tauchen dabei Signale in unregelmäßigen Zeitabständen auf und verschwinden wieder. Das Verschwinden kann jedoch durch geschickte Wahl der Messzeit künstlich verlangsamt werden, sodass auch kurze Aussendungen gut zu erkennen sind. Die beiden Softkeys helfen dabei, schnell von einem belegten Kanal zum nächsten zu springen (um die neue Frequenz z. B. in einem Speicherplatz abzulegen). Nicht belegte Kanäle werden übersprungen. Die durch die Squelch-Einstellung vorgegebene Schwelle entscheidet, welche Signale relevant sind.

Einer der großen Vorteile dieses interaktiven Sprungverfahrens ist, dass durch die hohe Auflösung von <1 kHz pro Spektrallinie kein Kanalraster (z. B. 25 kHz) als Sprungweite eingegeben werden muss. ▶

BILD 2
Modus CLRWRITE:
Spektrum ohne elektronische Bearbeitung.



BILD 3
Modus MIN:
Gleiches Eingangssignal, das Rauschen ist aber unterdrückt.

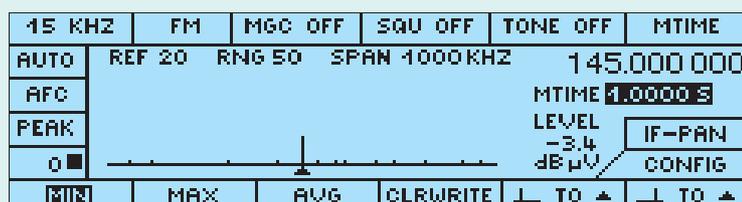


BILD 4
Modus AVG:
Gleiches Eingangssignal, durch Glättung bleibt aber der exakte Pegel der Spektrallinie erhalten.



BILD 5
Modus MAX: Spektrum eines Sprechfunkbandes nach einer Messzeit von fünf Minuten.

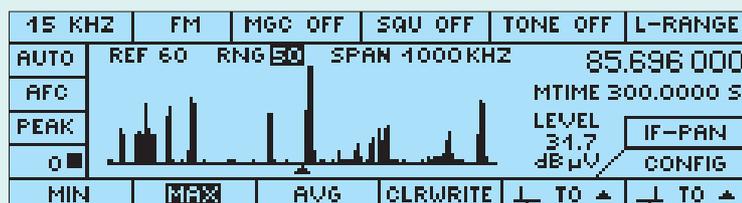


BILD 6
Spektrum im 20-m-Band, ±25 kHz neben der Empfangsfrequenz.

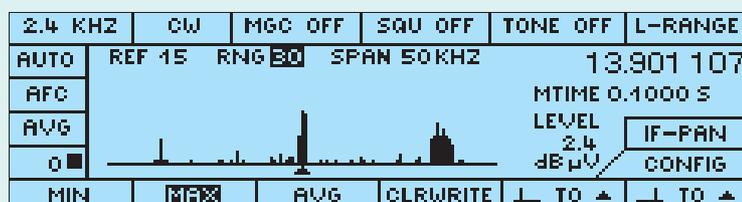
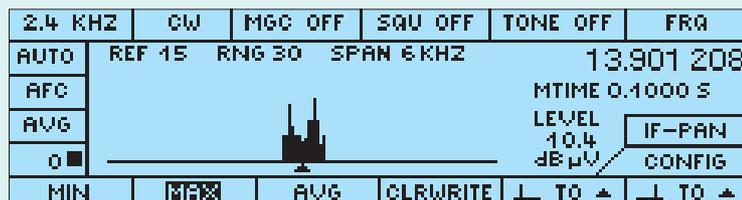


BILD 7
Auflösung ca. 8 Hz:
Deutlich sichtbar sind die Marker- und die Space-Frequenz des FSK-Signals.



► Signale, die häufig die Frequenz wechseln und u. U. auch nicht im Kanalraster liegende Frequenzen verwenden, sind daher ohne Probleme aufzuspüren und zu verfolgen (Peilung mit dem EB200 und dem Digitalen Peiler DDF190 [2] möglich).

Für das Zusammenfassen breitbandiger Signale, die aus mehr als einer Spektrallinie bestehen, verfügt der EB200 über einen **speziellen Suchalgorithmus**, der nach dem nächsten lokalen Pegelmaximum links oder rechts neben der Mitte sucht, das nicht zum momentanen Mittensignal gehört. Der EB200 bestimmt automatisch bei ausgeschalteter Squelch über eine Spektralschätzung den Pegel des Rauschteppichs und verwendet diesen anschließend als Suchschwelle.

Auch im **Kurzwellenbereich** kann das ZF-Panorama wertvolle Dienste leisten. Hier kommt es auf eine hohe spektrale Auflösung an. Dazu lässt sich die Dar-

stellbreite am EB200 fast beliebig zwischen 150 Hz und 1 MHz variieren, was einer Frequenzauflösung von 120 mHz bis 1 kHz entspricht. BILD 6 zeigt ein Spektrum von ± 25 kHz neben der Empfangsfrequenz im 20-m-Band.

Die moderne FFT-Panorama-Darstellung im EB200 kann auch zur **Signalanalyse** dienen, wie BILD 7 belegt. Darin ist das Empfangssignal mit einer Auflösung von ca. 8 Hz aufgelöst. Deutlich sichtbar sind die Marke- und die Space-Frequenz eines FSK-Signals (Frequency Shift Keying).

Für die ausführliche Spektrumanalyse lassen sich die Daten selbstverständlich über die EB200-Fernsteuerschnittstelle in einen PC übertragen. Dort können dann auf einem großem Display alle Einzelheiten des Bildes dargestellt werden, z. B. mit der Spectrum-Monitoring-Software ARGUS [3] mit bis zu 1200 Spektrallinien bei Wiederholraten bis zu 20 Bildern pro Sekunde.

Theodor Fokken; Martin Hisch

Weitere Informationen und Datenblätter unter www.rohde-schwarz.com (Suchbegriff EB 200)

Datenblatt EB 200



CD-ROM zum EB200 kostenlos bei jeder Rohde & Schwarz-Vertretung

LITERATUR

[1] Miniport-Empfänger EB200 und Handrichtantenne HE200: Funkerfassung von 10 kHz bis 3 GHz jetzt auch portabel. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 156, S. 4–6.

[2] DDF190 – Jetzt von 0,5 MHz bis 3000 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr 166. S. 16–17.

[3] ARGUS 4.0: Neue Software-Generation für Spektrum-Monitoring-Systeme. Neues von Rohde & Schwarz (2000) Nr. 167, S. 18–20.

MESS-TIPP | Mobilfunk

HF-Testsignale für Bluetooth™ schnell und einfach erzeugt

Bluetooth* HF-Testsignale werden in Entwicklung und Produktion für Empfänger- und Sender-Messungen benötigt. Dabei genügen in der Praxis – neben kontinuierlichen Signalen mit Zufallsdaten – einige wenige „geburstete“ Signaltypen mit definiertem Dateninhalt. Sie lassen sich mit dem Signalgenerator SMIQ einfach und schnell erzeugen.

Bluetooth Bursts

Bluetooth arbeitet im Time-Division-Duplex-Verfahren (TDD). Sende- und Empfangs-Bursts wechseln sich in einem Zeitschlitz-Raster kontinuierlich ab. Mit jedem Burst wird ein Datenpaket (Packet) übertragen, das aus den Feldern Access Code, Header und der Payload mit den Nutzdaten besteht (BILD 1).



BILD 1 Allgemeiner Aufbau eines Bluetooth Packets.

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

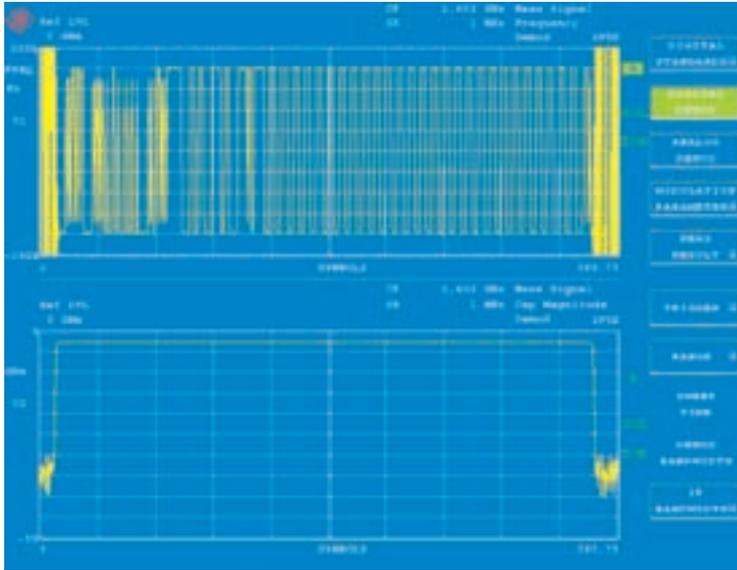


BILD 2 Bluetooth Burst mit Payload-Muster 1111 0000.

Der 72 bit lange Access Code enthält 4 Bits mit Präambel, ein 64 bit langes Synchronisationswort, das aus der jeweiligen Modul-Adresse abgeleitet ist, und vier Füll-Bits. Das 54 bit lange Header-Feld enthält verschiedene Link-Controller-Informationen wie Active Member Address, Type Code, Flow Control usw. Diese Daten sind abhängig vom jeweiligen Modul und der aktuellen Verbindung.

Für Bluetooth HF-Tests sind aber nur die Bits der Präambel und die Nutzdaten im Payload-Feld von Bedeutung. Je nach Anzahl der zu übertragenden Payload-Daten benötigen die Bursts einen, drei oder fünf Zeitschlitze.

„Geburstete“ Testsignale werden vor allem für die Bluetooth Transmitter-Messungen im Loop-Back-Modus benötigt. Das Messobjekt befindet sich dabei in einem Testmodus, in dem es das empfangene Stimulus-Signal unmittelbar zur Senderstufe zurückleitet. Gemessen werden dann – z. B. mit einem Spektrumanalysator – Ausgangsleistung, Nachbarkanalleistung, Ausgangsspektrum sowie Drift- und Modulations-Charakteristik des Senders.

Die Bluetooth Test Specification schreibt für die einzelnen Tests ein bestimmtes konstantes Payload-Muster (Pattern) vor; die Inhalte von Access Code und Header werden nicht ausgewertet. Daher genügen in der Praxis Testsignale, die insgesamt einen konstanten sich wiederholenden Packet-Inhalt aufweisen.

Mit dem Signalgenerator SMIQ ist es einfach, solche repetierende „geburstete“ Signale zu erzeugen. Die Modulationsdaten sowie die Steuersignale für die Rampenerzeugung kommen

dabei aus dem Datenspeicher des SMIQ. Zusätzlich liefert der Generator Triggersignale für den Anfang von Burst und Payload. Zur Verfügung stehen im SMIQ jeweils drei Muster-Bursts (für 1-Slot-, 3-Slot- und 5-Slot-Bursts) mit den im Standard geforderten Payload-Mustern PRBS9, 1111 0000 und 1010 1010.

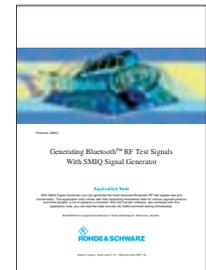
BILD 2 zeigt die Aufzeichnung eines Testsignals mit dem Payload-Muster 1111 0000, wie es für Messungen des Modulations-Hubs vorgeschrieben ist.

Kontinuierliche Testsignale

Wenn das Messobjekt es ermöglicht, können auch kontinuierliche Signale im Loop-Back-Modus eingesetzt werden. Dies ist vor allem für die Bitfehlerraten-Messung sinnvoll, bei der es dann keine Unterbrechung des Nutzdatenflusses gibt. Man erzielt gegenüber z. B. den 1-Slot-Bursts eine Geschwindigkeitssteigerung um mehr als das Doppelte. Der SMIQ erzeugt das geforderte Zufallsdaten-Muster in Echtzeit.

Anleitung für das Erzeugen der Testsignale

Für das Erzeugen dieser Testsignale gibt es eine genaue Anleitung in einer Application Note**, die von der Rohde&Schwarz-Web-Site kostenlos heruntergeladen werden kann. Im Anhang dieser Beschreibung sind Modulations-Muster für alle drei im Standard vorgeschriebenen Payloads mit einer Länge von einem, drei und fünf Slots zu finden. Mit dem mitgelieferten Transfer-Programm können diese Daten schnell vom PC zum Signalgenerator SMIQ übertragen werden.

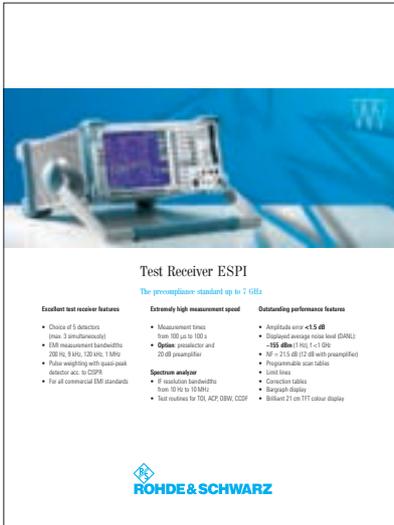


Detlev Liebl

Weitere Technische Informationen unter www.rohde-schwarz.com
(Homepage: Products & More – Application Notes –
Suchbegriff z. B. 1MA31)

LITERATUR

- ** Erzeugen von Bluetooth HF-Testsignalen mit dem Signalgenerator SMIQ, Application Note 1MA31 von Rohde & Schwarz.
- Bluetooth RF Test Specification, Version 0.9, 14.3.2000.
 - Bluetooth Core Specification, Version 1.1, 22.2.2001.
 - Transmitter-Messungen an Bluetooth Modulen, Application Note 1MA26 von Rohde & Schwarz.
 - Transmitter-Messungen an Bluetooth Modulen mit FSP, Application Note 1MA33 von Rohde & Schwarz.



VHF-Senderfamilie NM/NW 7000 Flüssigkeitsgekühlte Hochleistungs-Sender für digitales und analoges Fernsehen (DVB-T oder ATSC).

Datenblatt PD 0757.6627.11

Dienstleistungen nach Maß In dieser Broschüre wird detailliert das vielschichtige Leistungsspektrum des Rohde & Schwarz Dienstleistungszentrums Köln dargestellt. Neben Standard- und kundenspezifischen Lösungen auf den Gebieten Mess- und Nachrichtentechnik sowie System- und Datentechnik werden auch die Kompetenzen bei Technischer Dokumentation und Schulung beleuchtet.

Broschüre PD 0757.3386.12

Spectrum Monitoring and Management System ARGUS-IT Auf 20 Seiten wird eine Vielfalt an Komponenten wie Empfänger, Antennen sowie System-Software vorgestellt. Die Bandbreite der Funküberwachung reicht von der einfachen Einzelstation bis hin zu einem landesweit vernetzten System.

Datenblatt PD 0757.4818.22

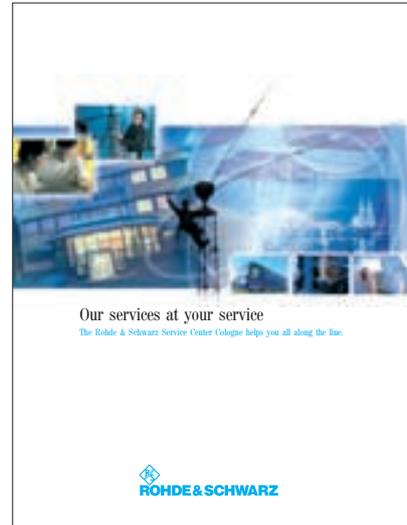
FM-Messdemodulator FS-K7 für FSP Neue Erweiterung für den FSP.

Datenblatt PD 0757.6685.11

Die Universal Relay Card TS-PRL1 für die Test System Versatile Platform TSVP bietet zahlreiche Basisfunktionen, wie sie in Produktionsumgebungen benötigt werden und kann mehrere Spezialkarten ersetzen. Sie ist mit einer CompactPCI-Schnittstelle ausgestattet

Datenblatt PD 0757.6610.21 (nur englisch)

Erweitern Sie Ihr persönliches Spektrum Die Broschüre gibt einen Überblick über das aktuelle Programm an Spektrumanalysatoren von Rohde &



Schwarz und Advantest. Aufgeschlüsselt nach den Einsatzgebieten Mobilfunk, allgemeine HF-Anwendungen und Mikrowelle ermöglicht sie eine schnelle, anwendungsbezogene Modell-Vorauswahl anhand geeigneter Selektionskriterien.

Broschüre PD 0757.6785.11

Neue Applikationsschriften

IQWizard ist eine Software zum Laden von IQ-Signalen aus unterschiedlichen Dateiformaten sowie zum Messen von IQ-Signalen mit den Rohde & Schwarz-Analysatoren FSIQ (mit Option -B70), FSP oder FSU. Die gemessenen Daten können in verschiedenen gebräuchlichen Dateiformaten gespeichert werden, um sie später mit Werkzeugen wie MathCAD, MatLab oder ADS weiterzuverarbeiten. IQWizard verwendet eine TCP/IP-Schnittstelle, um die IQ-Daten über das Programm WinIQSIM in den AMIQ zu transferieren.

Application Note 1MA28

Swept Adjacent Channel Power Analysis an digitalen TV-Verstärkern Die Adjacent Channel Power Performance von Leistungsverstärkern in terrestrischen digitalen TV-Antennensystemen muss in dem weiten Frequenzbereich von 54 MHz bis 890 MHz gewährleistet sein. Das Messen dieser Vorgaben ist zeitaufwändig. Die Applikations-Software, die zusammen mit der Application Note erhältlich ist, misst die Nachbarkanalleistung nach FCC-Richtlinien über den gesamten Frequenzbereich besonders schnell, unter Verwendung der Signalgeneratoren AMIQ und SMIQ sowie der Analysatoren FSP/FSU oder FSE.

Application Note 1MA43

Die **Mesempfänger/Spektrumanalysatoren ESPI** von Rohde & Schwarz sind der neue Standard in der EMI-Precompliance-Klasse (Beitrag Seite 33).

Datenblatt PD 0757.6540.11

Switch Unit ZS127x Die HF-Schaltgerätefamilie ZS 127x ist eine kostengünstige und zuverlässige Lösung zum Verteilen von HF- und ZF-Signalen (Beitrag Seite 45).

Datenblatt PD 0757.6533.21 (nur englisch)

Antenna Control Unit GB 127x Es existieren zwei Typen: GB 127S (stationär) und der GB 127M (mobil), die mit weiteren Einheiten (Rotor-Steuerung, Antennen-Wahlschalter usw.) ausgestattet werden können (Beitrag Seite 45).

Datenblatt PD 0757.6656.21 (nur englisch)

EMC Test System TS9994 für die Entwicklung von Komponenten für Autos.

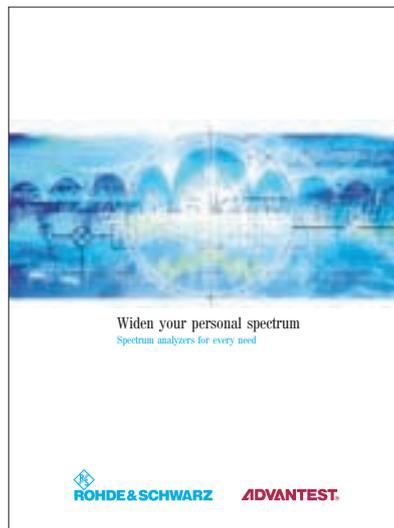
Flyer PD 0757.6591.21 (nur englisch)

Spektrumanalysator FSU Mit der Familie FSU bringt Rohde & Schwarz seine dritte Generation von High-End-Analysatoren auf den Markt. Sie ermöglichen Messungen, wie sie bisher mit Spektrumanalysatoren überhaupt nicht oder nur unzureichend möglich waren (Beitrag Seite 20)

Datenblatt PD 0757.6504.12

Monitoring Receiver ESMB Neuer Überwachungsempfänger von 9 kHz bis 3 GHz, für alle Bereiche der Funkerfassung nach ITU-R.

Datenblatt PD 0757.5808.11



Wie Sie bequem und blitzschnell an Informationen von Rohde&Schwarz herankommen

Geschwindigkeit zählt heute mehr denn je und Informationen für Entscheidungsprozesse sollten möglichst sofort zur Hand sein.

Rohde&Schwarz baut deshalb seine Internet-Seiten aus und aktualisiert sie ständig. Nicht zuletzt sorgt eine neu aufgebaute Online-Redaktion für tagesaktuelle Nachrichten (siehe „Kurz gemeldet“, Seite 38).

So kommen Sie jetzt wesentlich schneller als per Fax oder Post an das vielfältige Informationsmaterial heran: Datenblätter, Application Notes, Software und vieles mehr liegen zum Download bereit.

Wie das geht?

Einfach aufrufen

www.rohde-schwarz.com

Neben den üblichen Struktur- und Navigations-Elementen finden Sie oben in der Startseite eine Möglichkeit zur Suchworteingabe, (Volltext-Recherche), die Ihnen auf Knopfdruck den gesamten Datenbestand durchsucht und alle gefundenen Elemente anzeigt.

Ebenso schnell und einfach finden Sie auch die Adresse Ihrer nächstgelegenen Vertretung von Rohde&Schwarz: Über „Representatives“ auf der Homepage gelangen Sie zu einer Kontaktseite, aus der Sie nach Auswahl Ihres Landes aus einer Liste oder durch Klicken auf eine Karte sofort die gewünschte Adresse bekommen.

Nutzen Sie doch einfach den Internet-Service von Rohde&Schwarz!

KURZNACHRICHTEN | International

Rohde&Schwarz übernimmt Geschäftssegment Hardware-Verschlüsselung von Siemens

Die Rohde&Schwarz SIT GmbH hat zum 1. Mai 2001 das Geschäftssegment Hardware-Verschlüsselung des Siemens-Bereiches Information and Communication Mobile (ICM) übernommen.

Mit der Integration der Siemens Security-Spezialisten wird Rohde&Schwarz SIT zum führenden Anbieter für behördliche und kommerzielle Verschlüsselung in Deutschland und kann sein Produktspektrum mit zahlreichen Verschlüsselungslösungen abrunden.

Rohde&Schwarz SIT ist seit langem im Bereich Kommunikationssicherheit tätig. Mit der Übernahme der Produktabtei-

lung Informationssicherheit der Bosch Telecom GmbH im Jahre 1999 konnte das Unternehmen sein Know-how im Bereich IT-Sicherheit ausbauen. Aus dem selben Grund übernimmt Rohde&Schwarz SIT jetzt das Geschäftssegment Hardware-Verschlüsselung von Siemens: Die Verbreiterung der Know-how-Basis schafft die Grundlage für das weitere Wachstum und die Erschließung neuer Märkte. Siemens zieht sich aus diesem Spezialgeschäft zurück, um sich noch konsequenter auf sein Kerngeschäft der mobilen Kommunikation zu fokussieren.

„Die Übernahme ist für uns ein wichtiger Schritt hin zur Marktführerschaft in Deutschland bei professionellen Lösungen zur Kommunikationssicherheit,“ erklärt Henning Krieghoff, Geschäftsführer der Rohde&Schwarz SIT GmbH. „Die Bün-

delung der Kapazitäten beider Unternehmen bildet die Grundlage für das erfolgreiche Wachstum und eine Verbreiterung des Produktspektrums, insbesondere in den kommerziellen Markt hinein.“

Rohde&Schwarz erwirbt neues Werk in Tschechien von Tesla

Zum 1. Mai 2001 hat Rohde&Schwarz von der Firma Tesla Prag a. s. das Werk in Vimperk, Tschechien, mit 42 000 m² Werksgelände übernommen. Damit wird der hohen Auslastung der beiden Werke an den Standorten Memmingen und Teisnach durch die starke Nachfrage nach Kommunikations- und Messtechnik Rechnung getragen, die zu einem Auftrags-Boom geführt hatte.

Mit dem Erwerb dieser dritten Fertigungsstätte kann Rohde&

Schwarz die Produktion seiner High-Tech-Geräte langfristig sicherstellen. Bereits seit 1991 fertigt Tesla Vimperk maßgeblich für Rohde&Schwarz und konnte nicht zuletzt dadurch den Personalstand auf über 200 Mitarbeiter erhöhen. Alle Beschäftigten werden übernommen.

Für die nächste Zukunft ist bereits eine Modernisierung des Werkes geplant. Damit wird der hohe Qualitätsstandard auch weiterhin gewährleistet. Der Geschäftsführer des neuen Werkes, Johann Kraus, sieht der Entwicklung positiv entgegen: „Wir fertigen in Vimperk Teile und Baugruppen bis hin zu kompletten Geräten. Dank der außergewöhnlich erfolgreichen Umsatzentwicklung der Firmengruppe in den letzten Jahren bleibt die hohe Auslastung aller drei Werke gesichert.“

Monika Roth ▶

► **155 Fernsehsender für DVB-T-Fernsehnetz in Schweden**

Für die vierte Phase des Ausbaus des digitalen terrestrischen TV-Netzes in Schweden hat Rohde&Schwarz den Auftrag zur Lieferung von 40 Sendern des Typs NV 7000 erhalten. Damit war das Unternehmen als Hauptlieferant der Betreibergesellschaft Teracom an allen Aufbauphasen beteiligt und hat insgesamt über 155 Sender geliefert.

Mehr als 30 Sendestationen wurden seit Beginn des Netzaufbaus mit diesen Sendern aufgebaut. Ausschlaggebend für die Auswahl von Rohde&Schwarz als Hauptlieferant waren vor allem die moderne Technologie und das umfassende, platzsparende Gesamtkonzept.

Für jede Station wurden fünf Sender in ein „4+1“-Reservesystem konfiguriert. Dabei kommt die neu entwickelte „n+1“-Automatik GB 700 zum



Foto 43 392/5

Einsatz. Mit dieser flexiblen, hochintegrierten Lösung kann eine deutlich höhere Netzverfügbarkeit gewährleistet werden. Um den Forderungen nach minimalem Platzbedarf gerecht zu werden, hat Rohde&Schwarz auch Sonderlösungen konzipiert: So wurden beispielsweise zwei 200-W-Sender in einem Schrank geliefert. Erstmals wurde auch ein 3,4-kW-Sender mit acht Verstärkern in einem Rack konzipiert.

Neuheiten für die Mess- und Sendetechnik auf der IBC2001 in Amsterdam

Auf der diesjährigen Rundfunk-Fachmesse IBC, die vom 14. bis 18. September 2001 in Amsterdam stattfindet, ist Rohde&Schwarz in Halle 8 am Stand 271 vertreten.

Gezeigt werden neue Messtechnik-Lösungen sowie zahlreiche neue TV- und Hörfunk-Sender. So werden beispielsweise eine neue Low-Power-UHF-Senderfamilie für Digital- und Analog-Betrieb sowie neue DAB-Sender für das L-Band vorgestellt. Die neuen Messtechnik-Highlights sind der Test-Sender SFL, der Monitoring-Empfänger ETX sowie der DTV Recorder/Generator DVRG für SDI (Serial Digital Interface). Zusätzlich werden Data-Casting-Lösungen für DAB und DVB präsentiert.

Weltweit erstes abhörsicheres Mobiltelefon von Rohde & Schwarz

Die Schäden durch Wirtschaftsspionage gehen weltweit in die Milliarden. Für Unternehmen Grund genug, sich davor zu schützen. Doch auch Regierungsmitglieder, Behörden oder Banken und Versicherungen müssen die Vertraulichkeit ihrer Kommunikation sicherstellen. Zum Schutz vor Spionage bei der mobilen Kommunikation hat

Rohde & Schwarz SIT, ein Tochterunternehmen von Rohde & Schwarz, das erste abhörsichere Mobiltelefon auf den Markt gebracht.

Das TopSecGSM basiert auf einem handelsüblichen Siemens-Mobiltelefon, welches um ein Krypto-Modul ergänzt wurde. Per Tastendruck kann beim Wählen in den Krypto-Modus gewechselt und abhörsicher mobil telefoniert werden. Eine Kombination aus asymmetrischer 1024-Bit-Verschlüsselung mit einem symmetrischen 128-Bit-Algorithmus bietet höchste Sicherheit.

Zur verschlüsselten Übertragung benutzt das Gerät den Datenkanal von GSM. Zuerst wird die Gegenstelle – die auch ein TopSec-Mobiltelefon oder eine TopSec-Box für das Festnetz besitzen muss – zum Schlüsselaustausch kontaktiert. Dabei wird nach dem Zufallsprinzip bei jedem Gespräch aus 10^{38} Möglichkeiten ein 128-Bit-Schlüssel ermittelt, der wiederum nach einem 1024-Bit-Algorithmus verschlüsselt übertragen wird. Dieser Vorgang, der etwa 10 bis 15 Sekunden dauert, wird auch im Display beider Geräte angezeigt. Anschließend wird am gerufenen Gerät ein ankommender Ruf signalisiert – die abhörsichere Verbindung ist aufgebaut.

Das TopSecGSM arbeitet in den beiden GSM-Frequenzbereichen 900 MHz und 1800 MHz und ist ab sofort über den Rohde & Schwarz-Vertrieb erhältlich.

Roschi Rohde & Schwarz AG übernimmt Tektronix-Vertretung in der Schweiz

Die Roschi Rohde & Schwarz AG vertritt seit 1. Juni 2001 das Unternehmen Tektronix in der Schweiz. Damit kann das



Foto 43 756/3

Unternehmen seinen Kunden die ideale Ergänzung zum bisherigen Produktespektrum anbieten.

Tektronix und Rohde & Schwarz arbeiten bereits seit Jahren in den USA, Kanada und Mexiko im Bereich Messtechnik erfolgreich zusammen. Im Zuge der neuen Vertretung wird der Verkaufsleiter der schweizerischen Tektronix International AG in Zug, Erwin Schudel, bei Roschi Rohde & Schwarz AG in Ittigen die Verkaufsleitung des Bereiches Messtechnik und Testsysteme übernehmen.

„Durch die neue Allianz in der Schweiz profitieren unsere Kunden von einem großen, sich ideal ergänzenden Produktangebot“, erklärt Heinz Lutz, Geschäftsführer der Roschi Rohde & Schwarz AG. „Wir können nun ein breites Produkt- und Dienstleistungsangebot für alle Bereiche der elektronischen Messtechnik aus einer Hand bieten.“

Neue Niederlassung in Korea

Rohde&Schwarz hat jetzt auch eine eigene Niederlassung in Korea eröffnet. Das Unternehmen wandelte dazu die bisherige Vertretung Hana Technica, die Rohde&Schwarz seit 1990 in Korea repräsentiert, in die Rohde&Schwarz Korea Ltd. um. Die neu gegründete Firma, die von Sukwang Kim geleitet wird, hat die

gesamte Belegschaft der Hana Technica übernommen.

Rohde&Schwarz arbeitet seit vielen Jahren erfolgreich mit Hana Technica zusammen. In dieser Zeit wurde das Unternehmen zu einem angesehenen Anbieter von elektronischer Messtechnik und Kommunikationssystemen in Korea.

„Korea ist einer der weltgrößten Märkte für Produkte von Rohde & Schwarz und die koreanischen Hersteller sind weltweit aktiv,“ erklärt Geschäftsführer Friedrich Schwarz. „Mit der Gründung der Rohde&Schwarz Korea Ltd. können wir unsere Kunden vor Ort bei Entwicklung und Produktion unterstützen und ihnen so bestmögliche Hilfe bei Applikationen sowie Service und Kalibrierung bieten.“

„Rohde&Schwarz hat langjährige Kundenbeziehungen in Korea, die wir jetzt noch besser ausbauen können,“ ergänzt Sukwang Kim, Geschäftsführer der Rohde&Schwarz Korea Ltd. „Die Expansion der koreanischen Telekommunikations- und Medienbranche ist eine unserer zukünftigen Prioritäten: Hier sind wir mit den richtigen Produkten zur richtigen Zeit am richtigen Ort.“
Stefan Böttinger

Neue Vertriebsleiter bei Rohde&Schwarz

Sowohl an der Spitze als auch in gleich drei Regionen der Welt hat Rohde&Schwarz zum Beginn des neuen Geschäftsjahres (1. Juli 2001) den Vertrieb neu strukturiert: In Nord- und in Lateinamerika sowie in Europa wurden neue Vertriebsleiter eingesetzt.

Wulf-Dietrich Oertel (57) ist neuer weltweiter Leiter des Vertriebs- und Servicebereiches von Rohde&Schwarz. Er ist seit 1963 im Unternehmen tätig und übernahm bereits frühzeitig Vertriebsaufgaben. Neben dem Aufbau des Vertriebsnetzes in den Mittelmeerländern organisierte er den Direktvertrieb im Mittleren Osten sowie im Asien-Pazifik-Raum und gründete eigene Vertriebs-

gesellschaften in Europa. Oertel gehört den Boards of Directors zahlreicher Landesvertretungen an. In seiner neuen Position möchte er verstärkt dezentrale Vor-Ort-Kompetenz aufbauen, mit der sich Rohde&Schwarz gegenüber Mitbewerbern differenzieren und zusätzlich den Kunden einen Mehrwert anbieten kann.

Wolfgang Schmittseifer (45) ist zum Vertriebsleiter für Nordamerika, einem der bedeutendsten Wachstumsmärkte für Rohde&Schwarz, ernannt worden. Damit ist er für die Vertriebsaktivitäten des Unternehmens in den USA und Kanada sowie für die Kooperation mit den Vertriebspartnern Tektronix, Acrodyne und Honeywell verantwortlich. Im Fokus seiner Tätigkeit steht der

Ausbau der regionalen Vertriebs- und Servicestrukturen. Vor dieser Tätigkeit war Wolfgang Schmittseifer Geschäftsführer der australischen Niederlassung von Rohde&Schwarz.

Mit **Dr. Wolfgang Winter** (44) ernannt das Unternehmen einen neuen Vertriebsleiter für die Region Lateinamerika. In dieser neu geschaffenen Position ist er für den Auf- und Ausbau der dortigen regionalen Vertriebs- und Servicestrukturen verantwortlich. „Lateinamerika ist ein Kontinent mit hohem Potenzial und für Rohde & Schwarz ein wichtiger Zukunftsmarkt,“ erklärt Dr. Wolfgang Winter. „Unsere großen Key Accounts haben diese Region bereits für sich entdeckt. In den nächsten Jahren wird auch unser Unternehmen seine Prä-

senz in diesem Kontinent verstärken.“ Vorher war Dr. Wolfgang Winter bei Rohde & Schwarz als Vertriebsleiter Westeuropa tätig.

Neues auch in Europa: **Philippe Catherine** (48) ist ab 1. Juli 2001 hier neuer Vertriebsleiter von Rohde&Schwarz. Damit ist er für alle europäischen Vertriebsaktivitäten und Vertretungen des Herstellers von Kommunikations- und Messtechnik zuständig. Philippe Catherine ist seit acht Jahren im Unternehmen. Zuletzt leitete er die französische Niederlassung. Als neuer europäischer Vertriebsleiter möchte Philippe Catherine die Durchgängigkeit der Firmenpolitik der einzelnen Vertretungen verbessern und so Kundenzufriedenheit und Marktanteile erhöhen.



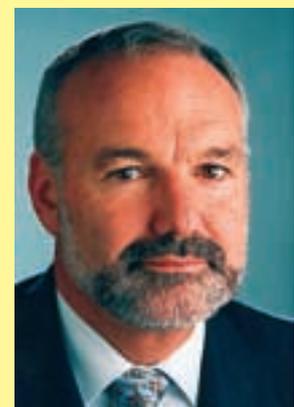
Oertel: „Durch dezentrale Vor-Ort-Kompetenzen können wir uns gegenüber unseren Mitbewerbern differenzieren“.



Schmittseifer: „Nordamerika einer unserer größten Wachstumsmärkte der Zukunft“.

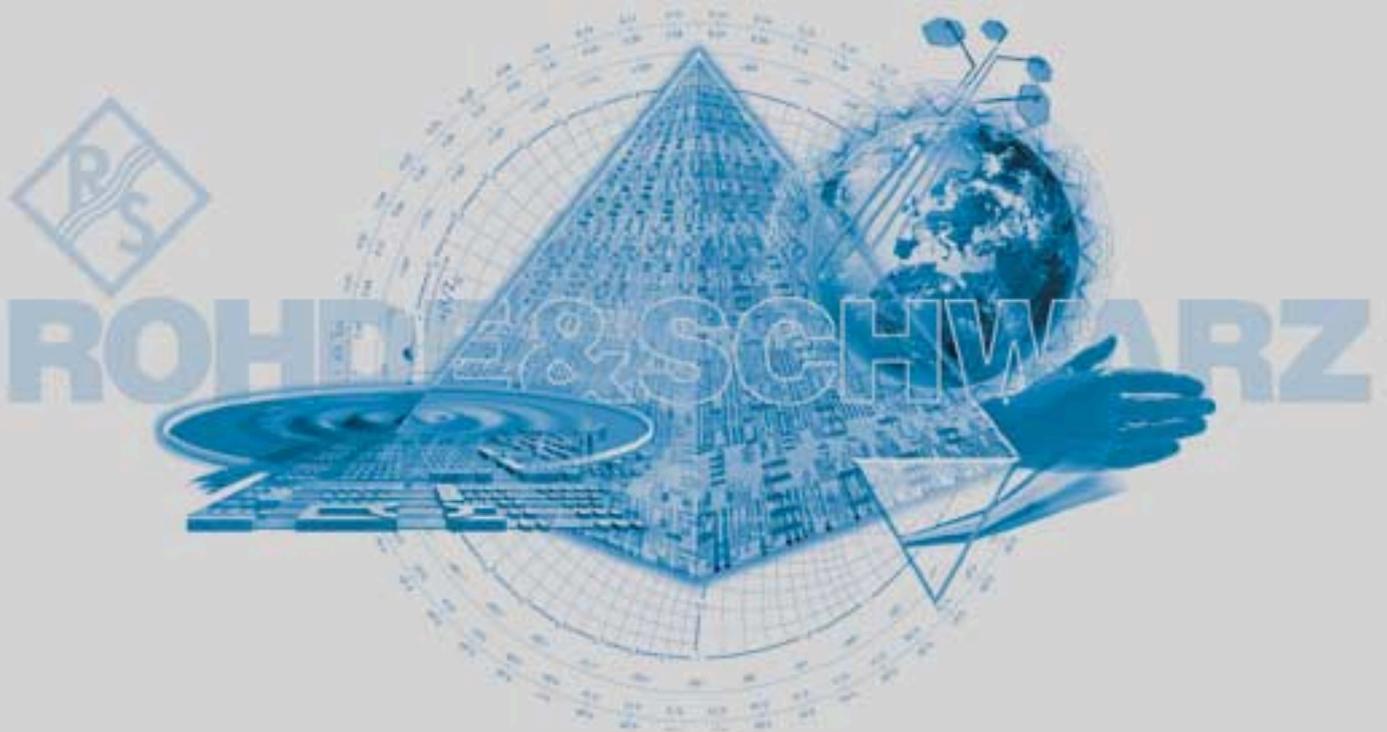


Dr. Winter: „Lateinamerika ist ein Kontinent mit hohem Potenzial“.



Catherine: „In Europa wollen wir unsere führende Marktposition weiter ausbauen“.

Besuchen Sie uns im Internet: www.rohde-schwarz.com



ROHDE & SCHWARZ

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG · Mühlendorfstraße 15 · 81671 München · Postfach 80 14 69 · 81614 München
Support Center: Tel. 018 05 12 42 42 · E-Mail: customersupport@rohde-schwarz.com · Fax (089) 41 29-137 77