

Neues von Rohde & Schwarz



Multimedia

Rohde & Schwarz ist dabei

Funkmeßtechnik

Neuheiten für den Mobiltelefontest

Flugsicherungsfunk

Jetzt RCMS und 8,33-kHz-Kanalraster

152



ROHDE & SCHWARZ

„Digitaler Rundfunk und Multimedia-Kommunikation“, so heißt unser Schlußbeitrag (Seite 57), und er spannt den weiten Bogen vom analogen Hörfunk und Fernsehen zum Digital Audio und Video Broadcasting mit seiner interaktiven Kommunikationsmöglichkeit. Das Titelbild soll einen Eindruck dieser Multimediawelt vermitteln. Zum Thema digitales Fernsehen weiter unsere Beiträge auf Seite 17 und 20.



Fachbeiträge

Michael Vohrer	Digital Radio Tester CTS55 All-in-one-Servicetester für GSM-, PCN- und PCS-Mobiltelefone	4
Josef Wolf	Spectrum Analyzer FSEM/FSEK Schnelle Spektralanalyse jetzt bis 40 GHz	7
Jon Pedersen	Kalibriersystem TS9099 Automatische Meßgerätekalibrierung nach ISO9000	10
Thomas Kneidel	Systemprozessor MERLIN GR2000 Leistungsstarker Prozessor trotz härtesten Einsatzbedingungen	12
Hans-Günther Klarl; Martin Keßler	Funkgeräte Serie 200 und 400U Innovationen beim Flugsicherungsfunk: RCMS und 8,33-kHz-Kanalraster	14
Christoph Balz; Ernst Polz; Walter Fischer	TV-Meßempfängerfamilie EFA Bestens gerüstet für's digitale Fernsehen	17
Michael Fischbacher; Harald Weigold	MPEG2-Generator DVG und MPEG2-Meßdecoder DVMD Meßtechnik für das digitale Fernsehen gemäß MPEG2	20
Rainer Steen; Johannes Steffens	100/200-W-DAB-Transistorsender NL5010/5020 Terrestrische L-Band-Versorgung mit digitalem Hörfunk	24
Walter Deschler; Gerhard Strauss	Fernsehsender-Meßsystem TS6140 Garant für höchste Signalqualität im Fernsehsendernetz	27
Franz Demmel; Raimund Wille	VHF-UHF-Peiler DDF190 Digitales Peilen von 20 bis 3000 MHz nach ITU-Richtlinien	30

Applikationen

Wilhelm Kraemer	EMV-Messungen bis 40 GHz mit dem Mikrowellen-Signalgenerator SMP	33
Tilman Betz	Hörgerätemessungen mit den Audioanalysatoren UPD und UPL	36
Thomas Maucksch	Qualitätstest an Mobiltelefonen mit Multiton-Audioanalyse im digitalen Funkmeßplatz CMD	38
Joachim Stegmaier	Maßgeschneiderte Anwendungen in der Industrieautomation mit Factory User Port zum Controller PSM	40
Günter Wicker; Gerhard Greubel	Schnelle adaptive Datenübertragung über Kurzwelle bis 5400 bit/s mit HF-Modem GM2100	42

Repetitorium

Peter Hatzold	Digitale Modulation im Mobilfunk (III)	44
---------------	--	----

Software

Dr. Hans Waibel; Peter Maurer	PropWiz, ein Windows-Programm zur Prognose von Kurzwellen-Funkverbindungen	46
----------------------------------	--	----

Panorama

Werner Mittermaier	Digital Radiocommunication Tester CMD55 mit erweiterten Meßfunktionen	48
Andreas Schneider	ACCESSNET® – eine Kommunikationslösung für Rußland	49
Klaus Wunderlich; Peter Busch	Rohde & Schwarz-Meßtechnik im EMV-Prüfzentrum der Technischen Überwachung Hessen	51
Jacques Stellamans	SNCB setzt R&S-Meßsystem zur Planung und Qualitätssicherung des belgischen Zugfunknetzes ein.	52

Rubriken

	Referenz: EMV-Systemlösungen	29
Marcus Gloger; Peter Riedel	Meßtip: Optimierung von Wireless-Local-Loop-Systemen	35
Klaus Danzeisen	Patent: Frequenzselektives Messen und Darstellen frequenzabhängiger Meßparameter	47
	Druckschriften	53
	Kurznachrichten	54
	In memoriam Dr. Rohde	55
	Presse-Echo	56
Paul Dambacher	Schlußbeitrag: Digitaler Rundfunk und Multimedia-Kommunikation	57

Die Zukunft des Hörfunks ist digital – und Rohde & Schwarz ist der perfekte Partner. Das neueste Mitglied in der Familie der DAB-Sender ist der 100/200-W-Transistorsender NL5010/NL5020 für das L-Band (Seite 24).



Impressum

Herausgeber: ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG Mühlendorfstraße 15 D-81671 München
 Telefon (0 89) 41 29-0 · Telefax (0 89) 41 29-32 08 · Redaktion: Hedda Wegener und Gerd Sönnichsen
 Telefon (0 89) 41 29-12 88 · Fotos: Stefan Huber · Grafik: Nike Hofmann · Auflage deutsch, englisch und
 französisch 100 000 · Erscheinungsweise: dreimal pro Jahr · ISSN 0548-3093 · Bezug kostenlos bei An-
 gabe der Firmenzugehörigkeit oder Tätigkeit über Ihre nächstgelegene Rohde & Schwarz-Vertretung · Printed
 in Germany by peschke druck, München · Nachdruck mit Quellenangabe und gegen Beleg gern gestattet.

Digital Radio Tester CTS55

All-in-one-Servicetester für GSM-, PCN- und PCS-Mobiltelefone

Mit dem Digital Radio Tester CTS55 offeriert Rohde & Schwarz einen preisgünstigen Kompaktmeßplatz für alle Service-, Wartungs- und Reparaturaufgaben an GSM-, PCN-, und PCS-Mobilfunkgeräten in nur einem Gerät und schlägt damit die Brücke zwischen reinem Go/NoGo-Test und anspruchsvoller GSM-Meßtechnik.

für einen kombinierten Einsatz in allen Service-Sparten von der einfachen Funktionskontrolle bis hin zum Reparaturbereich. Sein Farbdisplay mit ungewöhnlich hoher Brillanz und Auflösung macht den Umgang mit dem CTS55 besonders reizvoll und demonstriert seine Stärken vor allem bei der grafischen Ergebnisdarstellung.

Bereits der schnelle Funktionstest des CTS55 – aufrufbar durch einfachen



BILD 1 Der Digital Radio Tester CTS55 bietet schnellen Funktionstest in Kombination mit tiefergehender Messung von Mobilfunkgeräten der Standards GSM, PCN und PCS. Foto 42 434

BILD 2 Im Autotest prüft der CTS55 vollautomatisch alle Mobiltelefoneigenschaften auf verschiedenen HF-Kanälen und zeigt die Funktion wahlweise als OK beziehungsweise Nicht OK oder numerisch mit Hinweisen auf eventuelle Toleranzüberschreitungen an.

Tastendruck – liefert alle wesentlichen Eigenschaften des Mobiltelefons auf unterschiedlichen HF-Kanälen, und zwar bietet er in seiner einfachsten Form neben der OK- oder Nicht-OK-Anzeige

Der Digital Radio Tester CTS55 (BILD 1) stellt eine Synthese aus schnellem Funktionstest und klassischer Meßtechnik für GSM-Mobilfunkgeräte der Systeme GSM900, DCS1800 (PCN) und DCS1900 (PCS) dar. Er verbindet auf ideale Weise die GSM/DCS-Meßeigenschaften der Go/NoGo-Tester CTD [1] mit der Prüftiefe der Digital Radiocommunication Tester CMD [2; 3]

Autotest Mobile XYZ				GSM	
OK/NOK	K 1	40	K 2	80	
Leistung1	OK		OK		
Leistung2	OK		OK		
Leistung3	OK		OK		
RxLev	OK		OK		
RxQual	OK		OK		
Phase RMS	OK		OK		
PhasePeak	OK		OK		
Freq	OK		OK		
Rampe	OK		OK		
RBER II	OK		OK		
RBER Ib	OK		OK		
FER	OK		OK		
Rufnr.				0049123456789	

Autotest Mobile XYZ				GSM	
Werte	K 1	40	K 2	80	
Leistung1	13.5		13.5		
Leistung2	19.8		23.6		
Leistung3	27.0		32.5		
RxLev	-102.0		-102.0		
RxQual	0.2		0.2		
Phase RMS	2.7		2.6		
PhasePeak	-0.2		1.2		
Freq	19.0		-1.0		
Rampe	OK		OK		
RBER II	0.4		0.4		
RBER Ib	0.0		0.0		
FER	0.0		aktiv		
Rufnr.				0049123456789	

des jeweiligen Meßparameters und einer Gesamtbewertung zusätzlich wahlweise die Meßergebnisse auch in numerischer Form, ebenfalls mit Indikation einer eventuellen Meßwertüberschreitung (BILD 2). Ein digitaler Signalprozessor dient zur Bestimmung des Leistungsverlaufs über der Zeit (Leistungsrampe), des Phasen- und Frequenzfehlers sowie der Bit-Error-Rate in einer zum Digital Radiocommunication Tester CMD ähnlichen Form erhältlich. Diese Funktionen sind nicht nur während des automatischen Meßablaufs aufrufbar, sondern stehen zusammen mit den anderen Meßmöglichkeiten auch in der klassischen Handbedienung zur Verfügung. Mit dieser zweiten Betriebsart wird der CTS55 allen Ansprüchen an einen Reparaturmeßplatz mit hoher Flexibilität gerecht. Neben den unterschiedlichsten digitalen Meßwertanzeigen in praxisgerechter Form (BILD 3) ist bei den relevanten Meßgrößen – etwa bei der Leistungsrampe oder dem Phasenfehler – auf Tastendruck auch eine grafische Darstellung wählbar. Hierbei kann man für tiefergehende Analysen zusätzlich Zoom-Funktionen aktivieren, die Abnormitäten einfach interpretierbar machen und damit den Service erleichtern.

Im einzelnen verfügt der CTS55 für eine schnelle Überprüfung beziehungsweise eine tiefgehende Analyse der Mobilfunkgeräte über folgende **Test- und Meßmöglichkeiten**:

- Synchronisation der Mobiltelefone mit der Basisstation (simuliert durch den CTS55),
- Registrierung (Location-Update),
- Verbindungsaufbau kommend und gehend,
- Verbindungsabbruch kommend und gehend,
- Steuerung und Messung der Sendeleistung,
- Handover (Kanalwechsel),
- Messung der Spitzenleistung,
- Empfindlichkeitsmessung (RX-Qual, RX-Lev),
- Funktionstest der Tastatur durch Anzeige der Rufnummer,

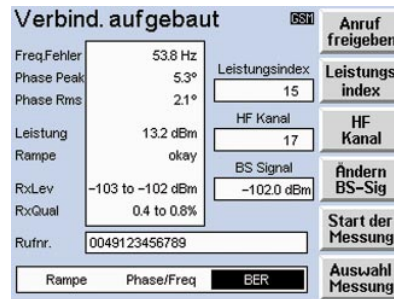


BILD 3 Im Handbetrieb stellt der CTS55 alle interessierenden Meßwerte inklusive der Meßparameter gleichzeitig auf seinem Display dar.

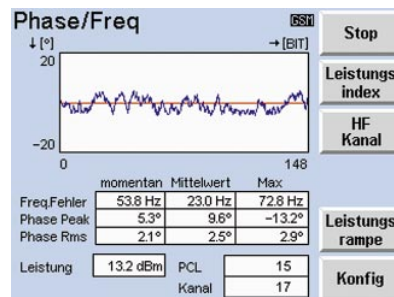


BILD 4 Der Phasen-/Frequenzverlauf und die numerische Anzeige des jeweils aktuellen Wertes, des Mittelwertes und des Maximalwertes geben Aufschluß über die Modulationseigenschaften des Mobiltelefons.

- Anzeige von IMSI (International Mobile Subscriber Identity) und IMEI (International Mobile Equipment Identity),
- Echo-Test,
- Bit-Error-Rate- und Frame-Error-Rate-Messung,
- Phasenfehlermessung,
- Frequenzfehlermessung,
- Messung der Leistung über der Zeit.

Im schnellen Funktions- oder Go/NoGo-Test mißt der CTS55 sämtliche Parameter des Funktelefons auf beliebigen wählbaren HF-Kanälen und zeigt die Funktion in Form von Einzelbewertungen und einer Gesamtbewertung zwei-

felsfrei an. Auf Wunsch wird mit einem angeschlossenen Drucker ein Meßprotokoll als Hinweis für erforderliche Reparaturen oder auch nur zur Dokumentation erstellt. In der klassischen Handbedienung sind alle Messungen gezielt mit repetierender Meßwertanzeige aufrufbar, was im Reparaturfall die Fehlersuche erleichtert und Abgleiche zuläßt. Speziell die grafische Anzeige des Phasen- und Frequenzfehlers (BILD 4) sowie der Leistungsrampe (BILD 5) liefert ein umfassendes Bild des Senders und läßt Fehlerursachen leicht erkennen. Die gleichzeitige Anzeige der verschiedenen Bit-Error-Raten und der Frame-Error-Rate mit frei wählbarer Meßdauer erlaubt einen vergleichbar tiefen Einblick in die Empfangseigenschaften (BILD 6).

Die **Bedienung** des Digital Radio Testers CTS55 gestaltet sich mit nur sechs Softkeys und jeweils eindeutiger Beschriftung am Bildschirm besonders einfach. Eine ausgeklügelte Menü-Struktur führt den Anwender fast automatisch zur Lösung der Meßaufgabe und verhindert durch die Mehrsprachigkeit der Benutzeroberfläche (englisch, deutsch, französisch, italienisch, holländisch, spanisch) Fehlinterpretationen und Fehlbedienungen. Die Steuerung des Meßplatzes einschließlich Meßaufrufen und Meßparameterwahl erfolgt über die Softkeys mit jeweils direktem Zugriff; zusätzlich ist eine ASCII-Tastatur anschließbar. Im automatischen Meßablauf kann im Bedarfsfall – beispielsweise bei Toleranzüberschreitungen – für ergänzende Detailuntersuchungen in den Grafik-Betrieb gewechselt werden.

Aufgebaut ist der Digital Radio Tester CTS55 als **Mini-Basisstation** mit voneinander unabhängigen Sende- und Empfangskanälen und Echtzeit-Signalisierung für den Organisationskanal (BCCH) und den Verkehrskanal (TCH). Mehrere Prozessoren übernehmen die Generierung und Auswertung der Meßsignale oder dienen beim Echotest der Reflexion mit Zeitversatz von in das Mikrofon gesprochenen Worten zum Lautsprecher des Mobiltelefons.

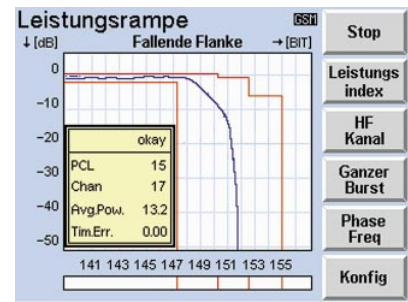
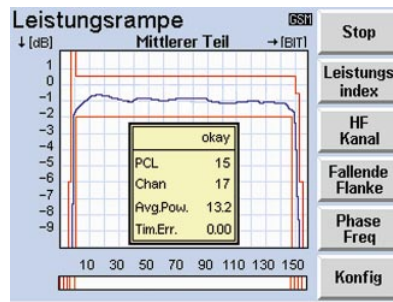
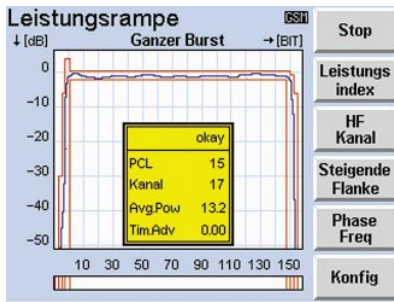


BILD 5 Die Leistungsrampe mit eingblendetem Toleranzfenster läßt Abweichungen vom Sollverlauf leicht erkennen.

Der Digital Tester CTS55 mißt alle für eine ordnungsgemäße Funktion des Telefons relevanten Parameter. Neben einer Leistungs-Stufenmessung ermittelt er zusätzlich den Phasen- und Frequenzfehler und den Leistungsverlauf

- kleiner HF-Abschirmkoffer (CTD-Z10) für die Meßobjekte zur Vermeidung von Meßwert-Beeinflussungen durch lokale GSM-, PCN- oder PCS-Netze speziell bei Bitfehlerraten-Messungen,
- Test-SIM (Subscriber Identity Module) zur Inbetriebnahme des Mobiltelefons auch ohne Kundenkarte (CRT-Z2).

Mit seiner Funktionenvielfalt, dem geringen Gewicht von noch nicht einmal 8 kg sowie den geringen Abmessungen und der einfachen Bedienbarkeit erstreckt sich das Anwendungsspektrum des CTS55 vom Einsatz als Verkaufshilfe für Mobiltelefone bis hin zum Reparaturmeßplatz im Service oder in der Produktion. Nicht zuletzt trägt sein außergewöhnlich günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis dazu bei, daß der Digital Radio Tester CTS55 als die derzeit interessanteste Lösung für Service-Aufgaben im GSM/PCN/PCS-Telefonbereich gilt.

Michael Vohrer

LITERATUR

- [1] Vohrer, M.: GSM Go/NoGo Tester CTD52 – Die kleinste „Basisstation“ der Welt zum Test von GSM-Mobiltelefonen. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 147, S. 4–6.
- [2] Mittermaier, W.: Modultest mit Digital Radio-communication Tester CMD52/55. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 149, S. 36–37.
- [3] Vohrer, M.: Low-Cost-Servicemeßplätze CMD50/53 für GSM/PCN/PCS-Mobilfunkgeräte. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 150, S. 54–55.

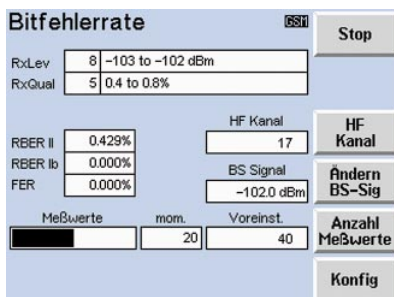


BILD 6 Beim Empfänger-test zeigt der CTS55 gleichzeitig die relevanten Bit-Error-Raten (RBER II und RBER Ib) und die Frame-Error-Rate (FER) sowie zur Kontrolle die vom Mobiltelefon zurückgesendeten RX-Qual- und RX-Lev-Werte an.

über der Zeit sowie die diversen Bit-Error-Raten mit Frame-Error-Rate. Weiter sind noch **Optionen und Ergänzungen** erhältlich, die den Meßkomfort und die Meßgenauigkeit des CTS55 erhöhen:

- OCXO-Referenzoszillator für erhöhte Genauigkeit aller frequenzbezogenen Meßparameter (CTS-B1),

Kurzdaten Digital Radio Tester CTS55

Meßobjekte	GSM-, PCN- (DCS1800-), PCS- (DCS1900-)Mobiltelefone
Betriebsarten	Handbetrieb und vollautomatischer Meßablauf mit Druckerprotokoll
Funktionen	Synchronisation, Registrierung, Verbindungsaufbau, Verbindungsabbau, Kanalwechsel, Leistungswechsel, Echotest
Meßmöglichkeiten	Empfindlichkeit (RX Lev, RX Qual), Leistung, Leistungsrampe, Frequenzfehler, Phasenfehler, BER (RBER II, RBER Ib), FER, IMSI, IMEI

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/01

Spectrum Analyzer FSEM/FSEK

Schnelle Spektralanalyse jetzt bis 40 GHz

Die Analysatorfamilie FSE hat Nachwuchs bekommen. Mit dem Spectrum Analyzer FSEM erschließt Rohde & Schwarz jetzt den Mikrowellenbereich bis 26,5 GHz und mit dem FSEK erstmalig den Bereich bis 40 GHz. Die Option Vektorsignalanalyse gestattet als Weltneuheit die Modulationsanalyse digital modulierter Signale bis zu diesen Frequenzen in einem Gerät. Die Maßstäbe in puncto Meßgeschwindigkeit, Präzision, Dynamik und spektraler Reinheit, die die FSE-Geschwister im HF-Bereich setzen, gelten selbstverständlich auch für die jüngsten Familienmitglieder im Mikrowellenbereich.

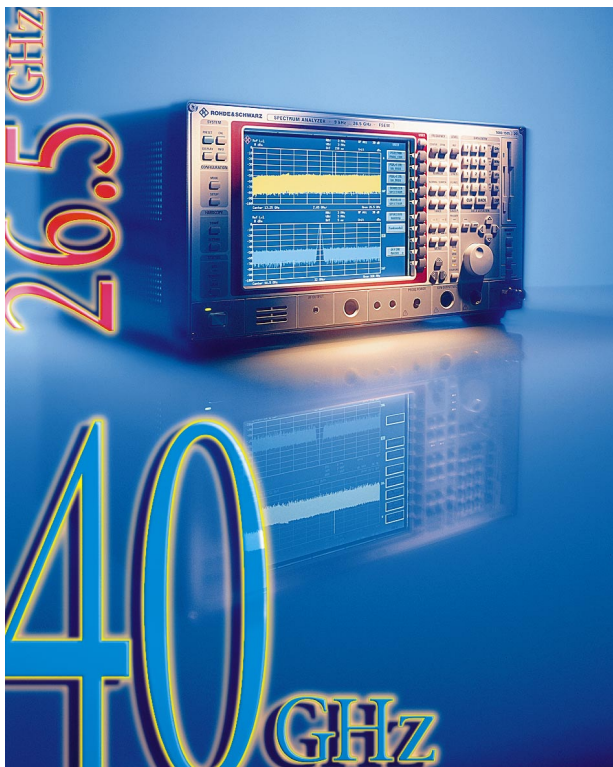


BILD 1 Spectrum Analyzer FSEM bis 26,5 GHz und FSEK bis 40 GHz. Foto 42 573

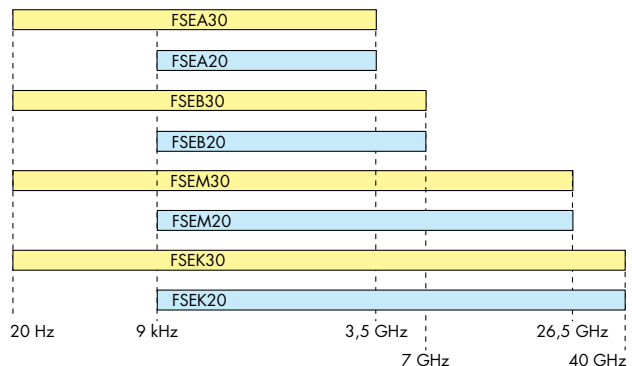
Vermehrtes Kommunikationsaufkommen und ein bereits dicht belegtes Frequenzspektrum im unteren Frequenzbereich führen zu einem Ausweichen auf immer höhere Frequenzen. Mit dem Übergang von reiner Sprach- oder Datenübertragung zur digitalen Bildübertragung wird dabei der Bandbreitenbedarf pro Kanal immer größer und das Spektrum immer dichter belegt. Für die Meßtechnik folgt aus diesen Trends die Forderung nach höheren Frequenzgrenzen bei Eigenschaften, die bislang nur im unteren Frequenzbereich not-

wendig waren. Mit zwei neuen Mitgliedern der Spektralanalysatorfami-

lie FSE [1; 2] – dem FSEM und dem FSEK (BILD 1) – trägt Rohde & Schwarz diesem Trend Rechnung. Die FSE-Familie besteht damit aus acht Modellen, die sich in der Performance und im Frequenzbereich unterscheiden (BILD 2). Die obere Frequenzgrenze der FSEM-Modelle ist 26,5 GHz (Overrange-Bereich bis 27 GHz), die der FSEK-Modelle 40 GHz. Die Performance der Modelle 20 entspricht der gehobenen Mittelklasse, die Modelle 30 sind absolute Top-Geräte.

Dichte Belegung des Spektrums stellt erhebliche Forderungen an die Sender und Empfänger eines Übertragungssystems. Die benachbarten Übertragungskanäle und andere Funkdienste dürfen nicht gestört werden. Benachbarte Übertragungskanäle können vor allem durch das Modulationsspektrum und durch Intermodulation am Sender, andere Funkdienste durch Nebenausstrahlungen – vor allem Oberwellen – des Senders gestört werden. Diese spektralen Eigenschaften sind für alle Übertragungssysteme mit meist sehr hohen Forderungen spezifiziert. Zum Nachweis der Eigenschaften – sei es in der Entwicklung, in der Produktion oder im Service – ist daher ein Spektralanalysator mit entsprechenden Eigenschaften notwendig. Nicht ausreichend gute Eigenschaften des Meßgerätes, beispielsweise zu geringe Dynamik, können zwar oft durch externe Geräte wie Vorverstärker und schaltbare Filter kompensiert werden, führen jedoch immer zu Zusatzkosten (zusätzliche Hardware und längere Prüfzeit) und enthalten ein höheres Risiko für Fehlmessungen.

BILD 2 Frequenzbereich der acht FSE-Modelle.



Dynamik

Die Dynamik ist eines der Kernmerkmale eines Spektrumanalysators. In ihr sind verschiedene Eigenschaften wie Empfindlichkeit, maximale Aussteuerung (1-dB-Kompression), Intermodulationsfestigkeit, Phasenrauschen und Anzeigebereich zusammengefaßt. In allen genannten Parametern bieten auch die Mikrowellenanalysatoren FSEM und FSEK der FSE-Familie exzellente Eigenschaften.

Grundvoraussetzung für eine hohe Dynamik ist eine hohe **Empfindlichkeit**, damit auch kleine Signale analysiert werden können. Um ihre hohe Empfindlichkeit zu erreichen, arbeiten der FSEM und der FSEK bis 26,5 GHz Eingangsfrequenz mit Grundwellenmischung, das heißt, der Eingangsmischer verwendet die Grundwelle des ersten Überlagerungsoszillators zur Umsetzung des Eingangssignals in die erste Zwischenfrequenz. Damit erreicht der Mischer die niedrigste Umsetzdämpfung, die wiederum direkt in das Rauschmaß eingeht (BILD 3). Erst ab

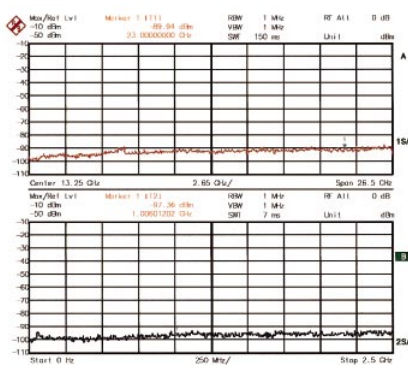


BILD 3 Rauschanzeige des FSEM über den gesamten Frequenzbereich, gemessen mit 1 MHz Bandbreite (oben), sowie in dem für Funkübertragung wichtigen Bereich bis 2,5 GHz.

26,5 GHz mischt der FSEK mit der dritten Oberwelle des Überlagerungsoszillators. Die meisten Spektrumanalysatoren verwenden die Oberwellenmischung bereits ab Frequenzen deutlich unter 10 GHz (6 bis 8 GHz). Ober-

wellen von Signalen können damit aufgrund der verringerten Empfindlichkeit unter Umständen nicht mehr detektiert werden. Ein externer Vorverstärker und ein Hochpaß zur Dämpfung der Grundwelle sind dann notwendig. Dazu bringt das niedrigere Eigenrauschen auch einen Geschwindigkeitsvorteil: Um im Vergleich zu unempfindlicheren Spektrumanalysatoren gleiche Rauschanzeige zu erreichen, kann man ein breiteres Auflösfilter wählen. Doppelte Bandbreite resultiert in einer um 3 dB höheren Rauschanzeige, erlaubt aber vierfache Sweep-Geschwindigkeit – ein erheblicher Zeitgewinn und damit eine Kostenreduktion beispielsweise in der Produktion.

Neben der Empfindlichkeit ist das **Großsignalverhalten** wichtig für die Dynamik, sei es die 1-dB-Kompression, der intermodulationsfreie Bereich oder der Oberwellenabstand. In allen drei Parametern erreichen die Mikrowellenanalysatoren FSEM und FSEK die hervorragenden Eigenschaften der niederfrequenten Analysatoren FSEA und FSEB. Die 1-dB-Kompression des HF-Eingangs von +10 dBm erlaubt die Messung von sehr kleinen Signalen bei Vorhandensein hoher Signalpegel, ohne daß das kleine Signal beeinträchtigt wird. Der Signalzweig bis zu den ZF-Filtern kann 15 dB über Referenzpegel übersteuert werden. Übersteuerungsanzeigen warnen den Anwender im Fall eines zu starken Eingangssignals – auch bei automatischem Betrieb am Rechner. Dies erspart zum Beispiel bei Nebenwellenmessungen Notch-Filter auf der Sendefrequenz und trägt erheblich zur Vereinfachung des Meßaufbaus bei. Der Intercept-Punkt dritter Ordnung von +15 dBm führt in Verbindung mit 10 Hz Auflösbandbreite zu einem intermodulationsfreien Bereich von mehr als 100 dB. Das bedeutet: Bei mehreren großen HF-Signalen zum Beispiel an der Antennenbuchse einer Mobilfunk-Basisstation können Signale mit bis zu 100 dB Pegelunterschied noch gemessen werden, ohne daß Notch-Filter zur Unterdrückung der hohen Pegel gebraucht werden.

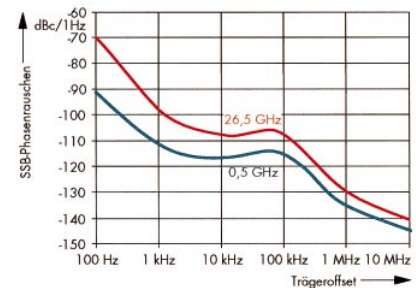


BILD 4 Einseitenband-Phasenrauschen des FSEM und FSEK bei 500 MHz und 26,5 GHz Eingangsfrequenz.

Vor allem, wenn die Nebenausstrahlungen in benachbarte Kanäle zu messen sind, ist das Phasenrauschen der internen Oszillatoren bestimmend für die Meßdynamik. Zu hohes Phasenrauschen überdeckt kleine Signale oder die Spektralanteile im Nachbarkanal. Die Spektrumanalysatoren der FSE-Familie setzen auch hier Maßstäbe (BILD 4). Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang neben den niedrigen Werten für das Phasenrauschen in Trägersnähe der Abfall bis 10 MHz auf mehr als 140 dBc pro 1 Hz Meßbandbreite. Selbst Phasenrauschmessungen an Oszillatoren für Sende- oder Empfangseinrichtungen sind damit mit ausreichender Dynamik möglich – ein unschätzbare Vorteil bei der Geschwindigkeit und Handhabbarkeit im Vergleich zu Anordnungen für Phasenrauschmessungen.

Präzision

In puncto Präzision weisen die Mikrowellenanalysatoren FSEM und FSEK wie ihre Geschwister im HF-Bereich bisher nicht erreichte Eigenschaften auf. Damit sind die Frequenzgenauigkeit, die Pegelmeßgenauigkeit und die Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse angesprochen.

Auch bei großen Frequenzdarstellbereichen wird die **Frequenzgenauigkeit** durch einen Sweep erreicht, bei dem an jeder Frequenz der erste Umsetzoszillator an die interne oder externe Referenz angebunden ist. Die meisten Spektrumanalysatoren verwenden be-

reits bei relativ kleinen Darstellbereichen, etwa ab 5 MHz, einen freilaufenden, durch eine analoge Sägezahnspannung abgestimmten YIG-Oszillator. Die Nichtlinearität der YIG-Abstimmkennlinie wirkt sich direkt auf die Frequenzgenauigkeit aus. Nicht so bei der FSE-Familie. Auch bei maximalem Darstellbereich bis 27 oder 40 GHz ist der Abstimmoszillator bei jeder Frequenz quartzgenau – und das auch bei der minimalen Sweep-Zeit von 5 ms. Mit dem Marker gekennzeichnete Frequenzlinien können ohne Zwischenschritte direkt mit hoher Auflösung dargestellt werden – in Split-Screen-Darstellung auch gleichzeitig in einem zweiten Meßfenster.

Die **Pegelmeßgenauigkeit** ist wie beim FSEA und FSEB auch bei den Mikrowellenanalysatoren sehr hoch (BILD 5).

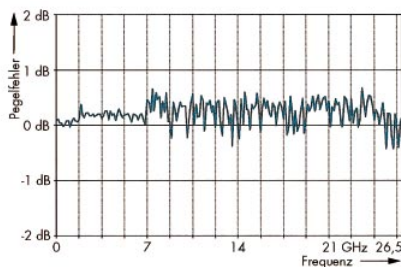


BILD 5 Frequenzgang des FSEM bis 26,5 GHz (ohne Korrektur durch die Peaking-Funktion).

Auch bei ihnen übernimmt Rohde & Schwarz die Garantie, daß ein maximaler Gesamtpegelfehler nicht überschritten wird – eine Einzigartigkeit bei Spektrumanalysatoren. Der Gesamtfehler liegt zwischen nur 1 dB (bis 1 GHz) und 3,5 dB (bei 40 GHz) im gesamten Temperaturbereich. Sehr enge Fertigungstoleranzen und interne Kalibrier-routinen für die Absolutverstärkung, die Auflösungfilter (Bandbreite und Verstärkung) und die Logarithmiekennlinie in Verbindung mit individuell auf den verschiedenen Baugruppen abgelegten Korrekturdaten für den Frequenzgang, zum Beispiel der Eichleitung, der YIG-Vorselektion und des Frontends, erlauben erstmals diese Garantie. Die garantierte Pegelmeßgenauigkeit erspart

dem Anwender oft eine aufwendige Korrektur, beispielsweise mit einem zusätzlichen Leistungsmesser, gibt Meßsicherheit und läßt dem Meßobjekt die Toleranzen, anstatt sie durch das Meßgerät auszunutzen.

Die weitgehend digitale Realisierung der Signalverarbeitung, angefangen bei den Auflösungfiltern von 1 Hz bis 1 kHz, über die Detektoren bis zum immer vollsynchrone Sweep gewährleistet eine gute **Reproduzierbarkeit** von Messungen. Temperatur- und Alterungseinflüsse spielen dabei keine Rolle mehr. Weiter ist erwähnenswert, daß die Meßfehlereliminierung nicht durch Hintergrundkalibrierung während des Betriebs erreicht wird, sondern nur auf Veranlassung des Benutzers; unliebsame Überraschungen durch eine automatisch ausgelöste Kalibrieroutine bleiben ihm damit erspart.

Geschwindigkeit

Zeit ist einer der wichtigsten Kostenfaktoren, sei es in der Entwicklung, wo es gilt, Produkte schnell auf den Markt zu bringen, oder in der Produktion, wo Produkte mit hohem Durchsatz und damit kostengünstig zu fertigen sind. Auch der FSEM und der FSEK setzen hier Maßstäbe in vielerlei Hinsicht und helfen dem Anwender, durch Einsparung von Zeit Kosten zu reduzieren und damit wettbewerbsfähiger zu werden: Der schnelle Synthesizer erlaubt eine minimale Sweep-Zeit von 5 ms bis 7 GHz und 150 ms über den kompletten Fre-

quenzbereich bei voller Pegelmeßgenauigkeit. Mit 25 Bildern pro Sekunde können Vorgänge praktisch in Echtzeit betrachtet werden. Manuelle Abgleichvorgänge können mit „analogem Feeling“ durchgeführt werden. Der 20-MHz-A/D-Wandler gestattet auch die Darstellung kurzzeitiger Signale mit hoher Auflösung (100 ns/Div.). Die maximale Bandbreite von 10 MHz tut das ihre dazu. Die hohe Rechenleistung (586er PC mit 133 MHz Taktfrequenz, Transputer-Netzwerk und DSPs) führt zu sehr schnellen Reaktionszeiten und Meßwertausgaben am IEC-Bus selbst bei komplexen Funktionen wie Phasenrauschmessung, Messung der Leistung oder der Nachbarkanalleistung, auch in mehreren Kanälen gleichzeitig.

Die Mikrowellenanalysatoren FSEM und FSEK sind selbstverständlich mit den gleichen Optionen wie die HF-Analysatoren zu applikationsspezifischen Komplettlösungen ausbaubar. Besonders erwähnenswert ist dabei die Option Vektorsignalanalyse FSE-B7 [2], mit der weltweit erstmals Modulationsanalyse an digital oder analog modulierten Signalen auch im Mikrowellenbereich mit einem Gerät möglich ist.

Josef Wolf

LITERATUR

- [1] Wolf, J.: Spectrum Analyzer FSEA/FSEB – Neue Dimensionen in der Spektralanalyse. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 148, S. 4–8.
- [2] Wolf, J.: Spectrum Analyzer FSE mit Option FSE-B7 – Vektorsignalanalyse, unverzichtbar im digitalen Mobilfunk. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 150, S. 19–21.

Kurzdaten Spectrum Analyzer FSEM/FSEK

Frequenzbereich	20 Hz/9 kHz ... 26,5/40 GHz
Amplitudenmeßbereich	–152/–142 ... 30 dBm
Amplitudendarstellbereich	10...200 dB, 10-dB-Schritte, linear
Amplitudenmeßfehler	<1 dB (bis 1 GHz), <1,5 dB (1...7 GHz), <2 dB (7...18 GHz), <2,5 dB (18...26,5 GHz), <3,5 dB (26,5...40 GHz)
Auflösebandbreiten	1 Hz/10 Hz...10 MHz, Stufung 1/2/3/5
Kalibrierung	Amplitude, Bandbreiten, Gleichrichterkennlinie
Darstellung	24 cm (9,5") Farb- oder S/W-TFT-LC-Display, VGA-Auflösung
Fernsteuerung	IEC625-2 (SCPI 1994.0) oder RS-232-C

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/02

Kalibriersystem TS9099

Automatische Meßgerätekalibrierung nach ISO9000

Für die schnelle und ISO9000-konforme Kalibrierung verschiedenster HF-Meßgeräte hat Rohde & Schwarz den leistungsstarken Universalkalibrator TS9099 entwickelt. Das System ist ganz besonders für Signalgeneratoren, Meßempfänger und Sprechfunkmeßplätze im Frequenzbereich bis 2 GHz ausgelegt. Eine Erweiterung des Frequenzbereichs ist jederzeit möglich.

TS9099 auch an beim Kunden bereits vorhandene Normalfrequenzstandards angeschlossen werden. Sämtliche Meßgeräte des Kalibriersystems sind so ausgewählt, daß die zu kalibrierenden Parameter der Prüflinge in den entsprechenden Bereichen mit der vorgeschriebenen Meßgenauigkeit bestimmt werden können.

Das System-Panel ist ein elementarer Bestandteil des automatischen Systems; es dient einerseits zur mechanischen



BILD 1 Kalibriersystem TS9099 für Signalgeneratoren, Meßempfänger, Sprechfunkmeßplätze und ähnliche Geräte. Foto 42 188

Systemarchitektur

Das Kalibriersystem TS9099 (BILD 1) ist modular und aufwärtskompatibel aufgebaut. So können die Systeme leicht den unterschiedlichen Testanforderungen der Anwender angepaßt werden. Die automatische Kalibration bringt gegenüber der Handmessung einen erheblichen Zeitgewinn, und außerdem werden Ables- und Schreibfehler vermieden. Der Anwender kann ohne größeren Aufwand neue Standardgeräte zu den Kerngeräten hinzufügen und neue Testobjekte an das System anschließen.

Die **Kerngeräte des Kalibriersystems** (BILD 2) sind:

- ein Signalgenerator,
- ein Spektrumanalysator,
- ein Modulationsanalysator,
- ein Leistungsmesser,
- eine Präzisionseicheitung,
- das System-Panel,
- der Controller mit Drucker,
- die Software.

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, Peripherie- und Kleingeräte sowie Racks, Tisch und Anti-Statik-Ausrüstung vervollständigen das System.

Mit einem Rubidium-Frequenzstandard, das über einen Normalfrequenzempfänger geregelt wird, läßt sich die Systemgenauigkeit entscheidend erhöhen. Selbstverständlich kann das

Adaption des Meßobjekts und andererseits zur Verteilung der elektrischen Signale vom Prüfling zu den Meßgeräten und umgekehrt. Über dieses Panel erfolgt die automatische und koordinierte Zusammenschaltung des Prüflings mit den verschiedenen Geräten innerhalb einer Kalibrieroutine.

Der Meßplatz verfügt über eine Selbsttestroutine, die den Zustand der Systemkomponenten nach dem Einschalten prüft und dokumentiert. Die eingesetzten Bezugsnormale lassen sich variieren oder austauschen. Bei HF-Messungen wird prinzipiell mit einem Wellenwiderstand von 50 Ω gearbeitet. Alle HF-Verbindungen sind mit BNC- oder N-Connector ausgeführt.

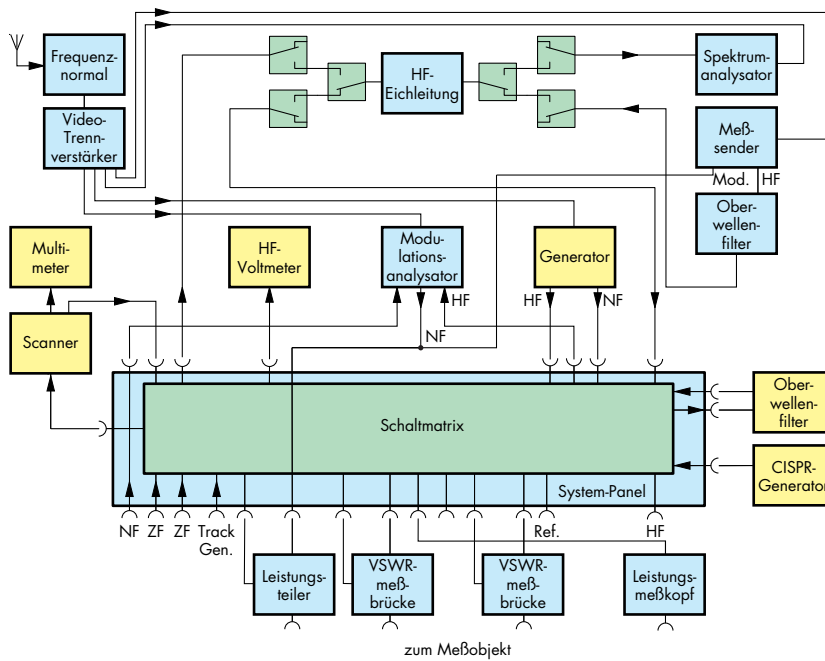


BILD 2 Prinzipschialtung des Kalibriersystems TS9099 (gelb Optionen).

System-Software

Die System-Software ist als moderne Dialog-Software geschrieben (BILD 3). Entsprechende Meldungen geben Hinweise auf Fehlbedienungen. Es kann zwischen einer Menüführung in deutscher und englischer Sprache gewählt werden. Die Software ist in zwei Teile gegliedert: die Basis-Software und eine vom Nutzer erweiterbare Bibliothek, die die Meßroutinen enthält. Nach dem System-Training kann der Kunde solche Routinen selbst schreiben. Bei Bedarf ist diese Bibliothek durch den Kunden oder durch Rohde & Schwarz für beliebige Geräte mit Fernsteuerschnittstelle erweiterbar. Die Meßabläufe können, soweit es die Prüflinge zulassen, mit Hilfe der Software und des System-Panels automatisiert werden.

Die Prozeßsteuerung übernimmt ein frei programmierbarer Controller mit IEC-Bus-Interface. Dieser Controller, auf Wunsch auch netzfähig, kann mit Speichermedien wie Streamer oder Wechselfestplatte ausgerüstet werden. Die Verbindung der Meßgeräte, des Prüflings (falls fernsteuerbar) und des Steuerrechners erfolgt über den IEC-Bus oder serielle Schnittstellen. Der Controller

steuert den gesamten Meßablauf und speichert und verarbeitet die Meßdaten. Für das Gesamtsystem kann der Kunde eine jährliche Rekalibration durch eine

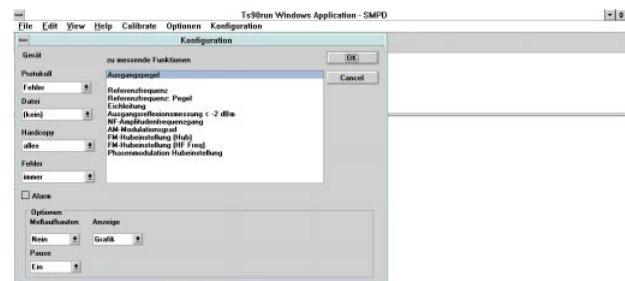


BILD 3
Software-
Oberfläche.

vom DKD zugelassene Stelle (z. B. Rohde & Schwarz Werk Köln) mitbestellen. Weiterhin ist der Abschluß eines Wartungsvertrages, der eine regelmäßige Inspektion des Systems in bestimmten Zeitabständen vorsieht, möglich.

NF-Klirrfaktor. Nach Abschluß der Kalibration werden die Ergebnisse auf dem Bildschirm des System-Controllers oder als Dokument über den Drucker ausgegeben.

Jon Pedersen

Kurzdaten Kalibriersystem TS9099

Frequenzbereich	10 kHz...2160 MHz (erweiterbar)
Pegelbereich	-140...13 dBm (erweiterbar)
Modulationsarten	AM, FM, ϕ M
Modulationsfrequenz	1 Hz...100 kHz
Leistungsmessung	
Leistungsbereich	1 μ W...100 mW
Frequenz	0...18 GHz
Meßmodi	automatisch, interaktiv
Schnittstellen	IEC-Bus, RS-232-C, TTL

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/03

Systemprozessor MERLIN GR2000

Leistungsstarker Prozessor trotz härtesten Einsatzbedingungen

Der Systemprozessor MERLIN GR856 – weltweit in vielen außergewöhnlichen Anwendungen im Einsatz – wird jetzt abgelöst durch MERLIN GR2000. Dieser erfüllt dieselben hohen Umweltauforderungen bei höherer Leistung, modernerem Bussystem und vielfältigeren Ausbaumöglichkeiten gegenüber dem GR856. Das so verbesserte Preis-Leistungs-Verhältnis wird ihn bei der Eroberung neuer Einsatzgebiete begünstigen, seien sie stationär oder mobil.

Über große Rechnerleistung verfügen viele PCs – wenn der Einsatzort jedoch nicht in der gewohnten Büroumgebung liegt, trennt sich sehr schnell die Spreu vom Weizen. Der Systemprozessor MERLIN GR2000 (BILD 1), selbstverständlich kompatibel zum Industriestandard, zeichnet sich nicht nur durch hohe Rechenleistung aus, sondern er

widersteht gleichzeitig extremen Umweltbedingungen. Er ist mechanisch robust, ein- und abstrahlsicher, gestellfähig und arbeitet zuverlässig im Temperaturbereich von 0 bis 50 °C.

Die Grundversion des GR2000 bietet die gewohnten Leistungsmerkmale eines Standard-PC: steckbare Pentium-CPU-Karte (derzeit 133 MHz), 16-MByte-RAM (auf 256 MByte ausbaufähig), PCI-VGA-Grafikkarte, CD-ROM-Laufwerk, 3 $\frac{1}{2}$ -Zoll-Diskettenlaufwerk und 1-GByte-Wechselplatte sowie zusätzlich eine PCI-Ethernet-Karte. Dank

seiner **modularen Bauweise** und der vielseitigen Erweiterungsmöglichkeiten kann er den unterschiedlichsten Anforderungsprofilen angepaßt werden. Eine Vielzahl spezieller, intelligenter Schnittstellenkarten – zum Beispiel Fax-Karte, Video-Frame-Grabber-Karte oder Verschlüsselungskarte – steht hierfür zur Verfügung. Bis zu acht solcher Steckkarten finden Platz auf einer passiven Backplane. Diese Bauweise ermöglicht unter anderem die Verwendung unterschiedlicher CPU-Board-Upgrades und garantiert einen zukunfts-sicheren Einsatz. Weiter stehen in der Grundausstattung fünf Slots mit PCI beziehungsweise ISA-Bus für den weiteren Ausbau bereit.

Die MERLIN-Version GR2000X verwendet EMV-Filter an den Ein- und Ausgängen (BILD 2) sowie eine spezielle Schirmung. Dadurch wird er ab- und einstrahlsicher. Diese **EMV-Dichtigkeit** bezieht sich sowohl auf Strahlung als auch auf leitungsbezogene Störungen. Die Schirmung gewährleistet einen ungestörten Betrieb in zweierlei Hinsicht. Der Systemprozessor bleibt zum einen unberührt von starken elektromagnetischen

BILD 1 Der robuste Systemprozessor MERLIN GR2000 verrichtet auch unter extremen Vibrations-, Stoß- und Schockbelastungen, wie sie in Fahrzeugen auftreten können, problemlos seinen Dienst. Foto 42 561



schen Störquellen, zum anderen werden in umgekehrter Richtung empfindliche Geräte (z. B. Empfänger) von ihm nicht beeinflusst. Die zusätzlichen Filter an den seriellen und parallelen Anschlüssen prädestinieren ihn für den Einsatz bei ungewöhnlich hohen Störstrahlungen.

Das **Gehäuse** ist besonders robust konzipiert. MERLIN kann selbst in spritzwassergefährdeter Umgebung und dank der Überdruckbelüftung (Ansaugen über Luftfilter) bei starker Staubentwicklung eingesetzt werden. Der Rahmen des Gehäuses ist verstärkt und für höchste mechanische Belastungen ausgelegt. Dies stellt problemlosen Betrieb unter extremen Vibrations-, Stoß- und Schockbelastungen sicher, wie sie in Fahrzeugen und auf Schiffen auftreten können. Selbst eine Fahrt in unwegsamem Gelände oder auf hoher See bringt den MERLIN nicht aus der Ruhe. Besonders praktisch für die Verwendung in Fahrzeugen ist die 19-Zoll-Gestellversion, die neben dem Tischmodell erhältlich ist. Es lassen sich alle herkömmlichen Tastaturen und Monitore an den MERLIN anschließen. Rohde & Schwarz bietet aber auch spezielle Tastaturen und Monitorausführungen für gehobene Anforderungen.

Beim Systemprozessor MERLIN stehen unterschiedliche **Netzteile** zur Auswahl. Alternativ zur Standardversion gibt es ein Netzteil, das zusätzlich die hohen Anforderungen für die Stromversorgung auf Schiffen gemäß STANAG 1008 erfüllt. Diese Version trotz größten Spannungsschwankungen und widersteht dabei Spannungsspitzen von bis zu 2,5 kV auf der Netzspannung. Darüber hinaus kann man zwischen Wechsel- und Gleichspannungsnetzteilen wählen.

Die **wechselbare Festplatte** bietet höchste Flexibilität und Sicherheit. Zum einen läßt sich in der Verwendung als Boot-Medium einfach und schnell ein anderes Betriebssystem laden, oder es lassen sich Programme für unterschiedliche Anforderungen und Anwendungen wechseln. Zum anderen können sensitive



BILD 2 EMV-Filter der seriellen und parallelen Anschlüsse im Systemprozessor MERLIN GR2000X.
Foto 42 568/1

Daten einfach an einem sicheren Ort aufbewahrt werden. Schließlich sind noch bei extremen Vibrationsbelastungen spezielle Speichermedien einsetzbar.

Mit dem bereits in der Grundversion enthaltenen **CD-ROM-Laufwerk** beschreitet Rohde & Schwarz einen zukunftsweisenden Weg im Bereich der Industrie-PCs. Dem Benutzer steht damit der Einstieg in eine Multimediawelt offen und erleichtert die Installation moderner Betriebssysteme [1].

Die EMV-Dichtigkeit läßt den Einsatz des Systemprozessors MERLIN in unmittelbarer Nähe von Funkanlagen und deren Antennen zu. In Kombination mit Message-Handling-Programmen und speziellen intelligenten Schnittstellenmodulen kann man **Datenübertragung** über unterschiedlichste Medien wie HF-, VHF- und UHF-Funkstrecken, Telefonleitungen oder Satellitenverbindungen realisieren und kombinieren [2]. Die

Message-Handling-Programme unterstützen beispielsweise die Übertragung von Fax-Dateien und Videostandbildern [3] und optimieren die Ausnutzung von E-Mail-Netzen. Die gewohnte Büroumgebung wird dadurch an verschiedene Kommunikationsnetze angebunden.

Bei einer Vielzahl von Kunden hat sich MERLIN als Systemprozessor und Datenterminal in den unterschiedlichsten Anwendungen bewährt. In seiner **Funktion als Datenterminal** wird MERLIN mit einer ICOM-8-Karte betrieben. Diese Karte hat acht serielle Kanäle und entlastet durch einen eigenen Prozessor den Hauptprozessor und unterstützt unter anderem den 5-bit-Fernschreibcode (Baudot-Code). Mit Hilfe dieser Karte können mehr Geräte gleichzeitig angesteuert werden als mit herkömmlichen PCs und so mehrere Medien parallel genutzt und Verzögerungen in der Übertragung vermieden werden. Zusätzlich kann man zur Erhöhung der Abhörsicherheit bei der Übertragung sensibler Daten eine Verschlüsselungskarte einsetzen.

Thomas Kneidel

LITERATUR

- [1] Maurer, P.; Völker, K.: Multimedia-Kommunikation mit Systemprozessor MERLIN. Neues von Rohde & Schwarz (1993) Nr. 142, S. 27–28.
- [2] Maurer, P.; Völker, K.: Integration moderner Datenendgeräte in Funkfernnetzwerke. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 146, S. 48–49.
- [3] Hackl, J.; Kühn, G.: Farbige Videostandbilder schnell und sicher über Kurzwellen. Neues von Rohde & Schwarz (1992) Nr. 139, S. 42–43.

Kurzdaten Systemprozessor MERLIN GR2000

Rechner	
CPU	steckbares Intel-Pentium-Prozessor-Board mit derzeit 133 MHz, 16 MByte
Grafik	PCI-VGA, 2 MByte RAM
Wechselplatte	1 GByte
Laufwerke	FD 3,5", 1,44 MByte, CD-ROM
Schnittstellen	
Standard Ein-/Ausgabe	2 x COM, 1 x LPT, gefilterte I/O-Schnittstellen (GR2000X)
Freie Slots	1 x PCI, 3 x ISA und 1 x PCI/ISA
Netzkarte	PCI-Ethernet

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/04

Funkgeräte Serie 200 und 400U

Innovationen beim Flugsicherungs-funk: RCMS und 8,33-kHz-Kanalraster

Im Flugsicherungs-funk gilt Zuverlässigkeit als erstes Gebot – stehen doch Menschenleben auf dem Spiel. Beiträge zur Sicherheit leisten zentrale und flexible Bedien- und Überwachungssysteme (RCMS) sowie das für 1998 geplante 8,33-kHz-Kanalraster. Rohde & Schwarz hat deshalb seine Flugsicherungs-funkgeräte systemtechnisch und logistisch entsprechend aufgerüstet: Serie 200 gibt es nun mit RCMS und 8,33-kHz-Raster und die Serie 400U ebenfalls mit 8,33 kHz. So stehen dem Kunden schon jetzt modernste und zukunftssichere Lösungen zur Verfügung.

Bedien- und Überwachungssystem RCMS

Das RCMS (Remote Control and Monitoring System), das Rohde & Schwarz speziell für die **Funkgeräte der Serie 200** [1] entwickelt hat, bietet dem Anwender verschiedene Fernbedienmöglichkeiten (Schnittstellen, Übertragungstechniken), die Einbindung von Hilfsgeräten (Optionen, Zusatzgeräten) und eine komfortable Software (BILD 1). Jedes Funksystem für die Flugsicherung hat kundenspezifische Spezifikationen und Randbedingungen für alle Teilsysteme wie Funk, Bedienung und Steue-

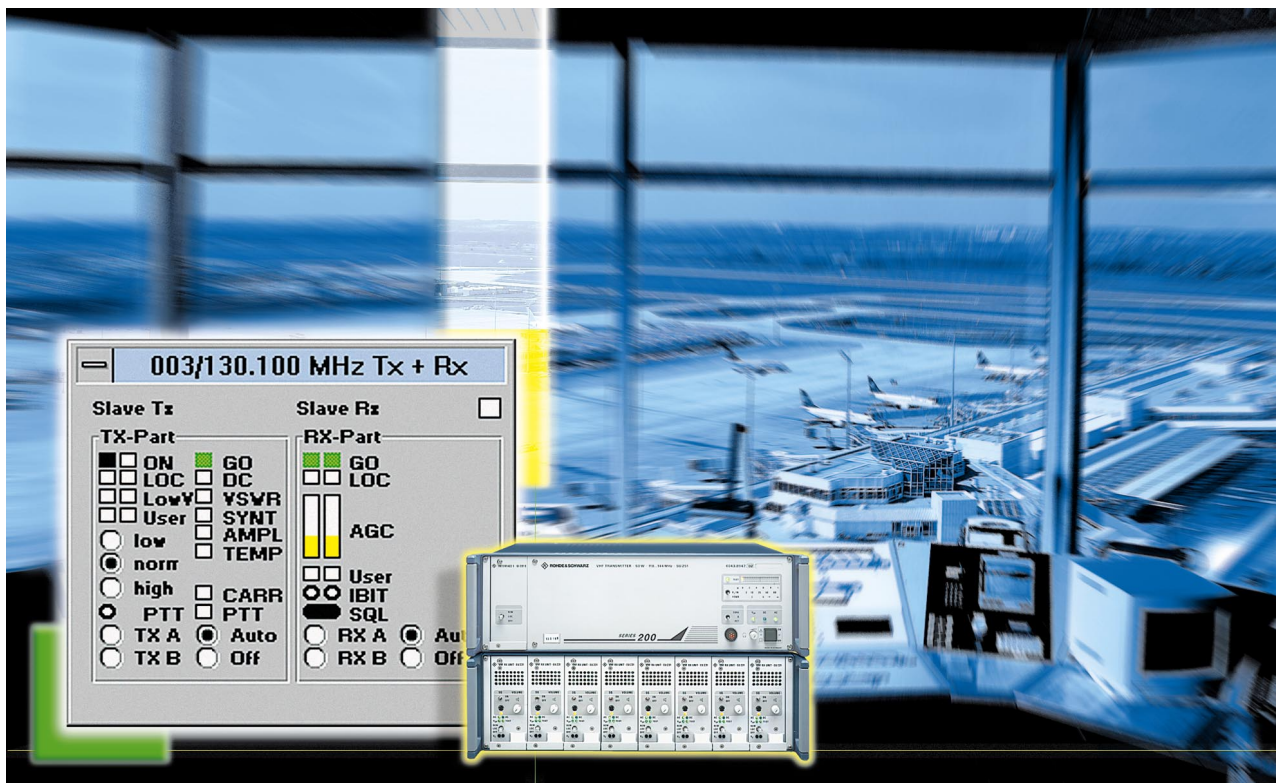


BILD 1 VHF-Empfangsanlage mit acht Einkanal-Empfängern EU231A und Einkanal-Sender SU251 sowie kanalspezifisches RCMS-Fenster (Beispiel: Kanal 003/130,1 MHz, getrennte Sender und Empfänger, jeweils in automatischen 100%-Reservemodus geschaltet). Foto 42 570

Die technische Sicherheit eines Flugsicherungs-funksystems hängt von einer ganzen Reihe von Eigenschaften und Maßnahmen auf der Geräte- wie auch

auf der Systemebene ab. Die Palette dazu reicht von geringen Geräteausfallraten über Redundanz der Funkgeräte bis hin zur Frequenzplanung und Lösung von Kollokationsproblemen. Zeitgemäße Systeme verlangen aber auch eine zentrale Bedienung und Überwachung mit speziellen Funktionen, die Verbindungssicherheit, Komfort und – über die Systemlebensdauer gerechnet – Kosteneffizienz garantieren.

rung oder Sprachvermittlung. Durch seine Flexibilität trägt das RCMS dem Rechnung und offeriert dem Systemplaner verschiedene Techniken und Besonderheiten:

Parallele Technik: sie gestattet die übliche Bedienung der Funkgeräte über konventionelle Schnittstellen.

Digitale REM-Bus-Technik: die neue Variante (.03) des REM-Bus-Treibers

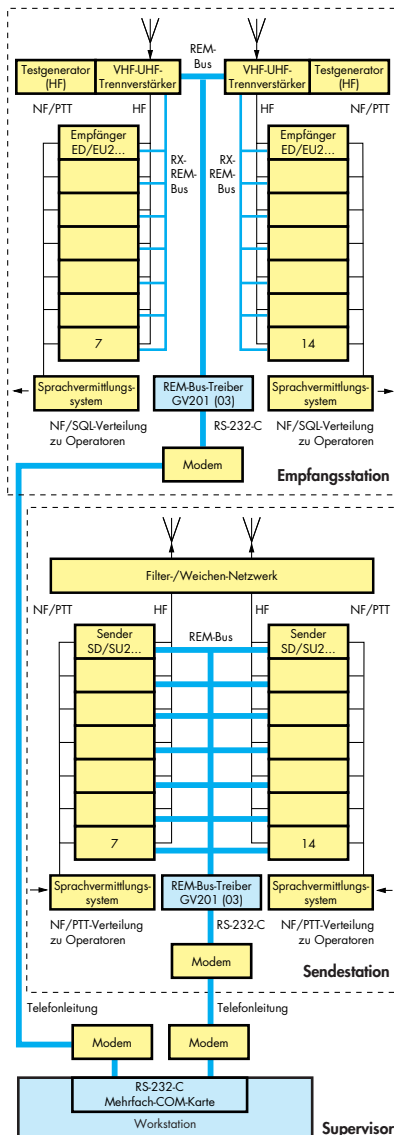


BILD 2 Digitales Bedien- und Überwachungssystem (RCMS) für getrennte VHF-UHF-Sende- und -Empfangsstation mit 14 Funkkanälen.

GV201 ermöglicht über RS-232-C die Steuerung per PC-COM-Schnittstellen (BILD 2). Die zugehörige RCMS-Software ist universell für Ein- und Vielkanalfunkgeräte der Serie 200 einsetzbar sowie abwärtskompatibel für bisher installierte Einkanalssysteme. Insgesamt können pro Send-Empfangs-Kanal rund 30 Bedien- und Überwachungsfunktionen übertragen werden.

Audio-Inband-Technik über Telefon-Vierdrahtleitung; mit dieser Option lassen sich die Mietkosten für Telefonstandleitungen, insbesondere bei Sen-

deempfängern, erheblich reduzieren. In die beiden bidirektionellen Audio-spektren wird je eine Trägerfrequenz (2040 bzw. 2440 Hz) eingelagert (BILD 3). Die Kombination der Modulationsarten 4FSK und AM sowie der Einsatz eines digitalen 24-bit-Signalprozessors mit der hohen Rechenleistung von 20 MIPS (Mega Instructions per Second) ermöglicht die Modulation und Demodulation von rund 20 Bedien- und Überwachungsfunktionen, inklusive der zeitkritischen Funktionen PTT und AGC/Squelch.

Hybride Technik: bei speziellen Systemforderungen können die genannten Techniken auch kombiniert werden.

Mit diesen Eigenschaften des Bedien- und Überwachungssystems ergeben sich folgende **Vorteile für den technischen Supervisor:**

- Zentrale Konfiguration des Funksystems,
- kontinuierlicher Test,
- Stations- und Kanalstatusanzeige,
- manuelle oder automatische Funkredundanz,
- HF-Tests einer jeden Betriebsfrequenz von Empfangsanlagen,
- Fehlerferndiagnose, zum Teil bis herab auf Funktionseinheit,
- permanente Ereignisprotokollierung,
- gezielter Einsatz von Servicepersonal.

All dies ist nicht auf den Flugplatz begrenzt, sondern gilt landesweit: Der Einsatz von Modems oder Inband-Technik erlaubt eine praktisch unbegrenzte „Reichweite“ des technischen Supervisors. Und zur besonderen Unterstützung des Supervisors bietet Rohde & Schwarz noch das **Wartungs- und Servicepaket X-LINK** (Express Link) an. Mit diesem äußerst ökonomischen Produkt erfolgen Software-Updates sowie eine Funktionskontrolle (Fehlerdiagnose) des Funksystems sofort nach Kundenkontakt und Freischalten durch den Kunden vom Rohde & Schwarz-Stammhaus in München aus per Telefon – egal ob der Flugplatz in der Südsee oder in Sibirien liegt!

Neuorganisation des Frequenzmanagements

Das steigende Luftverkehrsaufkommen und der insbesondere in Europa für die nächsten Jahre prognostizierte Frequenzbedarf für Sprach- und Datenfunk im VHF-Flugfunkbereich 118 bis 137 MHz zwingt zu einer raschen und radikalen Umorganisation des Frequenzmanagements. Da hierzu eine bloße Halbierung des gegenwärtigen Kanalrasters von 25 kHz auf 12,5 kHz den zukünftigen operationellen Bedarf an ungestörten Kanälen nicht deckt, wurde nach Tests der britischen Flugsicherungsbehörde (CAA/NATS) und Studien zu Machbarkeit und Spezifikationen in diversen Fachgremien (z. B. EUROCAE, ETSI) unter Mitwirkung von Rohde & Schwarz von der **International Civil Aviation Organization ICAO** beschlossen:

- Es wird ein VHF-Kanalraster von 8,33 kHz (Sprache) neben 25 kHz (Sprache und Daten) eingeführt.
- Am 1. Januar 1998 wird der Betrieb in Europa in ausgewählten Luftkorridoren gestartet.
- Modulationsart ist AM A3E (Double Sideband Modulation, DSM).

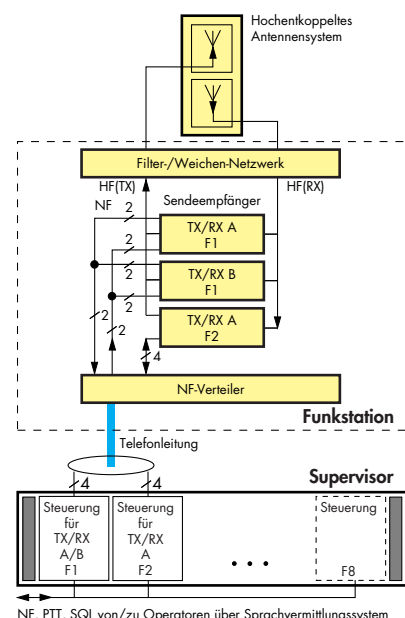


BILD 3 Analoges (NF-)Inband-RCMS für eine VHF-UHF-Funkstation mit Sendeeempfängern mit einem redundanten Kanal (F1) und einem normalen Kanal (F2).

- Bodenseitige Einkanalfunkgeräte werden für 8,33 oder 25 kHz ausgelegt.
- Bordseitige Transceiver sind zwischen 8,33 und 25 kHz umschaltbar.

Bodenseitige VHF-Vielkanalfunkgeräte, etwa für Notreserve oder Spezialaufgaben (SAR, Verteidigung), müssen notwendigerweise ebenfalls für 8,33 und 25 kHz umschaltbar sein.

Die Flugsicherungsbetreiber im Kernbereich Europas (südlicher Teil Großbritannien, Benelux, Frankreich, Deutschland, Schweiz, Österreich und Norditalien) sind nun gehalten, auf der Basis der Beschlüsse die notwendigen Investitionen zur Implementierung neuer Frequenzkanäle in den Bodenfunkstellen durchzuführen. Auf die Fluggesellschaften kommt eine Umrüstung für einen Teil der Flotten zu.

Von der 8,33-kHz-Forderung ist konkret folgende **Technik** betroffen:

- Synthesizer für Senden, Empfang und Test (Einstellraster und höhere Frequenzstabilität),
- Empfänger (höhere Selektion durch ZF-Quarzfilter),
- Sender (niedrigere obere Modulationsgrenzfrequenz),
- Bedienung und Anzeige (Anpassung von Hardware, geräteinterner Firmware und System-Software).

Innovationen bei den Rohde & Schwarz-Funkgeräten

Die neuen Geräte der **Serie 200/Einkanal** enthalten einen generell neuen, universellen Synthesizer. Es gibt jetzt Varianten der VHF-Empfänger EU231A/D und VHF-Sendeempfänger XU221/XU251 für wahlweise 8,33 oder 25 kHz mit entsprechenden ZF-Filtern. Bei den Sendelempfängern sorgt zusätzlich eine Modulatorerweiterung für den 8,33-kHz-spezifischen Frequenzgang. Bei den VHF-Sendern SU221/SU251 steht diese Modulatorerweiterung für 8,33 kHz als Option zur Verfügung. Damit auch nachträglich eine Modifikation von 25 auf 8,33 kHz (und

umgekehrt) mit geringstem Logistik- und Serviceaufwand gewährleistet ist, sind die ZF-Filter wie auch die Modulatorerweiterung mit Steckverbindungen ausgestattet. Eine weitere neue Option ist der Testgenerator für Empfangsanlagen für 8,33-kHz-gerasterte Frequenzen.

VHF- und UHF-Funkgeräte der **Serie 200/Vielkanal**, umschaltbar auf jede Frequenz im 25- oder 8,33-kHz-Raster (erster digitaler Empfänger für die Flugsicherung), sind derzeit in Entwicklung und werden rechtzeitig vor Start des 8,33-kHz-Betriebs bereitstehen.

Neues auch bei **Serie 200/RCMS**: Die neue Variante des REM-Bus-Treibers GV201 und diejenige der RCMS-Software sind selbstverständlich auf die Belange der neuen Technik zugeschnitten. So enthalten sie beispielsweise wichtige Komponenten und Leistungen für PC-gesteuertes RCMS. Zu den attraktivsten Innovationen beim RCMS gehört sicher das bereits erwähnte Service- und Wartungspaket X-LINK.

Für zivile und militärische Vielkanalanwendung bietet Rohde & Schwarz im Rahmen der **Serie 400U**, die auf der erfolgreichen Serie 400 basiert [2], folgende neuen 25- und 8,33-kHz-kompatiblen Gerätetypen an: Sendelempfänger XU452U8 (VHF) und XT452U8 (VHF/UHF), Sender SU452U8 (VHF) und ST452U8 (VHF/UHF) sowie Emp-

fänger EU458U (VHF) und ET458U (VHF/UHF). Als Option für 8,33-kHz-Sender und -Sendelempfänger gibt es ein AF/Telephone Interface. Die Bedien-Software für die Funkgeräte ist natürlich auch für den 8,33-kHz-Betrieb ausgelegt.

Optimale Koordination zwischen allen an der Einführung des 8,33-kHz-Kanalarasters Beteiligten (Flugsicherungsbetreiber, Fluglinien, Service, Zulieferindustrie usw.) ist in dieser Umstellungsphase der Garant, daß Luftverkehrsbeschränkungen und Betriebsbeeinflussungen in den parallelen 25-kHz-organisierten Flugsicherungssektoren auf ein Minimum reduziert bleiben. Der Beitrag von Rohde & Schwarz hierzu war das frühzeitige Engagement in der Definitionsphase und ist die rechtzeitige Entwicklung, Fertigung und Lieferung neuer Funkgeräte. Nach nur einem Jahr Entwicklung konnte mit je 100 Funkgeräten der Serien 200 und 400U die Markteinführung der 8,33-kHz-Technik bereits im Juni 1996 gestartet werden.

Hans-Günther Klarl; Martin Keßler

LITERATUR

- [1] Klarl, H.-G.: VHF-Einkanal-Funkgeräte der Serie 200 – Die neue Dimension in der Flugsicherungs-Kommunikation. Neues von Rohde & Schwarz (1992/93) Nr. 140, S. 4–7.
- [2] Haller, J.: Einsatz der VHF-UHF-Funkgeräte 400 in der Flugsicherung. Neues von Rohde & Schwarz (1981/82) Nr. 96, S. 4–7.

Innovationen Funkgeräte 200 und 400U

Serie 200

VHF-Einkanal-Empfänger
und -Sendelempfänger
VHF-Einkanal-Sender

Vielkanal-Geräte
REM-Bus-Treiber GV201(.03)

Bedien-Software GC201-S(.03)
Testgenerator GT231T1(.22)

4-Träger-Offset nach ICAO

Serie 400U

Vielkanal-Empfänger VHF + VHF/UHF
Vielkanal-Sender und -Sendelempfänger
VHF + VHF/UHF
AF/Telephone Interface GI419U

Bedien-Software GB406-S

8,33- oder 25-kHz-Raster,
je nach Version
8,33 kHz (mit Modulatorerweiterung
GM201C8) oder 25 kHz
in Entwicklung
RS-232-C-Schnittstelle für PC-COM-Karten,
Umsetzung auf REM-Bus
Kombiversion für 8,33- und 25-kHz-Raster
8,33- und 25-kHz-kompatibel,
für Ein- und Vielkanalgeräte
mit Standard-Synthesizer

8,33/25 kHz umschaltbar

8,33/25 kHz umschaltbar (mit GI419U)
Modul für 8,33-kHz-kompatible Sender
und Sendelempfänger
Kombiversion für 8,33- und 25-kHz-Raster

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/05

TV-Meßempfängerfamilie EFA

Bestens gerüstet für's digitale Fernsehen

Klein, kompakt, zukunftsorientiert, erweiterbar – so stellt sich die TV-Meßempfängerfamilie EFA dar. Mit ihr hat Rohde & Schwarz eine Meßplattform geschaffen, die problemlos mit der rasanten Entwicklung beim Fernsehen schritthält. Bereits vor dem offiziellen Startschuß zum digitalen Fernsehen steht als weltweit erstes Gerät dieser Art ein Demodulator für QAM-Signale zur Verfügung, der alle notwendigen Einmessungen an digitalen Kanälen im Kabel erledigen kann. Zur Überwachung der bisherigen TV-Kanäle gibt es einen analogen TV-Meßempfänger – wahlweise breitbandig oder selektiv. Die digitalen und analogen Funktionen lassen sich auch in einem einzigen Gerät vereinen, das noch zusätzlich mit Optionen ausbaubar ist.

Durch seine Modularität ist der kompakte und 12 kg leichte TV-Meßempfänger EFA (BILD 1) von Haus aus auf Erweiterbarkeit und Vielseitigkeit ausgelegt. Neben der immer vorhandenen Mikroprozessorbaugruppe und den Baugruppen des jeweiligen EFA-Grundmodells finden noch fünf Funktionsmodule Platz (BILD 2). So kann jeder Anwender das für seine spezielle Aufgabe maßgeschneiderte Gerät zusammenstellen oder ein Grundgerät später aufrüsten.

Grundmodelle

Das erste Mitglied der EFA-Familie ist **der analoge TV-Meßempfänger mit selektivem Empfangsteil**. Er empfängt die gängigen amplitudenmodulierten TV-Signale, selektiert den TV-Kanal und setzt ihn in die ZF-Lage um. Im Analogdemodulator werden dann Bild und Ton demoduliert. Die Tondemodulation findet nach dem Differenztonträgerverfahren statt. Hierbei wird der Bildträger mit dem Tonträger multipliziert und der

dabei entstehende Differenztonträger selektiert und frequenzdemoduliert. Vorteil dieses Verfahrens ist, daß Phasenhubstörungen von Ummischoszillatoren, wie sie jeder TV-Empfänger enthält, im demodulierten Audiosignal nicht in Erscheinung treten. Phasenstörungen hingegen, die vom Bildmodulator herrühren (aussteuerungsabhängige Phasenmodulation), spiegeln sich im demodulierten Audiosignal wider. Der TV-Meßempfänger EFA detektiert diese Störungen und kann so zur Messung und Überwachung der Tonqualität des empfangenen Signals verwendet werden. Die frequenzdemodulierten Tonsignale stehen an symmetri-

BILD 1
TV-Meßempfänger EFA,
ein flexibler Spezialist für
Messungen an analogen
wie digitalen TV-Signalen –
hier im Einsatz in
einer Kabelkopfstelle.
Foto 42 575



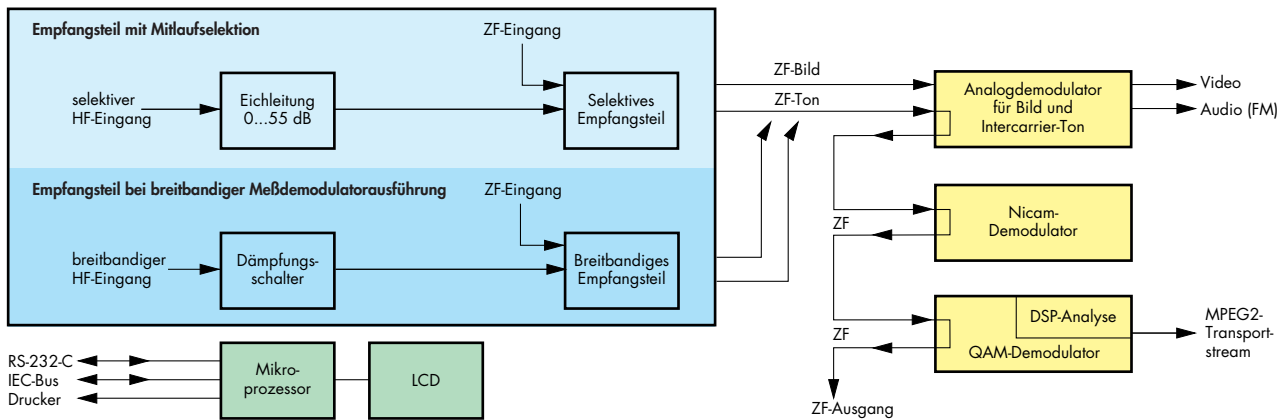


BILD 2 Prinzipschaltung des TV-Meßempfängers EFA (blau Grundmodelle, gelb Funktionsmodule). Je nach Applikation wird das Gerät beliebig zusammengestellt.

schen Ausgängen bereit. Zur Messung der aussteuerungsabhängigen Phasenmodulation des Bildmodulators (Incidental Carrier Phase Modulation, ICPM) stellt der TV-Meßempfänger EFA das quadraturdemodulierte Bildträger-signal bereit. In Verbindung mit dem internen oder extern angelieferten Null-tastimpuls und einem Oszilloskop oder Videoanalysator kann die ICPM quantitativ erfaßt werden.

Der **analoge TV-Meßempfänger** EFA mißt alle wichtigen **HF-Übertragungsparameter** und zeigt sie an seinem LC-Display an (BILD 3):

- Leistung und Spannung des Bildträgers in dBm, dBpW bzw. $\mu\text{V}/\text{mV}$, dB μV ,
- Bildträgerfrequenz,
- Bild-Tonträger-Pegelverhältnis,
- Bild-Tonträger-Frequenzabstand,
- FM-Tonträgerhub,
- FM-Pilothub,
- Pilotfrequenz.

Je nach Ausführung des Gerätes demoduliert der Meßempfänger EFA TV-Signale der Standards B/G, D/K, K1, I oder M/N. Neben einer konstanten Videogruppenlaufzeit, über die jedes Empfängermodell verfügt, wird der TV-Meßempfänger EFA mit einer standardabhängigen Gruppenlaufzeitnach-

entzerrung ausgestattet, die für alle weltweit gängigen TV-Standards erhältlich ist.

Als Option ist ein **Nicam-Tondemodulator** im Programm, der die digitalen QPSK-modulierten Tonträger des Nicam-728-Standards decodiert. Weitere Optionen (Funktionsbaugruppen) sind in Entwicklung.

Neben dem Modell mit selektivem Empfangsteil gibt es den **analogen TV-Meßempfänger mit breitbandigem Empfangsteil**. Er dient bei Einkanalbelegung zu Messungen direkt an der Quelle. Beispiele hierfür sind die Erfassung der Qualitätsdaten von TV-Sendern und Umsetzern bei Einkanalbelegung sowie die Überwachung der abgestrahlten HF-Signale. Für diesen Einsatz verwendet man einen Nyquist-Meßdemodulator, der eine systemgerechte Demodulation der erzeugten Signale gewährleistet.

MEASURE			
RF	CHANNEL	RF-LEVEL	STANDARD
48.250 MHz	2	74.3 dB μV	B/G
VISION CARRIER			
LEVEL		74.3 dB μV	
FREQUENCY		48.250000 MHz	
MEASURED FREQUENCY		48.322200 MHz	
AFC FREQUENCY		48.342600 MHz	
SOUND CARRIER			
VISION/SOUND1 CARRIER RATIO		12.5 dB	
VISION/SOUND2 CARRIER RATIO		14.8 dB	
INTERCARRIER1 FREQUENCY		5.5318 MHz	
INTERCARRIER2 FREQUENCY		5.5322 MHz	
FM DEVIATION SOUND1		32.1 kHz	
FM DEVIATION SOUND2		32.0 kHz	
FM DEVIATION PILOT		2.318 kHz	
PILOT FREQUENCY		54.184 kHz	
PILOT		STEREO	

BILD 3 Meßbildschirm in der Betriebsart TV-Analogmeßempfänger.

Was die Ergänzungen mit Funktionsbaugruppen betrifft, so gilt für den breitbandigen TV-Meßempfänger das gleiche wie für den selektiven.

Als weiteres Mitglied der EFA-Familie gibt es den **DVB-Meßempfänger mit QAM-Demodulator**. Er nimmt in TV-Kabelnetzen Messungen an digitalen Fernsehkanälen vor. Anstatt eines Analogdemodulators verarbeitet hier – voll kompatibel zu den DVB-Richtlinien [1] – ein Demodulator für quadraturamplitudenmodulierte Signale den in die ZF-Ebene umgesetzten DVB-C-Kanal. Als Ausgangssignal steht dann der MPEG2-Transport Stream in serieller und paralleler Form zur Verfügung [2].

Der **QAM-Demodulator** erfaßt folgende **Parameter** unabhängig voneinander, führt Berechnungen durch [3] und zeigt die Ergebnisse gemäß den Forderungen der DVB Measurement Group [4] an seinem Display an:

- Constellation-Diagramm,
- HF-Pegel,
- Signal-Rausch-Abstand,
- Bitfehlerrate,
- Amplituden-Imbalance,
- Trägerunterdrückung,
- Phasenfehler und Phasen-Jitter,
- Vektorfehler (Modulation Error Ratio, MER).

Die wichtigste Aussage über QAM-Signale liefert dabei das Constellation-Diagramm (BILD 4), das vom Gerät grafisch dargestellt und mit einem Signalprozessor mathematisch ausge-

wertet wird. Damit die für die Parameterberechnung notwendige statistische Sicherheit erreicht wird, werden dazu etwa 1 000 000 I/Q-Werte herangezogen.

Der QAM-Demodulator kann mit bis zu drei SAW-Filtern bestückt werden, so daß sich nicht nur 8 MHz breite QAM-Pakete mit heute üblicherweise 64 QAM, sondern auch beispielsweise 4 und 2 MHz breite Pakete verarbeiten lassen. Dank der umfangreichen Konfigurierbarkeit des QAM-Demodulators ist die Ordnung von 4 bis 256 QAM für alle gängigen Verfahren einstellbar. Unter anderem kann der Fehlerschutz abgeschaltet und der Roll-off-Faktor ge-

Die Mikroprozessorbaugruppe stellt zahlreiche Schnittstellen zur Verfügung; das Gerät ist über IEC-Bus oder über RS-232-C fernbedienbar, auch ein Druckeranschluß fehlt nicht. Der demodulierte Ton kann über einen eingebauten Lautsprecher oder über Kopfhörer kontrolliert werden.

Einsatz

Der breitbandige TV-Meßdemodulator findet Anwendung bei der präzisen Messung der Qualitätsdaten von TV-Sendern und Umsetzern sowie deren Überwachung. Der selektive Empfänger wird zur Messung in Kabelnetzen benötigt; besonders ist hier das Kombigerät mit Analog- und QAM-Demodulator zu empfehlen. Für Applikationen in Entwicklungslabors, Gütesicherung und Fertigungsüberwachung bietet sich diese leistungsstarke Gerätefamilie ebenso an.

Mit der TV-Meßempfängerfamilie EFA hat Rohde & Schwarz einen großen Schritt in Richtung Digitales Fernsehen getan und die bisherigen TV-Normen

nicht vergessen. Das Programm wird laufend durch neue Funktionsmodule ergänzt, und weitere Teilbereiche des Digitalen Fernsehens werden erschlossen.

Christoph Balz; Ernst Polz;
Walter Fischer

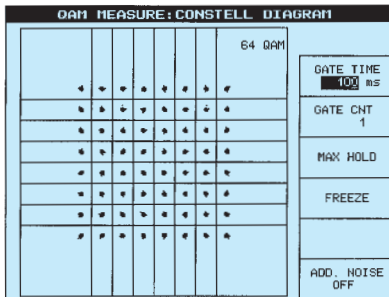


BILD 4 Constellation-Diagramm in der Betriebsart QAM-Demodulator. Die Integrationszeit ist von 2 ms bis ∞ einstellbar.

wählt werden. Zur Ermittlung der Kanalreserve steht außerdem ein eingebauter Rauschgenerator zur Verfügung.

Selbstverständlich ist es möglich, ein Gerät so zu bestücken, daß es sowohl analoge als auch digitale TV-Signale erfaßt. Das modulare Konzept erlaubt eine optimale Anpassung an Kundenwünsche, und die genannten Varianten haben nur beispielhaften Charakter.

Schnittstellen

EFA ist mit einer großen grafikfähigen Flüssigkristallanzeige ausgestattet, über die Bedieninformationen, Meßwerte und Grafiken dargestellt werden. Hard- und Softkeys gewährleisten eine sehr einfache und übersichtliche Bedienung.

LITERATUR

- [1] European Telecommunications Standards Institute ETSI: Digital broadcasting systems for television, sound and data services; framing structure, channel coding and modulation cable systems. Draft prETS 300 429 (1994).
- [2] DVB Technical Module's Ad-hoc Group Physical Interfaces: Interfaces for CATV/SMATV headends and similar professional equipment. 10th working draft DVB-PI-154 (1995).
- [3] Balz, C.: Effiziente Ermittlung von Qualitätsparametern quadraturamplitudenmodulierter Signale beim Digitalen Fernsehen (DVB). Fernseh- und Kinotechnik Nr. 5 (1996), S. 249–252.
- [4] DVB Technical Module's Ad-hoc Group on Test and Measurement: MG 66 Rev.4 (04/1996).

Kurzdaten TV-Meßempfängerfamilie EFA

Frequenzbereich	47... 862 MHz
Eingänge	HF, ZF
Eingangsimpedanz HF	50 oder 75 Ω
Eingangsspannungsbereich	
TV-Analogempfänger selektiv	30 μ V... 1000 mV
QAM-Empfänger selektiv	100 μ V... 700 mV
TV-Analogdemodulator breitbandig	10 ... 2500 mV
Ausgänge	ZF, geregelt
Lautsprecher, Kopfhörer	Lautstärke einstellbar, abschaltbar
Schnittstellen	IEC 625-1, RS-232-C, Centronics
Nyquist-Meßempfänger	
Eingänge	externer Nulltastimpuls
Ausgänge	Video, Q-Signal, Audio symmetrisch, Audio asymmetrisch, Kopfhörer
QAM-Demodulator	
Spezifikation	kompatibel zu DVB-Richtlinien
Ordnung der QAM	4-, 16-, 32-, 64-, 128- oder 256 QAM
Roll-off-Faktor	0,15 ... 0,30 wählbar
Interner Rauschgenerator	12 ... 62 dB C/N einstellbar
Ausgänge	MPEG2 Transport Stream parallel oder seriell, serielle Daten/Clock vor der Fehlerkorrektur

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/06

MPEG2-Generator DVG und MPEG2-Meßdecoder DVMD

Meßtechnik für das digitale Fernsehen gemäß MPEG2

Weltweit steht die Einführung eines neuen Fernseh-Standards bevor, der – dank Digitaltechnik – eine Vervielfachung der Anzahl von Programmen bei gleichem Frequenzbandbreitenbedarf und deren flexible Verschlüsselung ermöglicht. Für dieses Fernsehen, das der Zuschauer per Set Top Box empfangen kann, liefert Rohde & Schwarz die Meßtechnik: den MPEG2-Generator DVG und den MPEG2-Meßdecoder DVMD.



BILD 1
MPEG2-Generator
DVG und -Meßde-
coder DVMD sowie
Fernsehmonitor mit
decodiertem Bild und
Menüdarstellung.
Foto 42 498/1

MPEG2-Generator DVG

Der MPEG2-Generator DVG (BILD 1) ist eine Signalquelle für MPEG2-Transportströme. Der Aufbau dieser Transportströme und die Verfahren der Datenreduktion wurden von der Moving Picture Experts Group (MPEG) und dem DVB-Projekt (Digital Video Broadcasting) entwickelt und festgelegt. Ein wesentliches Merkmal dieses Transportstroms ist, daß er mehrere Programme enthält, die wiederum aus mehreren Elementar-

strömen (Bild-, Ton- und Datensignalen) bestehen. Der Vorgang der Programmzusammenführung findet also – im Gegensatz zur bisherigen Fernsehtechnik – bei MPEG2 nicht mehr nach dem Modulator auf Hochfrequenzebene statt, sondern es wird bereits ein Programm- und Signal-Multiplex im Basisband gebildet.

Der DVG erzeugt ein solches Multiplexsignal und ist somit eine preisgünstige und kompakte Alternative zu einem teu-

ren MPEG2-Encoder mit Multiplexer und angeschlossenen Standardgeneratoren. Er eignet sich zum Test und zur Inbetriebnahme von MPEG2-Übertragungsstrecken, als Ersatzsignalquelle bei Programmausfall sowie zum Abgleich und Test von Decodern und Fernsehgeräten. Und da der DVG seine Signale aus dem RAM und damit verschleißfrei „abspielt“, ist er insbesondere für den Dauerbetrieb prädestiniert. Kurzum eine praktische und immer verfügbare Signalquelle an allen Stellen, wo mit dem MPEG2-Signal umgegangen werden muß.

Struktur der MPEG2-Signale

MPEG2-Signale sind digitalisierte und in der Datenmenge stark reduzierte Bild- und Tonsignale. Zur Datenreduktion gibt es hierbei eine ganze Reihe von Verfahren im MPEG2-Standard [1]. Ein wesentlicher Faktor bei der Bildkomprimierung ist, daß zum Großteil nur Änderungen (Differenzbilder) übertragen werden. Deshalb bestehen die Signale des DVG aus Bewegtsequenzen, die im Endlosverfahren immer wieder abgespielt werden. Damit es aber zu keinem Sprung am Ende der Sequenz kommt, muß etwas beachtet werden: Die Programme im Transportstrom sind mit verschiedenen Zeitmarken (Presentation Time Stamp, PTS, und Decoding Time Stamp, DTS) ausgestattet, so daß der Decoder die Reihenfolge der übertragenen Bilder ermitteln und Synchronität mit dem Ton herstellen kann. Als Referenz dafür gibt es noch einen weiteren Zeitmarkentyp, die PCR (Program Clock Reference). Würde man die unveränderte Sequenz einfach nur wiederholen, so ergäbe es einen Sprung in den Zeitwerten, und alle nachgeschalteten Geräte müßten neu synchronisieren. Der DVG aber aktualisiert alle diese Zeitmarken für jedes Programm fortlaufend, so daß – obwohl sich die Szene immer wiederholt – ein kontinuierliches Signal generiert wird, wie es auch aus einem Encoder kommen würde (BILD 2). Und nur mit solchen kontinuierlichen Transportströmen ist ein reibungsloser und störungs-

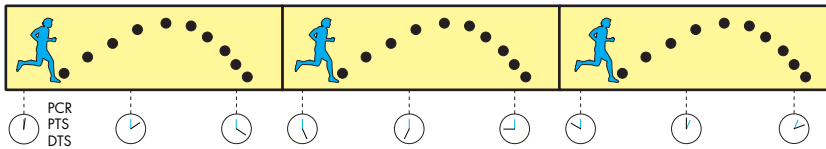


BILD 2 Fortlaufende PCR-, PTS- und DTS-Zeitwerte in wiederholten Sequenzen.

freier Test von MPEG2-Endgeräten und -Übertragungsstrecken möglich.

Welche Signale bietet der DVG?

Wie schon Bild 2 vermuten läßt, enthalten einige DVG-Transportströme Live-Sequenzen, also Bild und Ton, deren Qualität sich nicht mit Meßgeräten, sondern nur audiovisuell erfassen läßt. Diese Live-Sequenzen sind unerlässlich, damit die einwandfreie Funktion von Übertragungsgeräten und Decodern festgestellt werden kann, denn datenreduzierte Signale enthalten keine oder nur geringe Redundanz, was zur Folge hat, daß schon wenige Bitfehler zu deutlichen Qualitätsminderungen führen – insbesondere in den sich ändernden Bildteilen.

Doch nicht nur die Übertragung von Transportströmen muß kontrolliert werden, sondern auch die analoge Weiterverarbeitung in den Endgeräten. Der Test der D/A-Wandlung in Decodern und die Justierung der Bildgeometrie in Fernsehgeräten geschieht in der Regel mit Standbildern, und auch der analoge Signalweg des Tons muß abgeglichen beziehungsweise getestet werden. Deshalb sind im DVG auch die wichtigsten Testbilder und Tonsignale der Analogtechnik vorhanden. Für schnelle und automatisierte Tests mit Video- und Audioanalysatoren eignen sich insbesondere das Rohde & Schwarz-Codec-Testbild (BILD 3) und die genormte Tonsequenz CCITT-0.33.

Rohde & Schwarz hat dieses Testbild kreiert, damit sich neben allen notwendigen analogen Messungen gleichzeitig erkennen läßt, ob die MPEG2-Übertragung noch gegeben ist oder ob vom Decoder nur das zuletzt decodierte Bild angezeigt wird. Diesem Zweck dienen die vier halbbildweise rotierenden

Weißfelder und der innerhalb von 24 Bildern hin- und herpendelnde Weißfleck. Gehen bei der Übertragung einzelne Bilder verloren, so ist dies sofort durch eine Unregelmäßigkeit im Flackern der rotierenden Felder und in der stockenden Bewegung des Pendelflecks erkennbar. Der sich hin- und herbewegende Pendelfleck ist außerdem zur Laufzeitmessung geeignet.

Das Thema Datenübertragung im MPEG2-Multiplex ist auch bei den Programmanbietern noch offen. Es sind hier sicherlich viele Datendienste denkbar, aber in erster Linie wird der Fernsehkunde auch in Zukunft nicht auf den Videotext verzichten wollen. Deshalb muß auch die Übertragung von Videotextdaten kontrolliert werden. Als Testsignal hierzu setzt der DVG Videotext-Testseiten als Datenpakete in den Transportstrom-Multiplex.

Mit diesem Signalangebot ist die Leistungsfähigkeit des DVG noch nicht erschöpft. Durch Anschluß einer Tastatur, einer Maus und eines VGA-Monitors wird der Signalgenerator DVG zu einem PC und bietet dadurch weitere Features bei der Signalgenerierung. Das Programmpaket Stream Combiner[®] beispielsweise versetzt den MPEG2-Profi in die Lage, eigene Signale zu erzeugen und Sondereinstellungen an den Systeminformationsdaten vorzunehmen. Er kann damit sogar Fehler in den Transportstrom einbauen.

Einfache Bedienung und vielfältige Schnittstellen

Alle wichtigen Konfigurationsdaten der Transportströme lassen sich gut vom eingebauten LC-Display ablesen. In der Regel genügen die Daten, die der DVG am Display angibt; wer aber genauere Informationen benötigt, der kann einen

Drucker oder VGA-Monitor anschließen. Auf Knopfdruck sind damit alle Informationen über den Transportstrom verfügbar. Neben der RS-232-C-Fernsteuerschnittstelle verfügt der DVG noch über eine PCMCIA-Schnittstelle. Dieser PCMCIA-Stecker, wie er auch an jedem Laptop zu finden ist, dient zum Anschluß von SCSI-Interfaces, Netzwerkkarten, Wechselfestplatten oder eines CD-ROM-Laufwerks als Signalvorratsspeicher.

Der gewählte Transportstrom steht an drei Ausgängen des DVG zur Verfügung. Der Ausgang TS Parallel an der Gerätefrontseite ist ein synchrones, paralleles Interface in LVDS-Technik. Der Pegel dieses Ausgangs wurde auf die obere Grenze der DVB-Norm A010 [2] gelegt, damit mindestens zwei Geräte an diesen Ausgang angeschlossen werden können. Ebenfalls zwei Geräte können mit den beiden seriellen, asynchronen Ausgängen (TS ASI) betrieben werden, von denen sich je einer an

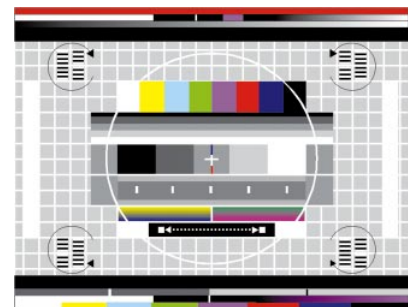


BILD 3 Rohde & Schwarz-Codec-Testbild.

Front- und Rückseite des DVG befindet. Es sind dies die beiden Schnittstellentypen, die sich als die Standardschnittstellen herauskristallisiert haben.

Mit all diesen Signalen, Schnittstellen und Konfigurationsmöglichkeiten ist der DVG nicht nur eine kompakte, sondern auch eine wirklich universelle MPEG2-Signalquelle und damit ein unverzichtbares Hilfsmittel für die MPEG2- und DVB-Meßtechnik.

MPEG2-Meßdecoder DVMD

Mit der Überwachung und Analyse des MPEG2-Transportstroms nimmt der Meßdecoder DVMD (siehe Bild 1) eine völlig neuartige, aus der Einführung des digitalen Fernsehens resultierende Meßaufgabe wahr. Die Messungen sind zur Sicherstellung des störungsfreien Zusammenspiels aller Komponenten eines DVB-Übertragungsnetzes notwendig. Zusätzlich gibt der DVMD Auskunft über den Inhalt des Transportstroms und decodiert ein darin enthaltenes Programm. Die Meßergebnisse der Protokollanalyse können so mit der Decodierbarkeit von Bild und Ton verglichen werden. Damit liefert der Meßdecoder nicht nur umfassende Informationen zur Qualität des zu messenden Transportstroms, sondern schafft auch die notwendige Transparenz für den sicheren Umgang mit der neuen Technik.

Für Fehler bleibt kein Schlupfloch: Protokollüberwachung online

Umfangreiche hochintegrierte Hardware in Kombination mit einem leistungsstarken Signalprozessorsystem bietet die Voraussetzung für eine kontinuierliche und umfassende Überwachung und Analyse eines Transportstroms. Die Auswertung geschieht grundsätzlich in Echtzeit. Außerdem werden nicht nur einzelne Teilströme oder Programme betrachtet, sondern die Integrität des gesamten Transportstroms wird überprüft. Damit kann die Einhaltung von Protokollen und Parameterwerten außer mit Labormessungen auch während des Sendebetriebs zeitlich und inhaltlich lückenlos nachgewiesen werden.

Die Grundlage für die Überwachung und Analyse des Transportstroms bilden die von der Measurement Group im Technical Module des Europäischen DVB-Projekts vereinbarten Forderungen [3]. Die dort definierten Tests sind nach ihrer jeweiligen Bedeutung in drei Prioritätsstufen eingeteilt. Die Tests der ersten Priorität prüfen die Synchronisierbarkeit des Transportstroms und den

MONITORING/STATISTIC			
FIRST PRIORITY ERROR			
[00] TS SYNC	[08] SYNC BYTE		
[00] PAT	[05] CONT COUNT		
[00] PMT	[00] PID		
SECOND PRIORITY ERROR			
[05] TRANSPORT	[02] CRC		
[00] PCR	[] PCR ACCUR		
[] PTS	[00] CAT		
THIRD PRIORITY ERROR			
[01] NIT	[02] SI REPEAT		
[] UNREF PID	[00] SDT		
[00] EIT	[00] RST		
[] TDT			
ELAPSED TIME : 00:21:17			

BILD 4 Fehlerstatistik des MPEG2-Meßdecoders DVMD.

MONITORING/REPORT			
NO	TIME	EVENT	PID
000	12:15:00	START	
001	12:43:21	CRC	PMT 0132
002	14:30:06	TS SYNC	LOSS
003	14:35:00	TS SYNC	OK
004	17:40:13	CONT_COUNT	LOST_P 1226
005	18:32:20	TRANSPORT	0064
007	15-MAY-96		
008	07:32:57	TRANSPORT	0068
009	07:32:59	TRANSPORT	0068
010	08:14:07	PMT	REP 0132
---	10:25:36		
ELAPSED TIME 22:10:36			

BILD 5 Meßreport des DVMD.

DECODER/SELECT PROGRAM				
NO	NAME	ELEMENT CA	Mbit/s	
ALL	6 PROGRAMS		38.132	
1020	ARD	UaAd	6.001	
1080	ZDF	UAD	5.996	
1102	ORF2	UaAd	6.000	
1440	SRG1	UaAd	6.194	
1690	MTU	UaAd	5.127	*
1830	PREMIERE	UaAd	8.385	*
15 MAY 96 11:43:23				

BILD 6 Vom DVMD ermittelte Datenraten aller im Transportstrom enthaltenen Programme.

ordentlichen Zugriff auf die enthaltenen Programme. Die Tests zweiter Priorität erkennen Übertragungsfehler und testen die Zeitreferenzen der Elementarströme, während die Tests der dritten Priorität die Einhaltung der DVB-Richtlinien bezüglich der Service-Informationen überwachen.

Alle drei Prioritätsstufen finden während der Transportstromüberwachung durch den DVMD volle Berücksich-

tigung. Im Fall des Auftretens von Fehlern werden je nach Art des Fehlers spezifische Detailinformationen gegeben, die Rückschlüsse auf die jeweilige Fehlerursache zulassen. Aufbauend auf diesem Überwachungssystem ist die Möglichkeit der Triggerung auf das Eintreten eines bestimmten oder auch beliebigen Fehlerfalls gegeben (Trigger on Error). Dann wird der Transportstrom in der Umgebung des Trigger-Ereignisses aufgezeichnet und kann über eine serielle Schnittstelle ausgelesen und einer detaillierten Analyse unterzogen werden.

Gerade die Möglichkeit des Online-Betriebs bietet speziell dem Netzbetreiber eine bedeutende Analyseform, nämlich die Ermittlung der Datenraten von Transportstrom, Programmen und Elementarströmen. Sie geben Aufschluß über die Netzauslastung und sind maßgeblich für die Übertragungskosten. Sämtliche Datenraten werden dabei nicht aus den Service-Informationen des Transportstroms abgeleitet, sondern online berechnet.

Die Decodereinheit: notwendige Ergänzung und zweites Gerät zugleich

Der DVMD verknüpft Meßgerät und Decoder zu einer Einheit und nutzt die Decodierung als ergänzende Meßmethode. So sind die Auswirkungen der unterschiedlichen Meßergebnisse unmittelbar zu sehen und zu hören. **Bild und Ton** werden jeweils in analoger und digitaler Form angeboten:

- analog Video in PAL, NTSC oder SECAM (zwei Ausgänge),
- analog Video Y und C,
- digital seriell Video (ITU-R 601/270 Mbit/s),
- analog Audio L/R (jeweils zwei Ausgänge),
- digital Audio AES/EBU.

Damit bleibt der audiovisuelle Inhalt eines Transportstroms nicht verborgen und kann in decodierter Form weitergeleitet werden.

Keine Einschränkung bei verschlüsselten Programmen

Der DVMD kann auch bei verschlüsselten Programmen eingesetzt werden. Die Protokollüberwachung bleibt von verschlüsselten Programmen unbeeinflusst, weil die dafür relevanten Daten nicht verschlüsselt sind. Für die Decodierung verschlüsselter Programme ist ein vom DVB-Projekt definiertes Common Interface [4] vorhanden. In Kombination mit einer vom Programmanbieter zu erwerbenden Entschlüsselungskarte bleibt damit auch bei verschlüsselten Programmen nichts verborgen.

Bedienung und Anzeige menügeführt

Bedienung und Anzeige können über das LC-Display des DVMD und zusätzlich mit einem Fernsehmonitor über die OSD-Funktion (On Screen Display) erfolgen. Die OSD-Funktion blendet dazu die Menüs mehrfarbig und mit einstellbarer Transparenz in das decodierte Bild ein (siehe Bild 1). Sie erlaubt die übersichtliche Darstellung detaillierter Meßergebnisse. Folgende **Meßmenüs** sind realisiert:

- gemeinsame Darstellung von Fehlerzählern für alle überwachten Parameter (BILD 4),
- Mitschreiben eines Meßreports mit Detailinformationen (BILD 5),
- Anzeige aller im Transportstrom enthaltenen Programme mit Informationen zu Programmzusammensetzung, Datenraten und Verschlüsselung (BILD 6),
- Auflistung aller Elementarströme eines Programms mit zugehörigen Datenraten.

Außerdem ist für die unmittelbare Anzeige der Tests erster Priorität (Ts_synchron, Sync_byte, PAT, Continuity_count, PMT [3]) sowie der wichtigsten Tests zweiter Priorität (Transport_error, CRC) jeweils eine LED an der Gerätefrontseite vorhanden. Alle weiteren Tests zweiter und dritter Priorität werden gesammelt mit einer zusätzlichen LED angezeigt.

Komfortable Fernsteuerung

Der DVMD ist voll fernsteuerbar. Alle Einstellungen und Abfragen sind über eine serielle Schnittstelle möglich. Zusätzlich können Dateninhalte des Transportstroms ausgelesen und einer genaueren Analyse zugeführt werden. Dabei kann es sich zum einen um Datenabschnitte mit Syntaxfehlern (Trigger on Error) oder um gefilterte Datenanteile (z. B. nur Pakete eines Teilstroms oder nur Pakete mit Adaptation Field) handeln.

Der DVMD bietet damit insgesamt mehr als nur den Einstieg in eine neue Fernsehmeßtechnik. Er ermöglicht den umfassenden Einblick in Aufbau und Zusammensetzung sowie die detaillierte

Überwachung und Analyse von Protokollen eines jeden MPEG2-Multiplexdatenstroms.

Michael Fischbacher; Harald Weigold

LITERATUR

- [1] ISO/IEC 13818: Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information.
- [2] DVB Document A010: Interfaces for CATV/SMATV Headends and Similar Professional Equipment.
- [3] DVB-TM 1601: Measurement Guidelines for DVB-Systems.
- [4] DVB-TM 1341: Common Interface Specification for Conditional Access and other Digital Video Broadcasting Decoder Applications.

Kurzdaten MPEG2-Generator DVG und MPEG2-Meßdecoder DVMD

DVG

Ausgangssignale	Transportstrom gemäß ISO/IEC 13818-1
Länge der Transportstrompakete	188/204 Bytes (einstellbar)
Datenraten des Transportstroms	0,6...54 Mbit/s (einstellbar)
Gesamtdatenrate der Elementarströme	bis zu 15 Mbit/s
Gesamtdatenmenge der Elementarströme	100 Mbit
Signalvorrat	ca. 20 Transportströme (MP@ML), Bewegtbildsequenzen, Testbilder, Testtöne, Videotext
Signalausgänge	1 x TS-Parallel (gemäß DVB-A010), 2 x TS-ASI (gemäß DVB-A010)
Schnittstellen	Anschlußmöglichkeiten von PC-Peripherie

DVMD

Eingangssignale	Transportstrom gemäß ISO/IEC 1-13818
Länge der Transportstrompakete	188/204 Bytes
Datenraten des Transportstroms	0,6...54 Mbit/s
Signaleingänge	1 x TS-Parallel (gemäß DVB-A010), 2 x TS-ASI (gemäß DVB-A010)
Messungen gemäß DVB-TM 1601	1. Priorität Ts_synchron, Sync_byte, PAT, Continuity_count, PMT, PID) 2. Priorität (Transport_error, CRC, PCR, PCR_accuracy, PTS, CAT) 3. Priorität (NIT, SI_repetition, Unreferenced_PID, SDT, EIT, RST, TDT)
Weitere Messungen	Trigger on Error, Datenraten von Gesamtstrom und Teilströmen
Decoderausgänge	
Video	2 x CCVS, 1 x Y/C, 1 x ITU-R 601
Audio	2 x Analog Audio L/R (LEMO), 1 x AES/EBU
Schnittstellen	RS-232-C

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/07

100/200-W-DAB-Transistorsender NL5010/5020

Terrestrische L-Band-Versorgung mit digitalem Hörfunk

Mit dem 100/200-W-DAB-L-Band-Transistorsender NL5010/ 5020 vervollständigt Rohde & Schwarz sein DAB-Senderspektrum und bietet nun ein Programm für alle DAB-Frequenzen an. Der neue Hörfunksender arbeitet im Frequenzbereich 1452 bis 1492 MHz und entspricht selbstverständlich voll dem Anforderungsprofil eines modernen DAB-Senders.

Im Rahmen des europäischen Projektes EUREKA 147 haben renommierte Forschungsinstitute, Rundfunkanstalten und Industriefirmen eine internationale Systemspezifikation für das Hörfunksystem DAB (Digital Audio Broadcasting) erarbeitet (ETS300401) und 1994 veröffentlicht. Rohde & Schwarz war von Anfang an maßgeblich daran beteiligt [1].

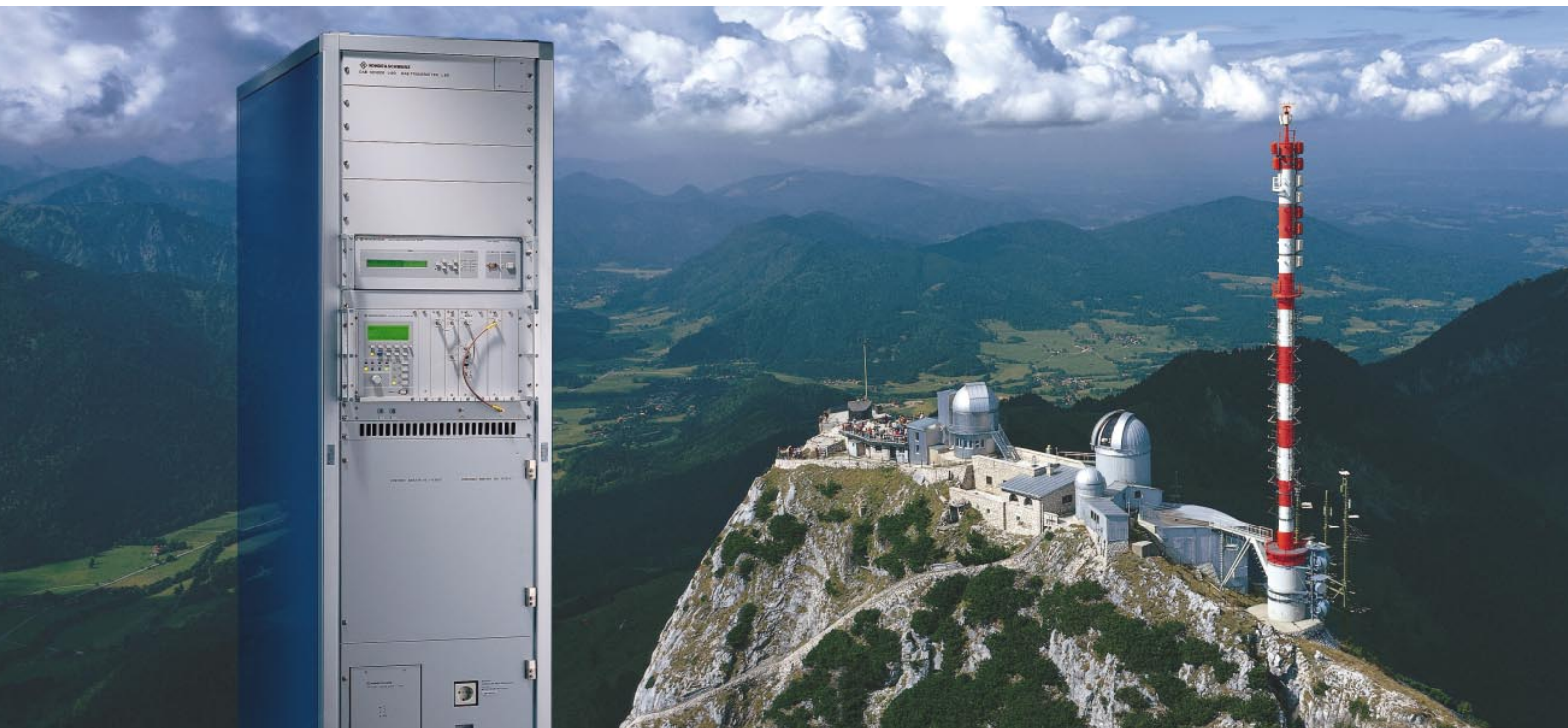
BILD 1 100-W-DAB-Transistorsender NL5010. Die 200-W-Version enthält zusätzlich einen zweiten Verstärkereinschub im Sendergestell. Bereits über ein Jahr ist dieser Sendertyp erfolgreich am Senderstandort Wendelstein des weltweit größten DAB-Hörfunknetzes im Einsatz. Foto 42 530

Die auf dieser Basis entwickelten L-Band-Sender NL5010 (100 W) und NL5020 (200 W) komplettieren jetzt das DAB-Senderprogramm und fügen sich in Design, Qualität und Bedienphilosophie in die Reihe der bewährten Rohde & Schwarz-Sender ein [2]. Sie bestehen im wesentlichen aus den Komponenten COFDM-Modulator MCM01 [3], Steuersender SD100A2, Verstärker VL5010, Primärschaltnetzteil IN916 sowie Netzverteilung und Hochdrucklüfter, die alle als Einschübe in einem Kastengestell untergebracht sind (BILD 1). Durch einen neuen Senderverstärker kann der Ausgangsbandpaß zur Be-

grenzung der Außerbandaussendungen – anders als bei bisherigen Sendern – im Gestell integriert werden. Weiterhin ist Platz für ein GPS-Frequenznormal (Option).

Funktion

Je nach Art der Zubringung des ETI (Ensemble Transport Interface) zum Senderstandort gelangt dieses Signal vom Satellitendemodulator oder aus anderer Quelle zum COFDM-Modulator MCM01 (BILD 2). Dieser realisiert in digitaler Form die $\pi/4$ -Shift-DQPSK-Modulation der Daten auf die vom gewählten DAB-Modus abhängige Anzahl von Trägern. Dieses Basisband-DAB-Signal mit einer spektralen Breite von etwa 1,5 MHz und einer Mittenfrequenz von 2,048 MHz wird dem Steuersender SD100A2 zugeführt. Nach Mischung auf eine feste ZF (38,902 MHz) wird es dann in Betrag und Phase entzerrt und anschließend in die L-Band-Endfrequenz von 1452 bis 1492 MHz umgesetzt (Einstellschrittweite 25 Hz). In dieser Frequenzlage wird das HF-Signal im Ausgangsverstärker des Steuersenders verstärkt und gelangt beim 100-W-Sender direkt und



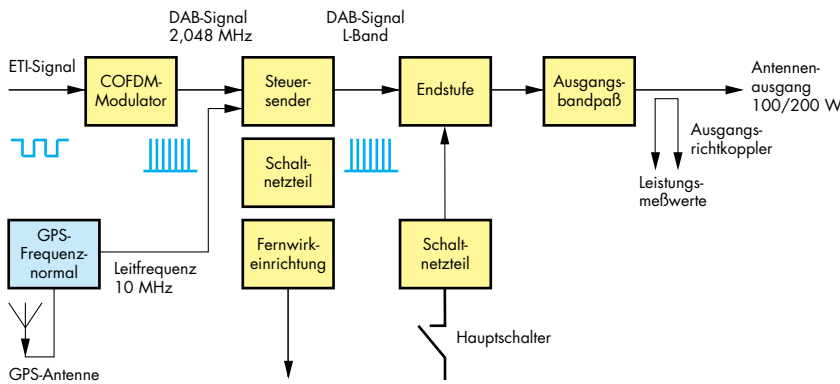


BILD 2 Prinzipschaltung des 100/200-W-L-Band-Senders.

beim 200-W-Sender über einen Powersplitter zur Endstufe des Senders.

Alle Bedienvorgänge (z. B. Ein/Aus, Leistungs- und Frequenzeinstellung oder Entzerrung) erfolgen am Steuersender menügeführt über ein hintergrundbeleuchtetes LC-Display und Tasten. Der Steuersender zeigt auch alle relevanten Betriebszustände des Senders an und übernimmt außerdem die Überwachung und Steuerung des Senders. Die Fernwirk-einrichtung gestattet das potentialfreie Ein- und Ausschalten sowie die Überwachung des Betriebszustands des kompletten Senders.

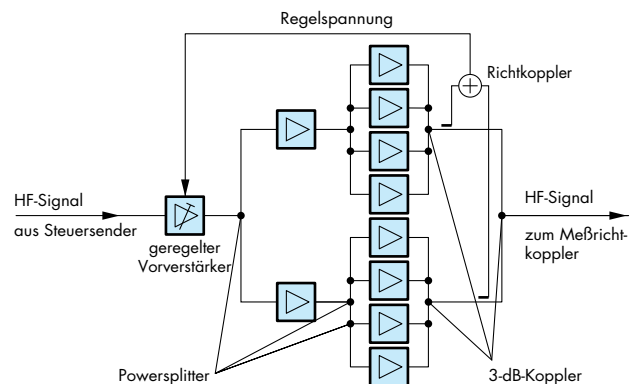
Soll mit dem DAB-Sender ein Gleichwellen-Sendernetz aufgebaut werden, so muß die geforderte Frequenzstabilität der Sender untereinander

ausreichende Kühlung von Netzteil und Verstärker sorgt ein Hochdrucklüfter; er kann sowohl mit Raum- als auch mit Außenluft arbeiten. Alle Komponenten sind so konzipiert, daß zur Luftfilterung ein relativ kleines Grobfilter ausreicht.

DAB-Senderverstärker

Das DAB-Signal ist ein Multiträgersignal, dessen Information in der relativen Phasenlage der $\pi/4$ -Shift-DQPSK-modulierten Einzelträger enthalten ist. Bei informationsbedingt zufällig gleicher Phasenlage vieler Träger kann es im kritischsten Fall durch Addition der Amplituden der Einzelträger kurzzeitig zu einer hohen Summenspannung kommen, und die Aussteuerung des Endverstär-

BILD 3 Verstärker des DAB-Transistor-senders NL5010.



($\Delta f/f = \pm 1 \times 10^{-9}$) durch ein hochgenaues GPS-Frequenznormal sichergestellt werden. Dieses liefert eine Leitfrequenz von 10 MHz und bietet außerdem eine standortunabhängige Verfügbarkeit der Referenzfrequenz. Ein Richtkoppler vor dem Antennen-ausgang speist den HF-Meßausgang und koppelt die Vor- und Rücklaufleistung zur Anzeige im Display des Steuersenders aus.

Das mit automatischer Steckung ausgestattete und primär getaktete Schalt-netzteil versorgt den DAB-Sender mit allen nötigen Spannungen. Die Netz-vertei-lung enthält das Schütz zur Einschaltung des Hochdrucklüfters sowie einen Phasenwächter, der die Netz-Vorhanden-Meldung für die Dreipha-senversorgung des Senders abgibt. Für

kers ist überdurchschnittlich hoch. Der Endverstärker muß deshalb über den gesamten Aussteuerbereich hochlinear sein, damit Intermodulationsprodukte innerhalb und außerhalb des Nutz-frequenzbereichs gering bleiben.

Speziell für diese Anforderungen hat Rohde & Schwarz den volltransistorierten L-Band-DAB-Senderverstärker VL5010 entwickelt. Schon ohne Ausgangsbandpaß erreicht der entzerrte Verstärker einen Schulterabstand von über 30 dB. Das aus dem Steuersender kommende HF-Signal gelangt im L-Band-Verstärker über einen Vorverstärker, Powersplitter und zwei weitere Verstärkerstufen in je vier parallelgeschaltete Push-Pull-Verstärker (BILD 3). Am Ausgang dieser Parallelschaltungen greift ein Richtkoppler die Teilleistung



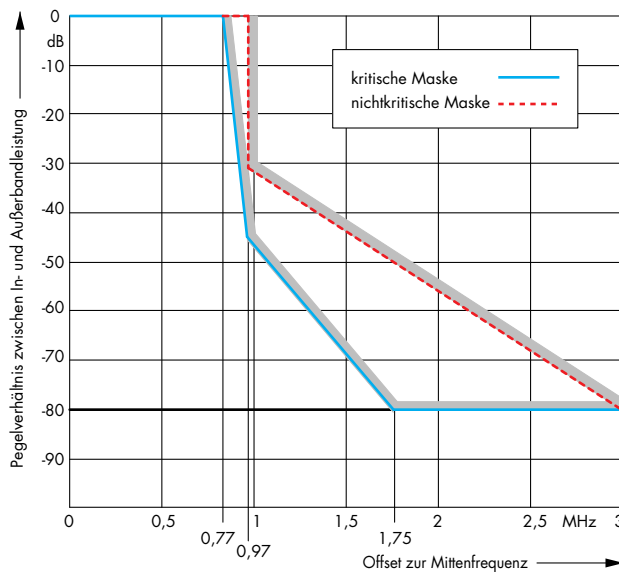


BILD 4 Spezifikation für DAB-Aussendungen im L-Band (Meßbandbreite 4 kHz).

ab und führt sie der Regelung im Vorverstärker zu. Durch Schutzschaltungen der einzelnen Module wird im Fall eines defekten Transistors das Hochregeln der anderen Module verhindert. Dies hat eine hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer des Gesamtverstärkers zur Folge. An beiden parallelgeschalteten Verstärkermodulen befindet sich ein Temperatursensor, der bei zu hoher Temperatur des speziell angefertigten Aluminiumkühlers den Träger abschaltet. Am Ausgang jedes 100-W-Moduls schützt ein Zirkulator die Transistoren des Senderverstärkers gegen beliebig hohe Fehlanpassungen.

Frequenzbereich spezifizierte Maske (BILD 4). Diese legt fest, welchen Pegel Aussendungen außerhalb des durch die Träger selbst belegten Frequenzbereichs maximal haben dürfen.

Im Herbst 1995 wurde das erste europäische DAB-Pilotprojekt in Bayern gestartet [4]. Seitdem beweisen die Rohde & Schwarz-Sender ihre ausgezeichnete Qualität und Flexibilität als Einzelsender oder im Gleichwellennetz weit über die Grenzen Bayerns und Deutschlands hinaus. Dank der hohen Kompetenz auf dem Gebiet von DAB konnte Rohde & Schwarz bei allen bis-

herigen DAB-Projekten (ARD-Pilotprojekte, Deutsche Telekom, Australien, Schweiz, Schweden usw.) als System- und Komponentenlieferant einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Projekte leisten.

Rainer Steen; Johannes Steffens

LITERATUR

- [1] Mayr, J.: DSR und DAB – Digitaler Rundfunk heute und morgen. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 145, S. 44–45.
- [2] Steen, R.: 250-W-DAB-Transistorsender SM225D1 – Terrestrischer Hörfunksender für Digital Audio Broadcasting. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 148, S. 29–31.
- [3] Heinemann, C.: COFDM-Modulator MCM01 – Kanalcodierung und Modulation für Digital Audio Broadcasting. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 148, S. 26–28.
- [4] Kalthoff, W.: In Bayern hat die Hörfunkzukunft begonnen. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 149, S. 48–49.

Praktischer Einsatz

Im Juli 1995 haben die Teilnehmer des T-DAB-Planning-Meetings in Wiesbaden die Frequenz- und Bandaufteilung für terrestrische DAB-Aussendungen festgelegt. Alle bisher von Rohde & Schwarz gelieferten DAB-Sender arbeiten in den zugelassenen Frequenzbereichen 174 bis 240 MHz und 1452 bis 1492 MHz. Aber auch für die Bereiche 47 bis 68 MHz und 87,5 bis 108 MHz bietet Rohde & Schwarz Sender an und deckt damit das gesamte für DAB-Sender vorgesehene Frequenzspektrum ab. Der neue DAB-Transistorsender erfüllt mit seinem Vierkreis-Ausgangsbandpaß die für seinen

Kurzdaten 100/200-W-DAB-Transistorsender NL5010/5020

Frequenzbereich	L-Band, 1452...1492 MHz
Eingangssignal	ETI Vers. 4.0
Ausgangssignal	gemäß ETS300401
HF-Ausgangsleistung	100 W (NL5010)/200 W (NL 5020)
Intermodulationsabstand ($f_o > \pm 977$ kHz)	>30 dB
Max. Frequenzfehler ohne/mit GPS-Gerät	$1 \times 10^{-7} / 1 \times 10^{-9}$
Netzspannung	$3 \times 400 \text{ V} \pm 15\%$
Leistungsaufnahme	1,3/2,3 kW
Kühlluftbedarf	ca. 7/13 m ³ /min
Maße (B x H x T)	583 mm x 2026 mm x 1000 mm
Gewicht	ca. 275/310 kg

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/08

Fernsehsender-Meßsystem TS6140

Garant für höchste Signalqualität im Fernsendedernetz

Hält der Fernsehsender die Pflichtenheftswerte noch ein? Kann man beim Service einzelne Parameter gezielt messen? Kann man Bedienfehler beim Service vermeiden? So oder so ähnlich lauten die Fragen eines TV-Netzbetreibers. Die Antwort von Rohde & Schwarz: Alles kein Problem mit dem Fernsehsender-Meßsystem TS6140, der nunmehr vierten Generation der R & S-TV-Meßsysteme.



Inbetriebnahme und Unterhalt von Fernsendedern erfordern eine entsprechend hochwertige Meßeinrichtung, damit die verlangte hohe Übertragungsqualität sichergestellt werden kann. Neben den Prüfzeilen-Meßsystemen für die Überwachung der TV-Sender während der Programmausstrahlung bietet Rohde & Schwarz für ausführliche Messungen der Übertragungseigenschaften im Vollbild außerhalb der Programmzeiten jetzt das Fernsehsender-Meßsystem TS6140 an (BILD 1), das auf dem Meßsystem UCMF basiert [1]. Es stellt sich als sicheres und komfortables Meßsystem dar, bei dem neben dem vollständigen Handbetrieb rechnergestützte Meßprogramme die Bedienung vereinfachen und Fehlmessungen ausschließen.

Arbeitsweise und Aufbau

Das Fernsehsender-Meßsystem TS6140 enthält alle Einrichtungen, die zum Messen der Übertragungseigenschaften eines Fernsendeders gemäß deutschen Pflichtenheften [2; 3] erforderlich sind (BILD 2). Im Signalwähler MFA703 werden je nach Meßaufgabe die Verbindungen für die Video- und Audio-signale zum und vom TV-Sender, die Zusammenschaltung der Meßgeräte untereinander sowie die RF- und ZF-Verbindungen zwischen Meßsystem und Sender hergestellt. Außerdem sorgt er für die Kompensation des Frequenzgangs der Meßkabel. Der Anschluß zum TV-Sender erfolgt durch Einzelverkabelung, die bei Bedarf zum Anschluß alternativer Meßobjekte (z. B. Meßdemodulator oder Ballempefänger) gelöst werden kann. Meßein- und -ausgänge

BILD 1 Fahrbare Ausführung des Fernsehsender-Meßsystems TS6140 für umfangreiche Messungen an Bild und Ton außerhalb der Programmzeiten.
Foto 42 486

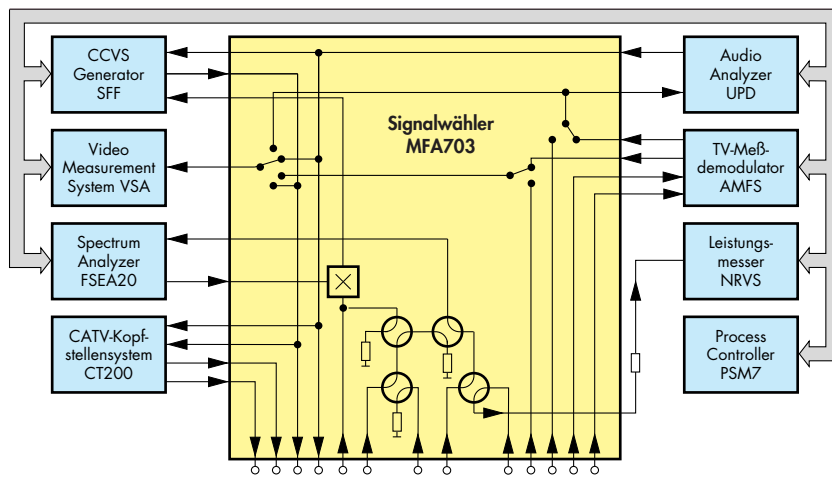


BILD 2 Prinzipschaltung des Fernsehsender-Meßsystems TS6140.

für Video- und Audiosignale an der Frontseite des Meßsystems dienen zum Messen von Einzelgeräten oder Platinen, beispielsweise bei Reparaturen. Diese Verbindungen sind ebenfalls über den Signalwähler schaltbar. Zur Steuerung und zum Auslesen der Meßergebnisse sind alle Geräte über entsprechende Schnittstellen (IEC-Bus, serielle Schnittstellen) mit dem Process Controller PSM7 verbunden. Das flexible Konzept des Systems erlaubt die Anpassung auch an kundenspezifische Aufgaben.

Eigenschaften und Anwendung

Das Fernsehsender-Meßsystem TS6140 wird menügeführt über den Process Controller bedient. Das **Bedienprogramm** wurde als Anwendungsprogramm unter Microsoft Windows entwickelt, dessen grafische Benutzeroberfläche eine komfortable und leistungsstarke Betriebsumgebung bietet. Selbstverständlich ist der Betrieb des TS6140 auch vollständig manuell möglich, so daß sich gezielt Einzelmessungen durchführen lassen. Die Signalwegschaltung geschieht dabei über das Bedienfeld MFA801 oder über die grafische Benutzeroberfläche am Process Controller. Die Signalwege werden anschaulich und übersichtlich in Form von Sym-

bolen und Blockschaltbildern dargestellt. Bei Auswahl mit dem Mauszeiger wird die Durchschaltung sofort aktiviert. Die Meßgeräte werden über die Bedienelemente an der jeweiligen Frontplatte eingestellt und die Meßergebnisse über die Frontplatten-Displays der Einzelgeräte ausgewertet.

Bei Servicearbeiten kann sich der Anwender der **rechnergestützten Messung** bedienen: Er wählt aus einer Liste von vorbereiteten Einzelmessungen den gewünschten Punkt aus und führt die Messung im Dialog mit dem Rechner durch. Über die grafische Benutzeroberfläche werden die bei der Meßaufgabe möglichen Parameter eingestellt (BILD 3). Der Rechner übernimmt je nach Meßaufgabe die Geräteeinstellungen, die Signalwegschaltung und die Darstellung der Meßergebnisse.

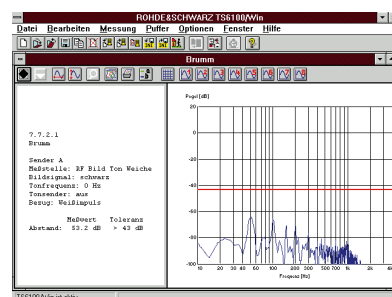


BILD 3 Bedienprogramm für eine Einzelmessung.

Die Ergebnisse der einzelnen Messungen werden in einer Datenbank auf der Festplatte gespeichert und können auch auf Diskette exportiert werden. Für jede Einzelmessung lassen sich Kommentare hinzufügen und später mit ausdrucken.

Weitere Unterstützung bietet das Fernsehsender-Meßsystem TS6140 bei Abnahmemessungen oder bei der Dokumentation des Zustands vor und nach Reparaturarbeiten mit den **automatischen Messungen**. Der Bediener wählt die durchzuführenden Messungen aus einer Tabelle und legt das Ziel der gemessenen Daten (Speichern, Drucken) fest. Nach Quittieren dieser Einstellungen werden die Messungen automatisch der Reihe nach abgearbeitet. Die Parameter für die jeweilige Meßaufgabe (Meßstelle, Bildsignal usw.) sind ebenfalls individuell konfigurierbar. Mit den automatischen Messungen werden alle jene Punkte abgedeckt, die zur Abnahme eines Fernsehsenders nach Pflichtenheft erforderlich sind. Zu jeder Zeit steht die ausführliche Hilfefunktion zum TS6140 zur Verfügung und erlaubt ein Arbeiten ohne Handbuch.

Besondere Meßmöglichkeiten

Gegenüber den früheren Fernsehsender-Meßsystem-Generationen bietet das TS6140 **eine Reihe neuer Meßeigenschaften**:

- Außer am Fernsehsender sind auch Messungen am Meßdemodulator, Ballem Empfänger, Umsetzer und VF-Verstärker möglich.
- Der Bild-Ton-Modulator CT200-VS mit Ton2-Coder/Modulator CT200-S2 und Up Converter CT200-UP erzeugt die benötigten Meßsignale in der ZF- und RF-Ebene.
- Der Leistungsmesser NRVS mit dem Leistungsmeßkopf NRVS-Z31 erfaßt präzise und schnell die an 50 Ω verfügbare maximale Hüllkurvenleistung periodisch gepulster RF-Signale und wird hier zur Direktmessung der Synchronspitzenleistung eingesetzt. Auskoppel- und Leitungsdämpfungen werden eingerechnet und korrigiert.

- Mit dem Spectrum Analyzer FSEA20 [4] mit Mitlaufgenerator ist neben dem Analysator-Betrieb auch die Messung der Frequenzen möglich. Der Frequenzzähler kann an eine externe Referenz angebunden und die Auflösung bis zu 0,1 Hz eingestellt werden. Die Auflösebandbreite des Analysators ist von 10 Hz bis 10 MHz in 1-, 2-, 3-, 5-Stufung wählbar, der Dynamikbereich beträgt 95 dB. Mit dem FSEA20 und dem Mischer im MFA703 wird auch die Messung des Amplitudenfrequenzgangs in der RF- und VF-Ebene vorgenommen.
- Die Zweiton-Betriebsdaten mißt der Audio Analyzer UPD [5]. Die zuschaltbaren Bewertungsfilter gestatten die Messung des bewerteten und unbewerteten Störpegels nach DIN/CCIR, der Mitlaufbandpaß dient der Messung des Stereo- und Kanalübersprechens und der Klirrfaktormesser der Ermittlung von Gesamt- und Einzelklirrfaktoren.
- Zur Messung der Signale in der Zeitebene und zur Bestimmung der Gruppenlaufzeit wird das Video Measurement System VSA eingesetzt [6]. Aus dem anliegenden Ein-

gangssignal berechnet der Video- und FFT-Analysator des VSA gleichzeitig bis zu 150 Signalparameter. Die Auswertung des am $\sin x/x$ -Signal mit Fast-Fourier-Transformation berechneten Frequenzspektrums liefert die Kurve der Gruppenlaufzeit.

Als erster Sendernetzbetreiber hat der Westdeutsche Rundfunk bereits seit einigen Monaten an drei Standorten das moderne Fernsehsender-Meßsystem TS6140 in Betrieb und wird in Kürze weitere sechs Sendestationen sowie ein Meßlabor mit den Systemen ausrüsten.

Walter Deschler; Gerhard Strauss

LITERATUR

- [1] Deschler, W.: Fernsehsender-Meßsystem UCMF – Service für Bild und Ton. Neues von Rohde & Schwarz (1992) Nr. 138, S. 18–20.
- [2] DBP/ARD: Pflichtenheft Nr. 5/1.0, Teil 1 und 2.
- [3] DBP/ARD: Pflichtenheft Nr. 5/2.1, Januar 1992.
- [4] Wolf, J.: Spectrum Analyzer FSEA/FSEB – Neue Dimensionen in der Spektralanalyse. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 148, S. 4–8.
- [5] Kernchen, W.: Audio Analyzer UPD erzeugt und mißt analoge und digitale Audiosignale. Neues von Rohde & Schwarz (1992) Nr. 139, S. 13–15.
- [6] Bichlmaier, T.; Finkenzeller, R.: Video Measurement System VSA – Vier TV-Meßgeräte plus Controller in einem Kompaktgerät. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 147, S. 18–21.

Meßparameter des Fernsehsender-Meßsystems TS6140

Messungen am Bildsender

Senderleistung, Bild-Ton-Abstand, Frequenzen, Nebenaussendungen, Pegelverhältnisse, Amplitudenfrequenzgang, VF-Gruppenlaufzeit, Dachschräge, Einschwingen, Statische Linearität, Dynamische Linearität, Differentielle Verzerrungen, Phasenhub des Bildträgers, Intermodulation, Störmodulation, Differenzträgerstörabstand

Messungen am Tonsender

Frequenzhub (Pegelung), Differenzhub, Amplitudenfrequenzgang, Preemphasis, Stereo- und Kanalübersprechen, Klirr- und Differenztonfaktor, FM-Störmodulation, Polung

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/09

EMV-Systemlösungen: Wie Sie selbst nach dem Rechten sehen können

Unter diesem Motto startete die Siemens Matsushita Components eine umfangreiche Anzeigenkampagne zum Stichtag 01.01.1996, ab dem unwiderruflich elektronische Erzeugnisse dem deutschen EMV-Gesetz (EMVG) unterliegen. Das Angebot an einschlägigen Meßgeräten, Zubehör und Software-Paketen ist größer geworden, und kleinere und mittlere Unternehmen haben jetzt die Möglichkeit, mit eigenem Personal und Equipment zumindest einen Teil solcher EMV-Messungen durchführen zu können. Mittelpunkt einer dieser Anzeigen, in denen Siemens Matsushita Components ihre EMV-Produktpalette vorstellt, ist ein EMV-Meßplatz von Rohde & Schwarz, zu dem neben der Meßantenne der Rechner mit Meß-Software (links im BILD), der Meßempfänger (Mitte) sowie der Signalgenerator, die Netznachbildung und der Leistungsverstärker gehören (rechts von unten nach oben).

Der EMV-Bereich von Rohde & Schwarz ist gleichzeitig Vorreiter und Weltmarktführer für EMC-Compliance-Meßtechnik. Aktive Mitarbeit in internationalen Standardisierungsgremien gewährleistet, daß Hardware und Software immer normenkonform sind. Kompetenz und Leistungsstärke beweist auch die Tatsache, daß das größte Meßzentrum Europas in Greding von Rohde & Schwarz konzipiert, ausgestattet und schlüsselfertig übergeben wurde und daß praktisch alle namhaften Firmen der Automobil- und Elektrogeräteindustrie der Leistungsstärke von

Rohde & Schwarz vertrauen. Zur Messung der Störaussendung und Störfestigkeit von elektrischen Komponenten, von Maschinen, Kraftfahrzeugen usw. bietet Rohde & Schwarz Meßempfänger, Spektrumanalysatoren, Signalgeneratoren, Verstärker und Antennen. Sö



Referenz

VHF-UHF-Peiler DDF190

Digitales Peilen von 20 bis 3000 MHz nach ITU-Richtlinien

Als jüngstes Mitglied der neuen digitalen Peilerfamilie bringt Rohde & Schwarz jetzt den DDF190 auf den Markt. Der kompakte und besonders preisgünstige Peilzusatz für VHF-UHF-Empfänger arbeitet nach dem Korrelationsverfahren und dient in erster Linie der Lokalisierung von Störern und nicht autorisierten Emittlern.

Die Möglichkeiten der digitalen Signalverarbeitung, gepaart mit innovativer

Hochfrequenztechnik, setzen auch in der Peiltechnik neue Maßstäbe: Nach Erscheinen des schnellen Suchpeilers DDFOxS [1] und des Überwachungspeilers DDFOxM [2] steht nun mit dem digitalen Peiler DDF190 ein voll fernsteuerbarer **Peilzusatz für handelsübliche Empfänger** mit einem unregelmäßigen ZF-Ausgang bei 10,7 oder 21,4 MHz zur Verfügung. Aus dem Rohde & Schwarz-Empfängerprogramm eignen sich speziell der ESMC und der ESN für das Zusammenspiel mit dem DDF190. Sein Einsatz stellt damit einen sehr kosteneffektiven Weg dar, hochwertige Meß- und Überwachungsanlagen um eine extrem breitbandige Peilkomponente zu erweitern.

Die Auslegung des DDF190 entspricht den Empfehlungen des ITU Spectrum Monitoring Handbook [3]. Durch den Frequenzbereich von 20 bis 3000 MHz und die hohe Systemgenauigkeit ist der DDF190 besonders für die zivile Funküberwachung geeignet. Der kompakte Aufbau prädestiniert ihn neben dem **stationären** besonders für den **mobilen Einsatz** (BILD 1), und dank seiner ausgezeichneten Systemfähigkeit kann er nicht nur als **Einzelgerät**, sondern auch für **vernetzten Betrieb** in vielfältigen Systemanwendungen eingesetzt werden. Der gesamte Frequenzbereich wird mit nur zwei Antennen abgedeckt. Da die Verbindung zum Peilgerät EBD190 (BILD 2) lediglich ein Koaxial- und ein Steuerkabel erfordert, ist die Installation einfach und kostengünstig. Selbstverständlich kann der

Peiler neben der Netzversorgung auch aus einer Batterie gespeist werden. Das Peilgerät liefert in jedem Fall die Versorgungsspannung für die aktiven Antennen. Für den stationären Betrieb können diese mit den Standard-Kabelsätzen, die ab 40 m ein Zusatznetzteil enthalten, bis zu 95 Meter abgesetzt werden.

Der Peiler DDF190 arbeitet als **korrelatives Interferometer** und ist für alle gängigen Modulationsarten geeignet. Die Peilung erfolgt mit Hilfe digitaler Signalverarbeitung, indem die Phasendifferenzen der Antennenspannungen des empfangenen Signals mit Referenzwerten verglichen und auf beste Übereinstimmung hin untersucht werden. Dieses Verfahren bietet den Vorzug, daß Großbasispeilantennen mit einer minimalen Anzahl an Antennenelementen realisiert werden können und damit große Frequenzbereiche abdecken, ohne daß sie in Untergruppen aufgeteilt werden müssen.

Bedienung

Für die Bedienung bietet das Peilgerät EBD190 eine übersichtliche Frontplatten-Tastatur mit großem LC-Display (BILD 3). Alle Funktionen des laufenden Betriebs sind direkt über Tasten erreichbar. Der angeschlossene Empfänger ist separat zu bedienen, jedoch werden Schnittstellen zur Antennenbereichswahl unterstützt. Da die Peilungen durch sequentielles Abtasten der Peilelemente erfolgen, entstehen wegen der Verwendung nur eines Empfängers im NF-Signal des Empfängers Schaltgeräusche. Für ein schaltsignalfreies Abhören des Nutzsignals kann man den Abtastvorgang und damit die Peilung ausschalten. Durch wählbare Mittelungszeiten (0,1 bis 5 s) und signalangepaßte Filterung im DDF190 (1 bis 100 kHz) wird die Peilgenauigkeit besonders bei veräuschten oder gestörten Signalen wesentlich verbessert.

Mit drei Betriebsarten und zwei Darstellungsarten kann die Peilung für verschiedene Einsatzfälle weiter optimiert werden.



BILD 1 Peil- und Überwachungsfahrzeug mit VHF-UHF-Peiler DDF190. Mit seiner obersten Frequenz von 3 GHz spürt der DDF190 auch Störer im Bereich der neuen Funkdienste auf (z. B. GSM, PCN, PCS, WLL und GPS). Foto 42 572



BILD 2 Der Peilzusatz DDF190 erweitert einen VHF-UHF-Empfänger zu einem hochwertigen Peilsystem – unübertroffen in der Kompaktgeräteklasse bezüglich Genauigkeit und Empfindlichkeit bei Frequenzen oberhalb 1 GHz.

Foto 42 571/1

In der **Betriebsart Normal** wird der Peilvorgang durch eine wählbare Pegelschwelle (Squelch), mit der der momentane relative ZF-Pegel verglichen wird, gesteuert. Sie wird vorzugsweise zur Beobachtung von Funknetzen oder Wechselsprechen verwendet und gestattet auch die Peilung kurzzeitiger Signale (minimale Signaldauer 50 ms). Da die eingestellte Mittelung bei Signalende abgebrochen wird, folgt die Peilanzeige bei wechselnden Einfallsrichtungen verzögerungsfrei.

In der **Betriebsart Continuous** wird fortlaufend gepeilt und die Anzeige bei gleitender Mittelung alle 0,5 s aktualisiert. Damit ist die Peilung schwacher oder sehr breitbandiger Signale möglich.

Die **Betriebsart Gate** dient zur Peilung getasteter Sender, da auch hier die Pe-

gelschwelle aktiv ist, bei Unterschreitung aber der Mittelungsspeicher nicht gelöscht wird. Es ist also eine Integration über mehrere Pulse möglich.

Die **Peilanzeige** erfolgt als dreistelliger numerischer Wert und zusätzlich als Richtungsanzeige in Form eines radialen Strahls. Mit jedem Peilwert wird auch die aus der Korrelationsfunktion abgeleitete Peilgüte angezeigt. Als

Bezug kann für den stationären Betrieb eine Kompaßrose mit Nordkorrektur und für den mobilen Betrieb die Fahrzeugachse gewählt werden. Letzteres ist besonders für Zielfahrten wichtig, wobei ein angeschlossener Kompaß zur zusätzlichen Anzeige der momentanen Nordrichtung verwendet wird. Weiterhin kann auch auf Einweisungspeilung mit dem in der Flugsicherung gebräuchlichen QDM (Zielkurs mit Bezug magnetisch Nord) umgeschaltet werden.

In jeder Betriebsart können die Peilwerte neben der genannten Darstellung des aktuellen Wertes auch als **Histogramm** angezeigt werden. Dies unterstützt die Analyse von Funknetzen: Alle Peilwerte seit Aktivierung dieser Darstellart werden in Form von Peilstrahlen angezeigt. Die Strahllänge kann als Maß für die Häufigkeit der Messung des jeweiligen Winkels konfiguriert werden. Die Resultate können auch in Listenform dargestellt und ausgegeben werden. Verschiedene Postprozesse wie Glättung, Bestimmung lokaler Maxima und Sortierfunktionen unterstützen die Auswertung der Histogramme.

Nach dem Einschalten des Peilers wird die **Systemumgebung** (Antennen, Empfängerklasse, Kompaß) automatisch detektiert. Durch eine Echtzeituhr kann bei jeder Peilung eine Zeitmarke ausgegeben werden. Dies unterstützt die Zuordnung in vernetzten Peil- und Ortungssystemen.

BILD 3
Frontansicht des
Peilgeräts EBD190.
Foto 42 473





BILD 4
Antennen ADD190
(oben) und
ADD071 am gemein-
samen Tragmast.
Foto 42 477/1

Antennen

Der Bereich **20 bis 1300 MHz** wird mit der **Antenne ADD190** abgedeckt. Mit ihrem geringen Durchmesser von nur 1 m und ihrer Polarisationsunempfindlichkeit ist sie hervorragend für mobilen Einsatz geeignet. Aber auch für stationären Betrieb bietet die Antenne wesentliche Vorzüge: Aufgrund ihrer geringen Abmessungen ist sie unauffällig, sie ist serienmäßig gegen direkte Blitzeinschläge geschützt und widersteht Windgeschwindigkeiten von 200 km/h.

Für den UHF-Bereich **1,3 bis 3 GHz** steht die **Antenne ADD071** zur Verfügung. Die Konstruktion als Kreisgruppe mit Dipolen vor Reflektor erlaubt, daß sie problemlos auf dem gleichen Tragmast wie die ADD190 montiert werden kann (BILD 4); diese Kombinationsmöglichkeit ist bereits serienmäßig vorbereitet.

Zur automatischen, nordbezogenen Peilung kann ein als Ergänzung erhältlicher elektronischer Kompaß an den Antennen befestigt werden.

Systemfähigkeit

Das Peilgerät EBD190 bietet eine serielle Fernsteuerschnittstelle nach RS-232-C-Norm, die eine zur Front-

platte identische Steuerung gestattet (virtuelle Bedienoberfläche), sowie zusätzlich eine Schnittstelle für den angeschlossenen Empfänger nach RS-422/RS-485 und TTL parallel. Die Zeichenfolgen der Empfängersteuerung werden dabei vom Peilgerät durchgereicht. Der Kommunikationsaufwand wird minimiert durch die kompakten Kommandos und konfigurierbare Meldungsformate. Zusätzlich zu den drei Betriebsarten existieren zwei Modi mit minimiertem Meldungsauflauf: einmalige und wiederholte Zeitpeilung. Durch einen externen Steuereingang ist der Einsatz von Funkmodems möglich, ohne daß die Peilung gestört wird (Eigensenderausblendung).

Zum Aufbau größerer Systeme mit beliebig verteilten Meßstationen bietet Rohde & Schwarz komplette Lösungen an, in die der DDF190 unmittelbar integriert werden kann. Das Radio Monitoring System TS9965 [4] ermöglicht vollautomatische Überwachung, Messung und Analyse nach CCIR- und ITU-Richtlinien. Im Peil-Meßmodus können die Ergebnisse mehrerer Peilstationen verwaltet und auf einer digitalisierten Landkarte dargestellt werden. Dieses System gestattet auch die Kopplung von DDF190 und Empfängern mit IEC-Bus-Steuerung in unbemannten Stationen. Weiterhin werden Kanal- und Frequenzsuchläufe unterstützt. Das Ortungssystem RAMON-locate [5] sieht die Einbindung der Kombination DDF190/ESMC vor.

Franz Demmel; Raimund Wille

LITERATUR

- [1] Bott, R.: Digital Direction Finder DDF – Moderne Suchpeilung von 0,5 bis 1300 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 146, S. 26–28.
- [2] Demmel, F.; Unselt, U.; Schmengler, E.: Moderne Überwachungspeilung von HF bis UHF. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 150, S. 22–24.
- [3] International Telecommunication Union: Spectrum Monitoring Handbook (1995).
- [4] Pfitzner, J.: Flächendeckende Funkerfassung bis 18 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 146, S. 22–25.
- [5] Ehrichs, R.; Holland, C.; Klenner, G.: Funkerfassungssystem RAMON – Anwenderspezifische Funkerfassung vom VLF- bis SHF-Bereich. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 151, S. 19–21.

Kurzdaten VHF-UHF-Peiler DDF190

Frequenzbereich (je nach Empfänger und Peilantenne)	VHF/UHF (20 ... 1300 MHz) UHF (1,3 ... 3 GHz)
Peilfehler	2° RMS (30 ... 80 MHz) 1° RMS (80 ... 1300 MHz) 2° RMS (1,3 ... 2,7 GHz)
Peilempfindlichkeit VHF/UHF UHF	frequenzabhängig 1,5 ... 10 µV/m 3 ... 10 µV/m
Minimale Signaldauer	ca. 50 ms
Bandbreiten	1/2,5/8/25/100 kHz

Näheres Leserdienst Kennziffer 152/10

EMV-Messungen bis 40 GHz mit dem Mikrowellen-Signalgenerator SMP

Signalgeneratoren für EMV-Messungen benötigen neben einem spektral reinen HF-Signal mit exakt einstellbarer Ausgangsleistung vor allem erstklassige AM- und Pulsmodulation, spikerefreie Frequenz- und Pegel-Sweeps und nicht zuletzt ein ausgereiftes Bedienkonzept, das je nach Bedarfsfall mit oder ohne externen Steuerrechner automatische Meßabläufe ermöglicht. Die Mikrowellengeneratoren der SMP-Familie setzen hier Maßstäbe – wie übrigens alle anderen Signalgeneratoren von Rohde & Schwarz auch. Unter vier Modellen und einer reichhaltigen Optionspalette findet jeder Anwender das geeignete Gerät, sozusagen maßgeschneidert auf seine Erfordernisse – und das bei einem unübertroffen günstigen Preis-Leistungs-Verhältnis [1 bis 3]!

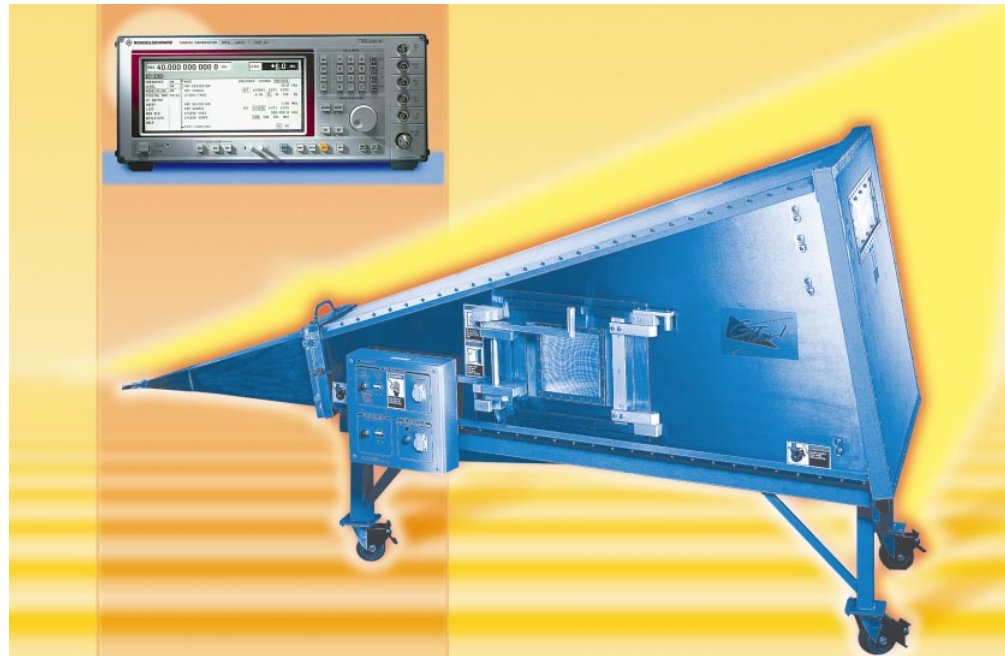


BILD 1 Signalgenerator SMP und GTEM-Zelle (Gigahertz-Transversal-Elektromagnetische Zelle) – eine moderne Kombination für Suszeptibilitätsmessungen. Foto 42 574

Der Begriff **Elektromagnetische Verträglichkeit** (EMV) verrät uns klar, worauf es hierbei ankommt: Zwei oder mehr elektrische Komponenten beziehungsweise „Partner“ müssen sich elektromagnetisch „vertragen“. Wie bei jeder Partnerschaft geht das letztlich nur, wenn entsprechende Regeln existieren, die auch eingehalten werden. Aufgrund dieser Erkenntnis wurden schon früh EMV-Standards und -Normen mit geeigneter Meßtechnik entwickelt – allerdings nur bis zu Frequenzen von 1 GHz, da sich hier bis dato die Hauptaktivitäten der modernen Nachrichtentechnik abspielten. Der Frequenzbereich darüber war mehr den Militärs und Wissenschaftlern vorbehalten.

motorische Störer auf engstem Raume nebeneinander einwandfrei funktionieren mußten. So entstanden Verträglichkeitsprinzipien und die zugehörige Meßtechnik, die, entsprechend angepaßt, in die heute geltenden nationalen und internationalen EMV-Standards einfließen.

Also, wie schon erwähnt: Bis zu 1 GHz hinauf existieren heute auf dem zivilen wie militärischen Sektor ausgereifte **Normen und Meßvorschriften**. Bei

höheren Frequenzen kommt man derzeit noch nicht umhin, militärische Quellen zu zitieren, wenngleich auch in letzter Zeit zivile Anwendungen sichtbar an Boden gewannen. Beispiele dafür finden sich in der Satellitenkommunikation sowie in der Fahrzeug- und Luftfahrttechnik. So kann man schon heute die Prognose wagen, daß in naher Zukunft die Standards für EMV-Messungen auf 40 GHz erweitert werden. Eine wichtige technische Voraussetzung dafür hat das Haus Rohde & Schwarz mit der hochwertigen und dennoch preisgünstigen Generatorfamilie SMP (BILD 1) mit Modellen von

EMV-Messungen gehören nicht erst seit Ablauf der Übergangsfrist zur CE-Kennzeichnung Anfang dieses Jahres zum Repertoire verantwortungsbewußter Hersteller hochwertiger elektronischer Geräte und Einrichtungen. Die **EMV-Meßtechnik**, wie wir sie heute kennen, hat ihre Wurzeln in der Militärtechnik, wo schon immer empfindliche Empfangsgeräte, leistungsstarke Sender und

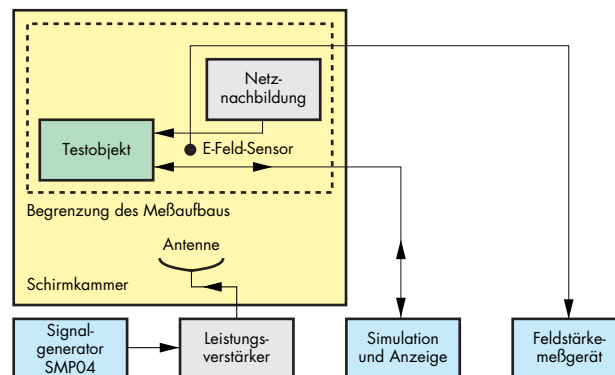


BILD 2 Messung der Einstrahlungs-Störfestigkeit im Frequenzbereich 1 bis 40 GHz mit Signalgenerator SMP (nach MIL-STD 462D). Als Stimulationsgerät kommt der Signalgenerator SMP04 (10 MHz bis 40 GHz) in Frage und für die Anzeige sowie als Feldstärke-Meßgerät der EMI-Meßempfänger ESM1 mit Vorsatzmischer FS-Z40.

Auswahl aktueller militärischer und ziviler EMV-Vorschriften für den Mikrowellenbereich

Vorschrift	Benennung	Beschreibung	Mikrowellen(teil)bereich	Anwendungsbereich
MIL-STD 461D/462D RES103	Radiated Emissions, Antenna Spurious and Harmonic Outputs	Messung über Antenne abgestrahlter Ober- und Nebenwellen	1...40 GHz	militärisch (USA)
MIL-STD 461D/462D RES103	Radiated Susceptibility, Electric Field	Messung der Einstrahlstörfestigkeit (elektrisches Feld)	1...40 GHz	militärisch (USA)
DEF STAN 59-41 (PART3), DRS03	Radiated Susceptibility	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	0,79...18 GHz	militärisch (UK)
VG 95 370/VG 95 373 Teil 13, Meßverfahren SF 04 G	Meßverfahren für Störsicherheitsabstände gegenüber systemeigenen Feldstärken	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	1...40 GHz	militärisch (Deutschland)
SAEJ1113 Part 21	Semi-anechoic Chamber	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	0,03...18 GHz	Fahrzeugprüfung (USA)
ISO 11451-2/ ISO 11452-2	Elektrische Störungen durch schmalbandig gestrahlte Energie Fahrzeugprüfverfahren Teil 2: Störstrahlquellen außerhalb des Fahrzeugs	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	0,2...18 GHz	Fahrzeugprüfung (international)
EN 50083-2	Kabelverteilsysteme für Fernseh- und Tonsignale Teil 2: EMV von Bauteilen	Messung der Störstrahlung (Substitutionsverfahren)	1...25 GHz	Telekommunikation, Fernseh- und Tonrundfunk (Europa)

10 MHz/2 GHz bis 20, 27 und 40 GHz schon geschaffen. Die Tabelle im blauen KASTEN enthält eine Auswahl derzeit aktueller militärischer und ziviler EMV-Vorschriften für den Frequenzbereich 1 bis 40 GHz.

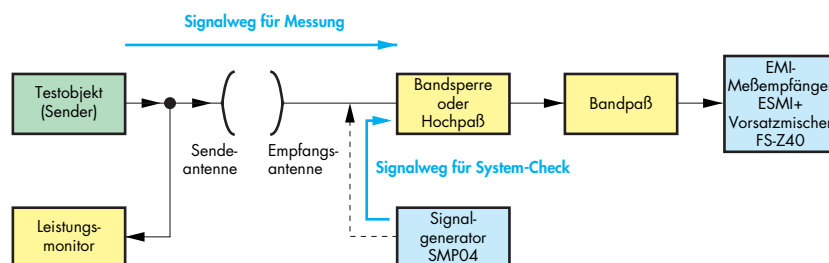
Ein Blick in die Standards zeigt die Einsatzschwerpunkte der Mikrowellen-Signalgeneratoren. Da gibt es erstens die Klasse der **Einstrahlungs-Störfestigkeitsprüfungen** – auch als Suszeptibilitätsmessungen bekannt. Hierbei steuert der Signalgenerator in der Regel einen Leistungsverstärker entsprechender Bandbreite mit nachgeschalteter Antenne an, mit deren Hilfe der Prüfling bestrahlt wird (BILD 2). Je nach zu-

grundlegenden Anforderungen darf sich dabei die Funktionsfähigkeit des Prüflings nicht oder nur definiert verändern. Bei den kurzen Wellenlängen im Mikrowellenbereich ist die Gefahr von Resonanzen im Prüfling besonders groß. Kleine Spalte im Gehäuse oder kurze Leitungsgebilde auf Schaltkreisen oder Leiterplatten bilden oft Resonatoren mit extrem hoher Güte, was einen Totalausfall über einen äußerst schmalen Frequenzbereich zur Folge haben kann. Dank des digitalen Sweeps des SMP können solche Resonanzstellen schnell und sicher entdeckt werden, wobei die kleinste einstellbare Schrittweite von 0,1 Hz keine Wünsche offen läßt. Die exzellente Frequenzstabilität garantiert ferner die Reproduzierbarkeit der Messungen; einmal entdeckte Stellen mit Fehlverhalten des Prüflings sind jederzeit wieder auffindbar. Eine weitere wichtige Sweep-Eigenschaft des SMP ist das Fehlen jeglicher Pegel-Spikes. Solche Pegelspitzen könnten

den nachgeschalteten Leistungsverstärker oder gar den Prüfling zerstören – im harmlosesten Fall wären Meßfehler die Folge.

Der zweite Einsatzschwerpunkt von Mikrowellen-Signalgeneratoren ist die **Kalibrierung von Meßaufbauten**, wie in BILD 3 dargestellt. Hier wird vor der eigentlichen Messung die Pegelanzeige des Meßempfängers mit dem Signalgenerator kalibriert. Es ist leicht einzusehen, daß dabei hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Stabilität des Generatorpegels gestellt werden – kein Problem für die Generatoren der SMP-Familie dank eines großzügig dimensionierten Pegelregelungssystems in Verbindung mit einer sorgfältigen Werkskalibrierung am Ende des Produktionsprozesses! Bei Testaufbauten nach Bild 3 wird der Meßempfänger oft auch dadurch kalibriert, daß das Generatorsignal nicht per Kabel eingespeist, sondern über eine eigene Sendeanenne in die Empfangsantenne eingestrahlt wird [2]. So wird auch das Übertragungsverhalten der Empfangsantenne mit erfaßt.

BILD 3 Messung abgestrahlter Harmonischer und Nebenwellen an Sendern im Frequenzbereich 1 bis 40 GHz nach MIL-STD 462D mit Signalgenerator SMP und EMI-Meßempfänger ESMI.



Die Frequenzgänge der HF-Kabel, des Leistungsverstärkers und der Antenne im Meßaufbau verursachen in der Regel große Pegelfehler – daran kann auch die hervorragende Pegelgenauig-

keit des SMP nichts ändern (typische Abweichung nur 0,1 dB). Aber der SMP ist glücklicherweise mit einer ganzen Reihe von **Funktionen** ausgestattet, die diese **Frequenzgänge kompensieren**; da gibt es:

- die User Correction für ein frei wählbares Frequenzgangprofil des HF-Pegels,
- die Memory Sequence, einen programmierbaren sequentiellen Ablauf von kompletten Geräteeinstellungen,
- den List Mode, einen programmierbaren Ablauf mit bis zu 2003 Frequenz- und Pegelpaaren,
- und nicht zuletzt die externe Pegelregelung mit Hilfe eines externen Leistungsmessers [4].

Wird der SMP manuell, das heißt ohne externen Steuerrechner, betrieben, wird der Gesamtfrequenzgang am besten mit der Funktion User Correction kom-

pensiert, wobei die notwendigen Korrekturwerte selbsttätig per Knopfdruck ermittelt werden können, wenn ein Leistungsmesser NRVS oder NRVD zur Verfügung steht. Programmierer automatischer Meßsysteme eliminieren allerdings bevorzugt den Frequenzgang direkt mit Hilfe des Steuerrechners über den IEC-Bus. Sie realisieren dabei eine Pegelregelung über die Pegeleinstellorgane des SMP, die eine Auflösung von 0,01 dB zulassen. Die Istwert-Ermittlung erfolgt dabei über einen Leistungsmesser mit Richtkoppler am Antenneneingang oder über eine Feldsonde in der Nähe des Prüflings.

Die dargelegten Beispiele zeigen deutlich: Welche EMV-Meßaufgabe zwischen 10 MHz und 40 GHz auch immer zu lösen ist – der SMP ist die richtige Wahl dafür, da leistungsstark, zukunftsicher und dennoch preisgünstig

konzipiert von einem Hersteller mit jahrzehntelanger Erfahrung auf allen Gebieten der EMV-Meßtechnik!

Wilhelm Kraemer

LITERATUR

- [1] Kraemer, W.: Signalgenerator SMP – Der Mikrowellengenerator für gehobene Ansprüche. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 144, S. 11–14.
- [2] Kraemer, W.: Signalgeneratoren SMP03 und SMP04 – Leistungsstarke Mikrowellengeneratoren bis 40 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 147, S. 10–13.
- [3] Kraemer, W.: Mikrowellengenerator SMP – Kundennutzen durch technische Spitzenleistung. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 151, S. 58–59.
- [4] Kraemer, W.: Externe Präzisions-Pegelregelung für den Mikrowellen-Signalgenerator SMP. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 144, S. 14.

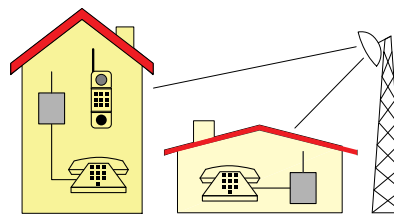
Näheres unter Kennziffer 152/11

Optimierung von Wireless-Local-Loop-Systemen

DECT wird neben klassischen Anwendungen wie Schnurlostelefon im Heimbereich auch als eine Lösung zur Überbrückung der letzten Meile bei neuen Telekommunikationsnetzen gesehen. Diese Anwendung – als WLL (Wireless Local Loop) bezeichnet – wird zur Zeit bereits in mehreren Feldversuchen getestet. Anders als bei GSM sind die DECT-Frequenzen nicht einem bestimmten Betreiber zugeordnet, das DECT-Band kann von allen typgeprüften DECT-Applikationen genutzt werden. Fazit: Das DECT-Frequenzband muß mit unkoordiniert arbeitenden DECT-Geräten geteilt werden. Der DECT-Standard berücksichtigt dies durch Definition von dynamischer Kanalselektion (DCS) und dazu assoziierten Handover-Prozeduren, die bei Interferenzen oder Sliding Collisions die Verbindung nahtlos auf anderen Kanälen weiterführen.

Der Algorithmus zur dynamischen Kanalselektion ist hierbei jedoch nicht genau definiert, es handelt sich um herstellerspezifische, nicht offengelegte Lösungen. Die für DECT angegebene, im Vergleich zu GSM hohe Verkehrsleistung, basiert auf theoretischen Überlegungen, die von einem optimalen DCS-Algorithmus ausgehen. Um diesen Wert unter realen Bedingungen zu erreichen, muß man neben in der Praxis erprobten DCS-Algorithmen auch

die geografischen Gegebenheiten optimal nutzen (z. B. durch Richtantennen auf Sende- und Empfangsseite).



Das **DECT-Protokoll-Testsystem TS1220** (siehe Neues von R & S Nr. 148) unterstützt die Betreiber von DECT-WLL-Netzen nicht nur bei der Beurteilung der DCS-Algorithmen, sondern auch bei der optimalen Positionierung der Antennen. Im Monitormodus synchronisiert sich das System auf eine benutzerdefinierte DECT-Basisstation und protokolliert alle mit Mobilstationen über die Luftschnittstelle ausgetauschten Datenpakete, ohne selbst in das DECT-Netz einzugreifen. Aus den dabei gesammelten Daten können fehlgeschlagene und erfolgreiche Handover- und Verbindungsversuche sowie die tatsächlich belegten Kanäle erkannt wer-

den. Daraus kann man Rückschlüsse auf die Stärken und Schwächen der implementierten Kanalwahlalgorithmen ziehen.

Durch die Software-Option „Kanalbelegung“, erhält der Anwender zusätzlich Aufschluß über die gemessenen Empfangspegel auf allen DECT-Kanälen (RSSI-Wert) sowie die Information über den Ursprung der empfangenen Signale. Als Quellen kommen dabei koordinierte und unkoordinierte DECT-Geräte und nicht identifizierbare Störer in Betracht (BILD). Bei DECT-Signalen werden die physikalischen Parameter und auch die ausgetauschten Identitäten angezeigt. Damit können die verschiedenen Signale sehr leicht netzinternen oder externen Quellen zugeordnet werden. Darüber hinaus erlaubt die Option die Optimierung von Antennenpositionen, wozu die RSSI-Werte im Zusammenspiel mit den angezeigten Identitäten herangezogen werden. Das TS1220 kann hierbei sowohl im Fahrzeug an verschiedene Positionen gefahren und mit einer eigenen höhenverstellbaren Antenne betrieben werden oder direkt an die im Netz eingesetzten Antennen angeschlossen werden.

Marcus Gloger; Peter Riedel

Näheres über TS1220 unter Kennziffer 152/12

Meßtip

Hörgerätemessungen mit den Audioanalysatoren UPD und UPL



BILD 1 Der Audio Analyzer UPD ist das ideale Instrument für normgerechte Hörgerätemessungen. Foto 41 956

Das Ohr ist ein äußerst empfindliches Organ und kann im voll funktionsfähigen Zustand eine enorme Dynamik an Schalleindrücken verarbeiten, gleichzeitig reagiert es aber auch äußerst empfindlich auf länger einwirkende laute Schalleignisse, dies kann Arbeitslärm sein oder aber freiwillige übermäßige Beschallung, etwa in Diskotheken oder durch zu hohe Lautstärke im Walkman. Die Folge dieser Einwirkung auf das Gehör, die sich oft erst später bemerkbar macht, ist, daß immer mehr und immer jüngere Personen unter Hörschäden leiden, die mit einem Hörgerät kompensiert werden müssen.

Ein Hörschaden kann sich in verschiedenartigen Veränderungen des Hörvermögens äußern, beispielsweise durch frequenzabhängige Empfindlichkeitsverluste in bestimmten Frequenzbereichen oder durch eine komplette Verschiebung der Wahrnehmungskurve. Moderne Hörgeräte müssen diesen unterschiedlichen Problemstellungen Rechnung tragen, und eine präzise Messung ihrer elektroakustischen Eigenschaften ist daher unerlässlich.

Mehrere derzeit verbindliche nationale und internationale **Normen** (z. B. IEC 118, Teil 0 bis 12, und ANSI S3.22) beschreiben das Messen von Hörgeräten mit Sinustönen. Weitere Normen (z. B. ANSI S3.42), die die Messung



von Hörgeräten mit einem breitbandigen Rauschsignal vorschreiben, sind in Bearbeitung. Bei letzterer Messung muß ein in Frequenzverteilung und Crest-Faktor genau definiertes Signal erzeugt und das Ausgangssignal des Hörgerätes mit dem Eingangssignal durch Korrelation verglichen werden. Hersteller von Hörgeräten, speziell solche, die auch den amerikanischen Markt beliefern, werden bereits in Kürze gezwungen sein, mit derartigen Meßmethoden zu arbeiten. Mit dem Audio Analyzer UPD [1] und der High-Speed-Option UPD-B3 bietet Rohde & Schwarz schon heute die passende Meßtechnik für diese Aufgabe an.

Für die normgerechte Messung von Hörgeräten gemäß IEC 118 oder ANSI S3.22 stehen Applikationsprogramme für die Audio Analyzer UPD und UPL [2] zur Verfügung. Gemessen werden die Hörgeräte in einer akustischen Prüfkammer, die ein schalltoter Raum, aber auch eine entsprechend gedämpfte kleine Prüfkammer sein kann. Es lassen sich übliche Meßmikrofone anschließen, und der Lautsprecher der Meßkammer kann bei ausreichendem Wirkungsgrad direkt vom UPD (BILD 1) beziehungsweise UPL angesteuert werden, zur Ankoppelung des Hörgerätes kann man einen Kuppler nach IEC 126 oder einen Ohrsimulator nach IEC 711 verwenden. Ansonsten sind – außer

vielleicht einem Drucker zur Protokollierung – keinerlei Geräte mehr notwendig.

Das **Applikationsprogramm** läuft unter der Selbststeuerung im UPD beziehungsweise UPL und wird über die Softkeys oder die entsprechenden Funktionstasten auf einer angeschlossenen Tastatur bedient. Nach dem Start wählt der Anwender, ob nach ANSI S3.22 oder nach IEC 118 gemessen werden soll. Für beide Normen werden alle gewünschten Meßeinstellungen unabhängig voneinander gespeichert und stehen bei jedem Neustart automatisch wieder zur Verfügung.

Das **Meßmenü** des Applikationsprogramms bietet die **Auswahlmöglichkeiten** CONFIG, DUT, FRQ-RESP, IN-OUT, DIST, NOISE, ATTACK, CALIB.

Vor einer ersten Messung müssen die Mikrofone und die Meßkammer kalibriert werden: Menüpunkt **CALIB**. Die Kalibrierdaten der Mikrofone und der Frequenzgang der Kammer werden gespeichert und automatisch bei jedem Neustart berücksichtigt. Bei jeder Kalibration werden die Mikrofondaten an ein File MICRO.HST angehängt; dieses File kann zum Nachweis der Stabilität der Mikrofondaten ausgewertet werden.

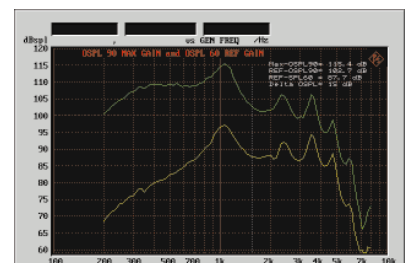


BILD 2 Frequenzgang des Sättigungspegels eines Hörgerätes bei maximaler Verstärkung sowie Ausgangsschallpegel bei Referenzeinstellung mit 60 dB Eingangsschallpegel.

Mit dem Menüpunkt **CONFIG** werden die Meßbedingungen für die verschiedenen Meßschritte gewählt, beispielsweise Skalierung bei der Frequenzgangmessung, Frequenzgangmessung breitbandig oder selektiv. Die Daten werden dauerhaft gespeichert und bei nachfolgenden Messungen immer wiederverwendet.

Im Menüpunkt **DUT** werden die Daten des Prüflings eingegeben; sie erscheinen bei einem Ausdruck zusammen mit der grafischen Darstellung der Meßwerte.

Eine der wichtigsten Eigenschaften eines Hörgerätes ist der akustische Frequenzgang: **FRQ-RESP**. Hierzu wird zunächst der Ausgangsschallpegel bei maximaler Verstärkung des Hörgerätes und 90 dB Schalldruck gemessen. Diese Messung liefert die sogenannte Sättigungsschalldruckkurve. Anschließend wird die Referenzverstärkung des Hörgerätes eingestellt und je nach Typ der Frequenzgang bei 60 oder 50 dB Schalldruck gemessen und im gleichen Diagramm dargestellt (BILD 2). Nach Abschluß der Messung kann der Anwender die Y-Achse nach seinen Wünschen skalieren, die Frequenzgangkurve wahlweise als Verstärkungskurve darstellen und in dieser Darstellungsart weitere Messungen aufnehmen – beispielsweise, um die Wirkung von Frequenzgangstellern als Kurvenschar zu dokumentieren. Werden die Ergebnisse in HPGL auf einem Laserjet-Drucker ausgegeben, stehen normgerechte Dokumente für die behördliche Zulassung des Produktes zur Verfügung.

Die akustische Übertragungskennlinie – **IN-OUT** – eines Hörgerätes braucht man, um Empfindlichkeitsverluste des Ohres lautstärkeabhängig korrigieren zu können. Die Frequenzabhängigkeit der Übertragungskennlinie kann durch die Messung und Darstellung von bis zu fünf Kurven (als Schalldruck, Verstärkung oder Kompressionsfaktor) bei wählbaren Frequenzen dargestellt werden (BILD 3).

Ein Hörgerät soll das verstärkte Signal möglichst unverzerrt wiedergeben, damit keine Klangverfälschung entsteht. Mit der Messung **DIST** wird eine Klirrfaktormessung des akustischen Signals bei 70 dB Schalldruckpegel über den ganzen Frequenzbereich durchgeführt. Die Verzerrungsprodukte K2 und K3 werden ermittelt und als Kurven in einem Diagramm dargestellt.

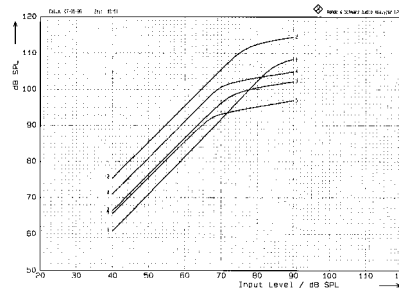


BILD 3 Ausgangsschallpegel über Eingangsschallpegel eines Hörgerätes bei 500, 1000, 1600, 2500 und 4000 Hz.

Durch die Verstärkung des Hörgerätes soll die ursprüngliche Empfindlichkeit des Ohres weitgehend wiederhergestellt werden, dabei soll natürlich das Hörgerät nur das aufgenommene akustische Signal verstärken und möglichst wenig Eigenrauschen beitragen. Mit der Messung **NOISE** wird der Ausgangs-Störschalldruck des Hörgerätes ohne Eingangsschallpegel – umgerechnet mit der Verstärkung des Hörgerätes als äquivalenter Eingangs-Störschalldruck – angezeigt. Dabei muß natürlich sichergestellt sein, daß äußere Störgeräusche durch die Meßkammer hinreichend gedämpft werden.

Eine besonders schwer zu beschreibende Eigenschaft eines Hörgerätes ist das zeitliche Verhalten der automatischen Verstärkungsregelung. Moderne Hörgeräte verfügen teilweise über mehrstufige Verstärkungsregelungen mit verschiedenen Zeitkonstanten. So soll beispielsweise innerhalb einzelner Silben der Sprache bereits eine Verstärkungsregelung oder Kompression einsetzen, die demzufolge im Millisekundenbe-

reich reagieren muß. Mit dem Menüpunkt **ATTACK** wird eine automatische Messung der Attack- und Release-Time für Hörgeräte mit Verstärkungsregelung im Meßprogramm aufgerufen. Alle Meßbedingungen können frei definiert werden. Es werden die Einschwing- und Ausschwingkurven grafisch dargestellt, vom Programm ausgewertet und die gemessenen Werte numerisch ausgegeben. Dieser Menüpunkt erlaubt erstmalig auf einfachste Weise die Messung und Dokumentation des komplexen Regelverhaltens der Hörgeräte von Bruchteilen von Millisekunden bis zu mehreren Sekunden in einem Meßdurchgang.

Die präzise Messung der elektroakustischen Eigenschaften eines Hörgerätes trägt entscheidend zur Verbesserung des Produktes in Entwicklung, Fertigung und Qualitätssicherung bei, dient aber auch dem Hörgeräteakustiker zur Dokumentation der individuellen Anpassung des Hörgerätes an den Patienten. Hörgeräte müssen wie andere elektromedizinische Geräte einer Bauartprüfung unterzogen werden, bevor sie vom Hersteller in den Verkehr gebracht werden dürfen. Die autorisierte Prüfstelle in Deutschland hierfür ist die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig, die selbst diese Abnahmemessungen an Hörgeräten mit einem Audio Analyzer UPD und diesem Applikationsprogramm durchführt. Jeder Hersteller von Hörgeräten kann daher sicher sein, mit den Audioanalyatoren UPD oder UPL alle Anforderungen für Zulassungsmessungen von der meßtechnischen Seite her zu erfüllen.

Tilman Betz

LITERATUR

- [1] Kernchen, W.: Audio Analyzer UPD erzeugt und mißt analoge und digitale Audiosignale. Neues von Rohde & Schwarz (1992) Nr. 139, S. 13–15.
- [2] Kernchen, W.: Audio Analyzer UPL – Audiomessung heute und morgen. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 151, S. 4–7.

Näheres unter Kennziffer 152/13

Qualitätstest an Mobiltelefonen mit Multiton-Audioanalyse im digitalen Funkmeßplatz CMD



BILD 1 Um den steigenden Qualitätsanforderungen an GSM- und DECT-Mobilstationen gerecht zu werden, hat Rohde & Schwarz den Digital Radiocommunication Tester CMD mit leistungsstarken NF-Meßfunktionen ergänzt. Foto 40 944/1

Die digitalen Netze GSM und DECT haben sich nicht nur in Europa etabliert, sondern befinden sich in verschiedenen Varianten weltweit auf dem Vormarsch. Damit ist der Markt bei weitem nicht gesättigt. Die Hersteller von Mobiltelefonen müssen weiterhin um die Gunst ihrer Kunden werben. Die für den Betrieb notwendigen Grundfunktionen erfüllt mittlerweile jeder Hersteller, und inzwischen beeinflussen unmittelbar wahrnehmbare Eigenschaften die Entscheidung des Käufers mehr als die Erfüllung selbstverständlicher Grundfunktionen. Zu den kaufentscheidenden Eigenschaften gehören Design und Qualität; zu letzterem kann die Meßtechnik wesentlich beitragen. Von Anfang an hat Rohde & Schwarz seine

GSM- und DECT-Produktionstester darauf ausgelegt, die Qualität an der HF-Schnittstelle sicherzustellen [1; 2]. Das wird inzwischen, wie bei der Mobilstation, als selbstverständliche Grundfunktion gewertet. Anders ist es an der NF-Schnittstelle des Mobiltelefons. Hier können im Bereich ausreichender Qualität durchaus deutliche Qualitätsunterschiede vom Benutzer unmittelbar wahrgenommen werden und seine Kaufentscheidung beeinflussen.

Aus diesem Grund hat Rohde & Schwarz in seinen Radiocommunication Testern für GSM/DCS1800/DCS1900 und DECT die NF-Meßtechnik erheblich erweitert. Zu den Funktionen, die sie bisher schon hatten – NF-Generator, NF-Messer mit RMS- und Spitzenwertmesser, Klirrfaktormesser und Zähler – ist die Multiton-Audioanalyse hinzugekommen. In dieser Betriebsart erzeugt der CMD (BILD 1) gleichzeitig bis zu 14 frei wählbare Frequenzen im Fre-

quenzbereich 50 Hz bis 8 kHz mit individuell einstellbaren Pegeln (auch abschaltbar). Nachdem das Frequenzgemisch das Meßobjekt passiert hat, mißt der CMD genau auf diesen Frequenzen schmalbandig die Spannungen.

Meßanwendungen

Schnelle Frequenzgangmessung (BILD 2): Der Anwender wählt die 14 Stützstellen seines Frequenzgangs und gibt jeder der 14 Frequenzen den gleichen Pegel. Das Meßergebnis auf der Auswertenseite beschreibt unmittelbar den Frequenzgang des Prüflings. Kommen auch Frequenzen vor, die nach dem Durchgang durch das Meßobjekt tief im Sperrbereich liegen, so kann man gerade auf diesen Frequenzen die Meßdynamik auf der Auswertenseite unterstützen, indem man die Pegel auf der Geberseite anhebt. Trotz schmalbandiger Messung ist dieser Frequenzgang schnell gemessen (ca. 2 s bei einer Meßbandbreite von 1 Hz), denn es werden ja alle Frequenzen gleichzeitig erfaßt. Diese Messung ist zudem in einer lauten Produktionsumgebung vorteilhaft einsetzbar, denn die dortigen Geräusche werden wegen der Schmalbandigkeit weitgehend unterdrückt.

Echte Klirrfaktormessung: Die bisher zur Verfügung stehende Klirrfaktormessung ist eigentlich eine SINAD-Messung, das heißt, das Gesamtsignal wird in Beziehung gesetzt zu dem von der Grundwelle befreiten Signal. Mit der Multiton-Audioanalyse kann man gezielt die Oberschwingungen erfassen. Dazu wählt man die Frequenz der Grundwelle mit einem bestimmten Pegel am Signalgenerator und bis zu 13 Obertonfrequenzen, jedoch bei abgeschaltetem Signalgenerator. Auf der Auswertenseite werden alle Frequenzen schmalbandig gemessen und geben damit Auskunft über das Oberwellenspektrum.

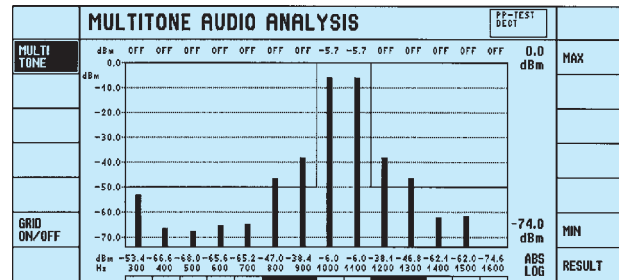


BILD 3 NF-Intermodulationsmessung. Die beiden hohen Säulen stellen die verwendeten Prüfföne dar und die kleinen Säulen rechts und links daneben unerwünschte Intermodulationsprodukte, die der CMD mit hoher Dynamik sehr schnell mißt.

Betriebsarten: Im Single-Shot-Betrieb kann der Generator vor dem Auswerten einen zeitlichen Vorlauf bekommen, damit eventuelle Einschwingvorgänge im Meßobjekt abgeschlossen sind, bevor die Messung aktiviert wird. Üblich für die Handbedienung ist jedoch die kontinuierliche Messung mit Meßwert-Update alle 1 s. Vermutet man eine Toleranzverletzung, so kann man diese kontinuierlich ablaufende Messung stoppen, um den Ausreißer in Ruhe zu interpretieren.

Toleranzbewertung: Wie alle Meßwerte im CMD können auch die der Multiton-Audioanalyse mit Toleranzgrenzen versehen und mit Pass oder Fail bewertet werden. Dies kann man dazu nutzen, um aus einer ganzen Flut von jeweils 14 Meßwerten ein einziges Pass- oder Fail-Ergebnis abzuleiten und so ein aussagekräftiges Resultat aus einer komplexen Messung zu extrahieren.

Thomas Maucksch

Maßgeschneiderte Anwendungen in der Industrieautomation mit Factory User Port zum Controller PSM



BILD 1 Der Industrial Controller PSM ist die ideale Steuerzentrale für automatische Prüfeinrichtungen. Foto 41 488/1

In der automatischen Meßtechnik reichen oft relativ einfache Funktionen zum Einstellen und Auswerten des Meßobjekts – beispielsweise eines Mobiltelefons – aus. Der Industrial Controller PSM (BILD 1) [1; 2] bietet standardmäßig hierfür die Universalschnittstelle Factory User Port (FUP). Mit dieser Einrichtung kann eine Fülle von Anwendungen bearbeitet werden, ohne daß zusätzliche Hardware erforderlich ist. Durch die mitgelieferte Software-Bibliothek verkürzt sich die Einarbeitungszeit in den FUP und dessen Ansteuerung deutlich.

Ein Mikrocontroller steuert all diese Funktionen. Er ist mit dem ISA-Bus im PSM gekoppelt und wird von dort komfortabel über die FUP-Software-Schnittstelle wahlweise in folgenden **Sprachen** angesprochen:

- R&S-BASIC,
- Microsoft-VisualBASIC für DOS,
- Microsoft-VisualBASIC für Windows,
- Microsoft-BASIC PDS 7.0,
- Microsoft-QuickBASIC,
- Microsoft-C für DOS,
- Microsoft-C für Windows,
- Borland-Pascal 7.0,
- Microsoft-Pascal 4.0.

BILD 2 Funktionen des Factory User Port zum Industrial Controller PSM.

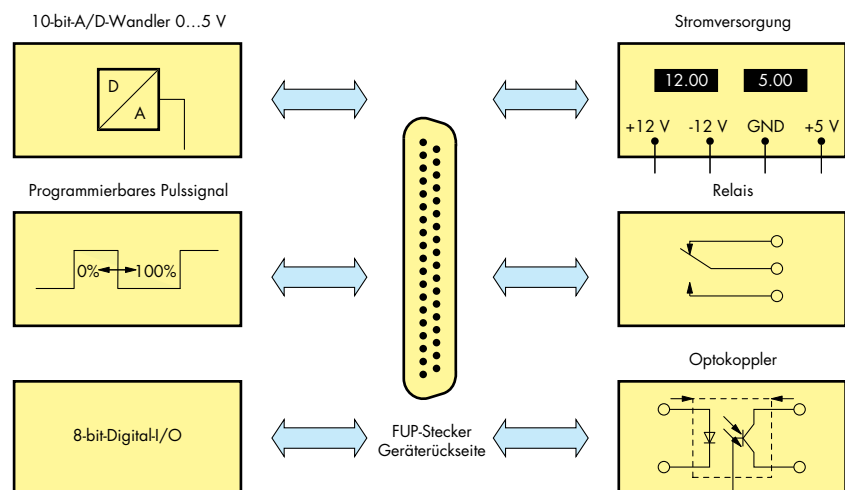
Applikationen

Seit der Markteinführung des Industrierechners PSM vor etwa zwei Jahren hat Rohde & Schwarz über zehn Applikationsschriften erstellt, die alle Anwender bei ihrer zuständigen R&S-Vertretung anfordern können. Die den FUP betreffenden Applikationen sind DC-Messungen (U, I, R), AC-Leitungsüberwachung, Batterietest und Fernsteuerung einer Satellitenantenne. In den ersten drei Applikationen wird die leistungsstarke Sprachschnittstelle des FUP demonstriert und in der vierten der vollständige Funktionsumfang mit Erstellung einer Firmware genutzt.

Funktionsblöcke

Der Factory User Port stellt folgende **Funktionen** nach außen zur Verfügung (BILD 2):

- 10-bit-A/D-Wandler, vier Kanäle, 0 bis 5 V,
- acht Digital-Ein-/Ausgänge,
- Pulsweitenmodulator, auch als analoger Ausgang zu verwenden,
- einen Optokoppler-Eingang,
- einen Optokoppler-Ausgang,
- zwei Relais, je ein Umschalter,
- Versorgungsspannungen für externe Schaltungen.



Messung von Gleichstrom und -spannung

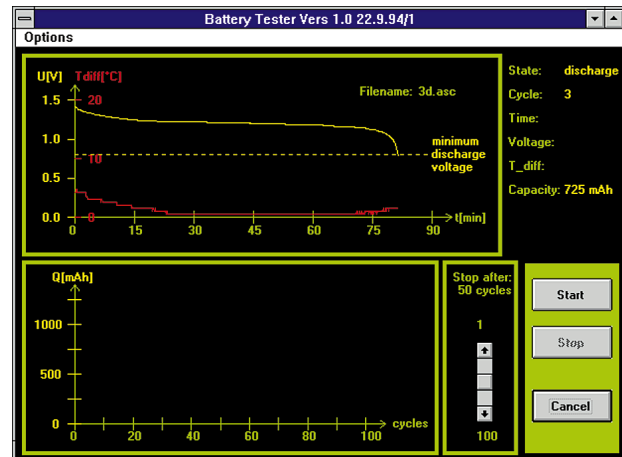
Mit Hilfe dieser einfachen Applikation (Application Notes 1CMAN19 und AN20) kann häufig ein externes IEC-Bus-Multimeter eingespart werden; sie demonstriert die Messung einer Gleichspannung oder eines Gleichstroms. Durch eine Abtastung alle 100 ms (im VisualBASIC-Beispiel) können auch sich langsam ändernde Größen erfaßt werden. Es gibt vier Meßbereiche: 10 V, 100 V, 1 A und 10 A. Jeder Meßbereich wird über eine Anpassungsschaltung auf einen der vier A/D-Wandler-Eingänge gelegt. Der Minuspol der Meßgröße ist dabei mit der Gerätemasse des PSM verbunden. Die Application Note AN19 stellt die Ansteuerung unter VisualBASIC dar, AN20 zeigt eine Steuerung mit Rohde & Schwarz-BASIC. Mit R&S-BASIC kann man schnell starten, da der Interpreter jeden eingegebenen Befehl sofort ausführen kann.

- Bestimmung der Batteriekapazität,
- absolute und differentielle Temperaturmessung,
- Überwachung der Ladung,
- Überwachung der Entladung.

Die Applikation bietet darüber hinaus eine Einführung in die Programmierung

plexe Aufgaben mit Vorverarbeitung der Daten lösen. Bei der Steuerung einer Satellitenantenne mit eingebautem Controller ist das Datensignal eine Pulsfolge, wobei unterschiedliche Pulsbreiten eine 1 oder 0 darstellen. Da die Pulse sehr kurz sein müssen (64 bzw. 86 µs), ist der unabhängige Mikrocon-

BILD 3
Bildschirmdarstellung
der Batterietest-
Applikation.



AC-Leitungsüberwachung

Dieses Applikationsbeispiel (Application Note 1CMAN22) beschreibt die Überwachung des AC-Netzes. Damit Einbrüche oder Ausfälle der Netzversorgung gemessen werden können, muß die Option DC-Versorgung (PSM-B3) in den PSM integriert werden, die auch zu einer unterbrechungsfreien Stromversorgung ausgebaut werden kann. Die AC-Leitungsüberwachung ist eine VisualBASIC-Anwendung. Sie mißt periodisch die gleichgerichtete Netzspannung, entkoppelt über einen Transformator. Es werden sowohl Netzausfälle und deren Dauer aufgezeichnet als auch die Netzspannung überwacht, so daß auch kleinere Einbrüche sichtbar werden.

Batterietest

Dieses im Vergleich zu den vorgenannten Applikationen komplexere Beispiel (Application Note 1CMAN25) zeigt eine Überwachung verschiedener Eigenschaften in Verbindung mit wieder-aufladbaren Batterien. So können mit dieser Applikation die folgenden **Tests** durchgeführt werden:

des FUP unter VisualBASIC und zeigt damit auch beispielhaft das Erstellen eines Windows-Programms. Die zu prüfende Batterie wird zuerst bis zu einer eingestellten Minimalspannung entladen und von dort aus wieder geladen, bis entweder eine Maximalspannung oder eine maximale Temperaturerhöhung überschritten wird. Die Batterie ist dann voll geladen, und ihre Kapazität kann mit einem erneuten Entladezyklus überprüft werden. Das dazugehörige VisualBASIC-Programm zeigt in zwei grafischen Fenstern den Verlauf der Batteriespannung und -temperatur beim gerade aktuellen Lade- oder Entladezyklus und darunter die Kapazität in Abhängigkeit der Lade- beziehungsweise Entladezyklen (BILD 3).

Fernsteuerung einer Satellitenantenne

Dieses Beispiel (Application Note 1CMAN10) demonstriert den vollen Leistungsumfang des FUP in Verbindung mit dem PSM. Durch den eingebauten Mikrocontroller, dessen Software anwendungsspezifisch geladen werden kann, lassen sich sehr kom-

plexere Aufgaben mit Vorverarbeitung der Daten lösen. Bei der Steuerung einer Satellitenantenne mit eingebautem Controller ist das Datensignal eine Pulsfolge, wobei unterschiedliche Pulsbreiten eine 1 oder 0 darstellen. Da die Pulse sehr kurz sein müssen (64 bzw. 86 µs), ist der unabhängige Mikrocon-

Joachim Stegmaier

LITERATUR

- [1] Bues, D.; Stegmaier, J.; Vahldiek, D.: Industrial Controller PSM – Automatisches Messen und Steuern in Fabrik und Labor. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 146, S. 19–21.
- [2] Bues, D.: Industriecontroller PSM für die Fertigungsrationalisierung. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 147, S. 32–33.

Näheres unter Kennziffer 152/15

Schnelle adaptive Datenübertragung über Kurzwelle bis 5400 bit/s mit HF-Modem GM2100



BILD 1 HF-Modem GM2100 für die Datenübertragung auf Kurzwelle mit bis zu 5400 bit/s.
Foto 42 569

Datenübertragung über Kurzwelle war anfangs auf maximal 200 bit/s beschränkt. Die besondere Problematik der Kurzwellenausbreitung mit ihrer Mehrwegeausbreitung bestimmte diese obere Grenze. Sicherungsverfahren wie FEC (Forward Error Correction) und ARQ (Automatic Repeat Request) sorgen dabei für geringstmögliche Bitfehlerraten. Verfahren zur Kompensation der Mehrwegeeffekte konnten erst

durch leistungsstarke Signalprozessoren mit vertretbarem Aufwand realisiert werden. Sie brachten eine Steigerung der Datenrate auf über 2400 bit/s, die für mehrere Jahre als Standard für die meisten Modems für Kurzwellen-Datenübertragung galt.

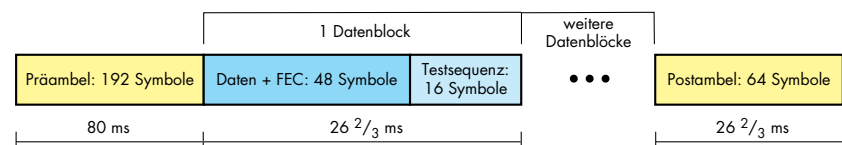


BILD 2 Frame-Aufbau der Rohde & Schwarz-spezifischen Signalform beim HF-Modem GM2100.

Mit dem HF-Modem GM2100 (BILD 1) schiebt Rohde & Schwarz nun die Grenzen der Datenübertragungsgeschwindigkeit weiter nach oben. Dieses Modem aus der Kurzwellen-Funkgerätefamilie XK2000 [1] ermöglicht Datenübertragungsraten bis zu 5400 bit/s. Adaptive Verfahren passen die Datenübertragungsrate an die jeweils aktuelle Streckenqualität an: Bei günstigen Ausbreitungsbedingungen wird die maximale Übertragungsgeschwindigkeit ausgenutzt, bei schlechteren Bedingungen wird der Anteil der Sicherheitsbits erhöht. Insgesamt vergrößert sich dadurch der effektive Datendurchsatz bei einer typischen Kurzwellenverbindung beträchtlich.

Das Datenmodem GM2100 bietet **drei Signalformen zur Datenübertragung** an:

- eine Rohde & Schwarz-spezifische Signalform,
- die Signalform nach MIL-STD 188-110A (Eintonverfahren),
- die Signalform nach STANAG 4285.

Die **R & S-spezifische Signalform** ist mit denen der Datenmodems GM857C4 [2] und GM2000 kompatibel. Sie wurde beim GM2100 optimiert und ermöglicht nun Datenraten zwischen 900 und 5400 bit/s. BILD 2 zeigt den Aufbau eines vom GM2100 übertragenen Frames in dieser Signalform. In Verbindung mit dem ALIS-Prozessor [3] wird die Übertragungsgeschwindigkeit automatisch der Streckenqualität und den Erfordernissen des Übertragungsprotokolls angepaßt sowie eine optimale Ausnutzung des Übertragungskanal

Modulationsverfahren	Nutzbits	Redundanzbits	Coderate	Anteil FEC [%]	Nutzdatenrate [bit/s]
8PSK	144	0	Keine FEC	0	5400
8PSK	120	24	$\frac{5}{6}$	17	4500
8PSK	96	48	$\frac{2}{3}$	33	3600
8PSK	72	72	$\frac{1}{2}$	50	2700
4PSK	36	36	$\frac{1}{2}$	50	1800
2PSK	18	18	$\frac{1}{2}$	50	900

TABELLE 1: Mögliche Datenraten der Rohde & Schwarz-spezifischen Signalform des HF-Modems GM 2100.

	Typische Datenmenge unkomprimiert	Typische Datenmenge komprimiert	Datenreduzierung	Übertragungszeit mit GM2100
Text	2,5 kByte/Seite	0,9 kByte/Seite	64 %	2,5 s
Fax	30 kByte/Seite	24 kByte/Seite	20 %	63 s
Video	490 kByte/Seite	15 kByte/Seite	97 %	44 s

TABELLE 2: Datenübertragungszeiten für typische Kurzwellen-Anwendungen.

sichergestellt. Der ALIS-Prozessor ermittelt zudem während des Verbindungsaufbaus automatisch die maximal mögliche Streckendatenrate. Dadurch ergibt sich eine uneingeschränkte Kompatibilität mit den Rohde & Schwarz-HF-Anlagen der Serie HF850 und XK2000.

Zur Modulation des HF-Trägers verwendet das HF-Modem die Phasenmodulation, und zwar 2PSK, 4PSK und 8PSK. Die 2-Phasen-Modulation wird für eine Geschwindigkeit von 900 bit/s eingesetzt, die 4-Phasen-Modulation für 1800 bit/s. Durch die geringere Anzahl der möglichen Phasen bei der Übertragung gewährleisten diese Modulationsverfahren eine sicherere Datenübertragung bei Strecken mit geringerer Übertragungsqualität. Um bei guten HF-Strecken, bei denen 8PSK verwendet wird, den Datendurchsatz zu erhöhen, kann man den Redundanzanteil der FEC eines übertragenen Blocks einstellen. So werden Übertragungsgeschwindigkeiten bis 5400 bit/s erreicht (TABELLE 1).

Ein großer Vorzug des beim GM2100 gewählten Übertragungsverfahrens ist die automatische Erkennung der Streckengeschwindigkeit des empfangenen Signals anhand einer Kennung zu Be-

ginn eines Empfangs. Dies bedeutet, daß das empfangende Datenmodem nicht über die aktuell vom sendenden Datenmodem verwendete Streckengeschwindigkeit informiert sein muß. Der ALIS-Prozessor macht sich dies zunutze und überträgt Protokoll Daten des RSX.25-Protokolls mit einer niedrigeren Datenrate. Da diese Daten in bezug zu den Nutzerdaten nur einen verschwindend kleinen Teil ausmachen, aber von extremer Wichtigkeit für das Übertragungsprotokoll sind, wird die Übertragungssicherheit durch diese intelligente Steuerung wesentlich erhöht.

Durch die nun möglichen hohen Datenraten wird in Verbindung mit dem RSX.25-Protokoll bei guten Strecken ein Datendurchsatz von rund 3600 bit/s synchron an der Datenendgeräte-Schnittstelle erreicht. Dies entspricht einer asynchronen Datenrate von 4480 bit/s bei einer Einstellung der Schnittstelle mit acht Daten-, einem Stopp- und keinem Prüfbit, also einem nahezu kontinuierlichen Datenstrom von 4500 Bd. Aus TABELLE 2 läßt sich die erforderliche Zeit für eine Datenübertragung in einem HF-System mit Systemprozessor MERLIN [4], HF-Transceiver XK2100, ALIS-Prozessor und HF-Modem GM2100 ablesen.

Bei der Übertragung mit standardisierten **Signalformen nach MIL-STD 188-110A** handelt es sich um eine 8PSK-Modulation mit einer Geschwindigkeit von 2400 Symbolen pro Sekunde. Es sind Datenraten von 75 bis 4800 Bd asynchron oder 75 bis 4800 bit/s synchron möglich. Abhängig von der gewählten Übertragungsgeschwindigkeit ist eine FEC zur Datensicherung einstellbar. Zusätzlich ist ein Interleaving der übertragenen Daten mit einer Interleaver-Länge von 0,6 und 4,8 s wählbar.

Bei der **STANAG4285-Signalform** sind mit unterschiedlichen Modulationsverfahren ähnliche Datenraten wie bei der Signalform nach MIL-STD 188-110A möglich. Auch hierbei ist eine lange oder kurze Interleaving-Zeit wählbar.

Obwohl die Signalformen nach diesen Standards nicht an die hohe Durchsatzrate der R&S-spezifischen Signalform herankommen, ist mit deren Verfügbarkeit im GM2100 die Interoperabilität mit Stationen nach diesen Standards gewährleistet. Mit dem GM2100 steht dem Anwender ein HF-Modem zur Verfügung, das höchste Durchsatzraten bei geringen Bitfehlerraten erreicht. Damit ist die Kurzwellen-Datenübertragung technisch vergleichbar mit dem weltumspannenden Satelliten-Übertragungsverkehr oder mit Postleitungen.

Günter Wicker; Gerhard Greubel

LITERATUR

- [1] Helmke, B.; Wachter, G.: HF-Sender/Empfänger XK2100 – Kurzwelle digital, die zukunftssichere Weitverbindung. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 144, S. 4–7.
- [2] Hackl, H.: Sichere Datenübertragung mit 2700 bit/s über Kurzwellenfunkstrecken. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 146, S. 29–31.
- [3] Greiner, G.: Zuverlässiger Kurzwellenfunk durch ALIS. Neues von Rohde & Schwarz (1986/87) Nr. 116, S. 47–50.
- [4] Kneidel, T.: Systemprozessor MERLIN GR2000 – Leistungsstarker Prozessor trotz härtesten Einsatzbedingungen. In diesem Heft, S. 12–13.

Näheres unter Kennziffer 152/16

Digitale Modulation im Mobilfunk (III)

2 Grundlegende Modulationsverfahren

2.4 Frequenzumtastung

Die bisher beschriebenen Modulationen werden linear genannt. Das (zweiseitige) Basisbandspektrum wird hier linear in den HF-Bereich verschoben. Die verwendeten Modulatoren sind zudem gedächtnislos, da weder die momentane Phase $\phi(m)$ noch die momentane Amplitude $a(m)$ von vorherigen Werten $\phi(m-p)$ beziehungsweise $a(m-p)$ abhängen.

Eine weitere Möglichkeit der Übertragung digitaler Signale auf dem Funkweg ergibt sich durch die Abbildung der M-ären Basisbandsignale in HF-Signale mit M verschiedenen Frequenzen. Diese Art der Modulation wird M-äre Frequenzumtastung (FSK) genannt. FSK hat nicht die Eigenschaft der Linearität, das HF-Spektrum ist ein Bessel-Spektrum mit neuen Frequenzkomponenten.

Eine einfache, gedächtnislose Form der Frequenzumtastung geschieht mit M verschiedenen Oszillatoren, zwischen denen umgeschaltet wird. Die sich dabei einstellende Phase des HF-Signals ist zufällig. Der Nachteil dieser Art der Frequenzumtastung ist ein HF-Spektrum mit starken Seitenkeulen. Frequenzumtastung, bei der die Phase sich zwangsweise kontinuierlich verändert (Continuous Phase Frequency Shift Keying, CPFSK), vermeidet diesen Nachteil. Ein Modulator zur Erzeugung von CPFSK kann entweder durch einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) oder einen I/Q-Modulator realisiert werden.

Die einfachste Art von FSK ist binär und wird durch die beiden Signale

$$s_1(t) = A \cdot \cos[2\pi(f_c + \Delta f)t]$$

und

$$s_2(t) = A \cdot \cos[2\pi(f_c - \Delta f)t]$$

beschrieben.

2.5 Korrelation und Distanz zwischen Signalen

Die einzelnen Modulationsarten unterscheiden sich nicht nur darin, welcher Parameter zur Übertragung der Information verändert wird. Unterschiede bestehen auch in der Empfindlichkeit gegenüber Störungen von außen und, wie bereits gezeigt wurde, in der unterschiedlich effizienten Nutzung des HF-Spektrums. Um abzuschätzen, wie gut eine Modulationsart geeignet ist, bei gegebenem Nachrichtenkanal die Information zu übertragen, muß man einige diskriminierende Parameter betrachten. In Kapitel 1 wurde Modulation definiert als Zuordnung eines aus M möglichen Übertragungssignalen zu einem Block von k Bit. Während der Übertragung wird das Signal verändert. Die Demodulation im Empfänger hat dann die Aufgabe, das Signal in Gegenwart von Rauschen, das während der Übertragung hinzukommt, wieder zu entdecken und es von den verbleibenden M-1 Signalen, die auch gesendet worden sein könnten, zu unterscheiden. Es leuchtet ein, daß eine Modulationsart mit einem Satz von M Signalen die Aufgabe dann gut erfüllt, wenn diese M Signale sich möglichst wenig ähneln. Diese Ähnlichkeit kann mathematisch durch den Korrelationsfaktor zweier Signale

$$\rho = \frac{\int_T s_1(t) \cdot s_2(t) dt}{\int_T s_1^2(t) dt} \quad (13)$$

oder durch ihre euklidische Distanz

$$D^2 = \int_T [s_1(t) - s_2(t)]^2 dt$$

$$= E_1 + E_2 - 2\sqrt{E_1 \cdot E_2} \cdot \rho \quad (14)$$

ausgedrückt werden (E = mittlere Energie während der Symboldauer).

Für den Fall $E_1 = E_2$, wie bei PSK und FSK, vereinfacht sich diese Gleichung zu

$$D^2 = 2 \cdot E_{\text{Bit}} \cdot (1 - \rho). \quad (15)$$

Mit diesen Formeln erhält man die Distanz $D = \sqrt{E}$ für binäre ASK ($s_2 = 0$) und $D = 2\sqrt{E}$ für BPSK ($s_2 = -s_1$). Für QPSK erhält man zwei Werte für die Distanz D , $D_{\text{max}} = 2\sqrt{E}$ und $D_{\text{min}} = \sqrt{2}\sqrt{E}$.

Die euklidische Distanz von FSK hängt vom Modulationsindex ab, bei CPFSK mit einem Modulationsindex von 0,5 beträgt sie $D = \sqrt{2}\sqrt{E}$. Diese Modulationsart ist die Grundlage für die in den Funknetzen nach dem GSM-Standard verwendete Modulation.

2.6 Kohärente Demodulation

Bei phasenmodulierten HF-Signalen fehlt im Spektrum die Spektrallinie mit der Trägerfrequenz, dadurch ist auch der Bezug der aktuellen, die Information tragenden Phase zur Phase des unmodulierten Trägers zunächst nicht vorhanden. Der Träger muß daher mit aufwendigen Verfahren mit seiner exakten Frequenz und Phasenlage regeneriert werden. Hierzu existieren mehrere Frequenzsynchronisationsverfahren wie ein- oder zweifaches Quadrieren des modulierten Signals und anschließende Teilung der dadurch entstandenen doppelten (BPSK) beziehungsweise vierfachen Frequenz (QPSK). Eine andere Möglichkeit besteht in der periodischen Aussendung einer unmodulierten Schwingung, auf die sich die Überlagerungsozillatoren der Empfänger synchronisieren können. Die exakte Phasenlage wird meist dadurch gewonnen, daß in die Datentelegramme fest vereinbarte Folgen (Trainings-Sequenzen) eingebaut werden, deren Kreuzkorrelation mit im Empfänger gespeicherten gleichen Sequenzen Korrekturen zur Phasenlage der Überlagerungsozillatoren liefern.

Aus dem regenerierten Träger wird dann ein Signal $\cos(2\pi ft)$ und das zu ihm orthogonale Signal $-\sin(2\pi ft) = \cos(2\pi ft + \pi/2)$ gewonnen.

Beide Komponenten werden mit dem Empfangssignal $A(t) \cdot \cos(2\pi f t + \varphi(t))$ multipliziert und liefern die Ergebnisse:

$$\begin{aligned} & A(t) \cdot \cos(2\pi f t + \varphi(t)) \cdot \cos(2\pi f t) \\ &= \frac{1}{2} A(t) [\cos(\varphi(t)) + \cos(4\pi f t + \varphi(t))], \\ & A(t) \cdot \cos(2\pi f t + \varphi(t)) \cdot \cos\left(2\pi f t + \frac{\pi}{2}\right) \\ &= \frac{1}{2} A(t) \left[\cos\left(\varphi(t) + \frac{\pi}{2}\right) \right. \\ & \quad \left. + \cos\left(4\pi f t + \varphi(t) + \frac{\pi}{2}\right) \right]. \end{aligned} \quad (16)$$

Nach Ausfiltern der hochfrequenten Bestandteile bleiben dann die beiden Terme

$$\frac{1}{2} A(t) [\cos(\varphi(t))]$$

und (17)

$$\frac{1}{2} A(t) \left[\cos\left(\varphi(t) + \frac{\pi}{2}\right) \right] = \frac{1}{2} A(t) [-\sin(\varphi(t))]$$

übrig (BILD 7). Dies sind aber nach Gleichung (3) bis auf einen konstanten Faktor die modulierenden Signale der I- und Q-Trägerkomponenten beziehungsweise nach Gleichung (6) bis auf den gleichen Faktor und das Vorzeichen des Imaginärteils die Komponenten der komplexen Einhüllenden des modulierten Signals. Zur Wiedergewinnung der ursprünglichen Daten muß nun noch deren Abbildung in die Signale $c_I(t)$ und $c_Q(t)$ beziehungsweise in die komplexe Einhüllende $\underline{u}(t)$ rückgängig gemacht werden.

Kohärente Demodulation muß für Systeme mit eigentlicher Phasenmodulation verwendet werden, solange die Daten nicht differenzcodiert sind, das heißt die Information im Wechsel von einer zur anderen Phase steckt. Kohärente Demodulation kann aber auch für alle anderen Modulationsarten verwendet werden. Sie liefert im allgemeinen bessere Ergebnisse als herkömmliche Verfahren, also niedrigere Bitfehlerraten bei gleichem Verhältnis von Bitenergie zur Rauschleistungsdichte.

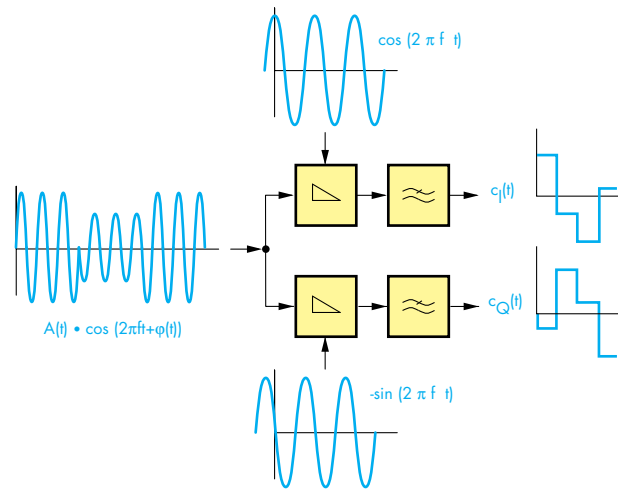


BILD 7
Kohärente
Demodulation.

3 Die Modulation in Mobilfunknetzen

Das letzte Kapitel läßt den Schluß zu, daß BPSK die größte Resistenz gegenüber Störungen längs des Nachrichtenkanals aufweist. In der Tat zeigt BPSK nach Übertragung durch einen AWGN-Kanal (Added White Gaussian Noise) – einen Kanal, bei dem weißes Rauschen dem Nutzsignal additiv überlagert wird – das Optimum in bezug auf die Bittfehlerrate als Funktion der Bitenergie zur Rauschleistungsdichte E_{Bit}/N_0 . Diese Modulationsart wird daher meist zum Vergleich verschiedener Modulationsarten als Standard herangezogen. Die Bandbreiteneffizienz jedoch muß als ungenügend bezeichnet werden. M-äre PSK oder QAM weisen zwar wesentlich bessere Bandbreiteneffizienzen auf, ihre geringeren euklidischen Distanzen führen jedoch dazu, daß die Empfindlichkeit gegenüber Störungen auf dem Übertragungsweg mit der Anzahl der möglichen Einzelsignale steigt. Auch nimmt mit steigender Komplexität der Modulation der Aufwand bei der technischen Realisierung der Modulatoren und der Demodulatoren zu.

QPSK scheint auf den ersten Blick wegen des durchschnittlich nur geringen Unterschiedes der euklidischen Distanz und wegen der um den Faktor 2 verbesserten Bandbreiteneffizienz im Vergleich zu BPSK ein guter Kompromiß zwischen Frequenzökonomie, Unempfindlichkeit gegenüber Störungen und

vertretbarem technischen Aufwand zu sein. CPFSK hingegen, wie in den Netzen nach dem GSM-Standard verwendet, benötigt weit komplexere Hardware-Lösungen und erscheint deshalb zunächst nicht als die optimale Lösung.

Betrachtet man aber die bandbegrenzten HF-Signale und ihre Eignung für die Übertragung auf dem Funkweg, erscheinen die Dinge in ganz anderem Licht. Bandbegrenzte M-äre PSK zeigt nämlich eine unerwünschte Amplitudenmodulation des HF-Trägers, die dadurch erklärt werden kann, daß der Vektor des HF-Signals während eines nun im Verhältnis zur nicht bandbegrenzten Modulation langsamen Übergangs von einem Winkel zum anderen auch seinen Betrag ändert. Dieses Verhalten ist besonders bei einer Winkeländerung von 180° (BPSK, QPSK beim Übergang von 00 zu 11 und 10 zu 01) ausgeprägt, hier wird der Träger zeitweilig zu Null. Bei 90° -Drehungen wird der Träger bis auf das 0,7fache, bei 135° -Drehungen (mögliche Phasenänderung bei 8-PSK) auf das 0,38fache seines Wertes (das entspricht einer Dämpfung von 8,4 dB) abgeschwächt. Dieses Verhalten verbietet den Einsatz effektiver, jedoch nichtlinearer C-Verstärker in mobilen Funkgeräten und verlangt nach linearen A-Verstärkern in der Endstufe. Außerdem erschwert es die Rückgewinnung des Trägers aus dem modulierten Signal für die nötige kohärente Demodulation.

Wird fortgesetzt.

Peter Hatzold

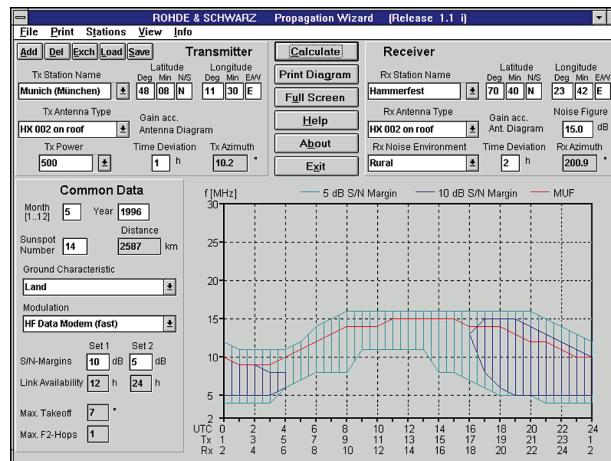
PropWiz, ein Windows-Programm zur Prognose von Kurzwellen-Funkverbindungen

Propagation Wizard, kurz PropWiz genannt, ist ein neues Prognose-Programm für Kurzwellenverbindungen, das auf einfachste Weise eine Vorhersage der Qualität einer solchen Verbindung zwischen zwei beliebigen Punkten auf der Welt erlaubt. Propagation Wizard berechnet die Zuverlässigkeit einer Verbindung, das heißt die zeitliche Verfügbarkeit für einen gewünschten Signal-Stör-Abstand, und den dafür geeigneten Frequenzbereich. Die Ergebnisse werden übersichtlich grafisch am Bildschirm dargestellt (BILD). Sie können selbstverständlich auch auf jedem Drucker in Farbe ausgedruckt werden. Die zeitliche Verfügbarkeit der Verbindung wird direkt in Stunden pro Tag angegeben.

Eine **kostenlose Demo-Version** dieses Programms ist erstmals auch auf dem Rohde & Schwarz-Internet-Server verfügbar und damit weltweit für alle Interessenten frei zugänglich (Adresse: <http://www.rsd.de>).

Propagation Wizard ist durch seine einfache, selbsterklärende Bedienoberfläche (Windows 3.x und 95) und die Qualität der Vorhersagen einzigartig auf dem Markt. Propagation Wizard berücksichtigt die Eigenschaften von Rohde & Schwarz-Geräten aller Transceiver-Leistungstufen (HF850/XK2000), Modulationsverfahren (z. B. Datenmodem GM2000) und vor allem auch die verfügbaren Sende- und Empfangsantennen (z. B. HX002, AK471). Dabei werden die Antennen über ihr Vertikalstrahlungsdiagramm (d. h. Gewinn abhängig von Erhebungswinkel und Frequenz) in die Kalkulation einbezogen. Kundenspezifische Wünsche und Änderungen der Parameter sind einfach und individuell einstellbar.

Zur Berechnung des Signal-Stör-Abstands wird neben der Empfangsfeldstärke auch am Empfangsort herrschen-



Ergebnis Ausdruck einer mit Propagation Wizard berechneten Kurzwellenverbindung.

des atmosphärisches, galaktisches und künstliches Rauschen nach den entsprechenden CCIR-Empfehlungen berücksichtigt. Dank Propagation Wizard können die komplexen mehrstufigen Berechnungen der Verbindungsqualität nun mit einem Tastendruck oder Mausklick ausgeführt werden. Somit eignet sich Propagation Wizard auch besonders dazu, umfangreiche Funknetze mit allen Querverbindungen relativ schnell und mit großer Sicherheit vollständig zu analysieren. Bisher mußten für derartige Berechnungen die folgenden Schritte nacheinander ausgeführt werden:

1. Berechnung der Feldstärke am Empfangsort mit einem entsprechenden Programm,
2. Bestimmung aller Rausch- und Störsignale am Empfangsort an Hand von CCIR-Tabellen (abhängig von Ort, Tages- und Jahreszeit),
3. Berechnung des Signal-Stör-Abstands unter Berücksichtigung des Empfänger-Eigenrauschens, der Bandbreite und der Empfangsantenne,
4. Vergleich des berechneten Signal-Stör-Abstands mit dem Mindestsollwert des verwendeten Modulationsverfahrens,
5. 24fache Wiederholung der Schritte 1 bis 4 für alle Stunden eines Tages,
6. bei Veränderung der Eingabeparameter (z. B., weil für den berechneten

Frequenzbereich der Antennengewinn korrigiert werden muß) waren alle bisherigen Schritte erneut auszuführen, 7. für andere Sende- oder Empfangsorte waren sämtliche Auswertungen zu wiederholen, 8. zur vollständigen Beurteilung mußten die Ergebnisse in eine grafische Darstellung übertragen werden.

Propagation Wizard befreit den Anwender von allen diesen Tätigkeiten und liefert in kürzester Zeit das gewünschte Ergebnis. Die Berechnungen können beliebig oft mit geringen Veränderungen durchgeführt werden, so daß sich der Einfluß bestimmter Parameter erforschen läßt (z. B. erforderliche Mindest-Sendeleistung).

Die **besonderen Eigenschaften von Propagation Wizard** nochmals im Überblick:

- sehr einfache Bedienung durch selbsterklärende Windows-Oberfläche,
- Windows-Hilfefunktion (kontextsensitiv) ständig im Hintergrund verfügbar,
- basiert auf bewährten Algorithmen,
- berücksichtigt alle wesentlichen Parameter einer Kurzwellenverbindung,
- berücksichtigt Rohde & Schwarz-Kurzwellen-Anlagenkomponenten,

- berücksichtigt Rohde & Schwarz-Antennen-Vertikaldiagramme,
- berechnet die zeitliche Verfügbarkeit einer Kurzwellenverbindung und den optimalen Frequenzbereich,
- stellt Ergebnisse grafisch am Bildschirm dar,
- liefert farbige Hardcopy auf Drucker,
- führt alle Berechnungen sehr schnell durch.

Propagation Wizard ist in **zwei Versionen** lieferbar:

- Standard-Version für normalen PC (mindestens 800 x 600 Pixel),
- Laptop/Notebook-Version (640 x 480 Pixel).

Beide Versionen sind auch kostenfrei als Demo-Versionen erhältlich. Dabei ist die Empfangsstation „München“ fest

vorgegeben. Alle anderen Features einschließlich Drucken sind verfügbar, so daß der zukünftige Nutzer die Leistungsfähigkeit von Propagation Wizard vorab beurteilen kann.

Dr. Hans Waibel; Peter Maurer

Näheres unter Kennziffer 152/17

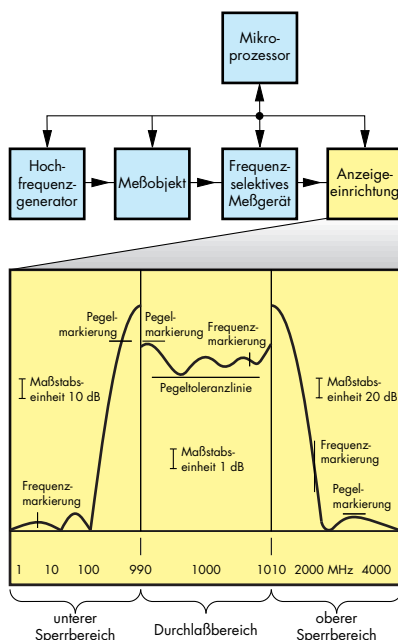
Frequenzselektives Messen und Darstellen frequenzabhängiger Meßparameter

In der Hochfrequenzmeßtechnik finden immer mehr Analysatoren Anwendung, die eine frequenzabhängige, selektive Analyse frequenzabhängiger Meßparameter innerhalb eines interessierenden Gesamtfrequenzbereichs ermöglichen. So sind beispielsweise Spektrumanalysatoren bekannt, die die Amplitude eines Meßsignals als Funktion der Frequenz in einem breiten Gesamtfrequenzbereich in Echtzeit auf dem Schirmbild einer Kathodenstrahlröhre darstellen (z. B. Spectrum Analyzer FSA von Rohde & Schwarz). Es gibt auch schon Netzwerkanalysatoren, die neben dem eigentlichen frequenzselektiven Analysator einen synchron damit abstimmbaren Mitlaufgenerator aufweisen (z. B. Skalarer Spectrum & Network Analyzer FSAS). Mit solchen Netzwerkanalysatoren kann beispielsweise der Pegelverlauf eines Vierpols in Abhängigkeit von der Frequenz

gemessen werden. Es sind auch schon sogenannte komplexe Netzwerkanalysatoren bekannt, die sowohl eine Betrags- als auch Phasenmessung ermöglichen. Aus Betrag und Phase kann dann beispielsweise der Blindwiderstand eines Meßobjekts berechnet werden und aus der Frequenz- und Phasenänderung die Gruppenlaufzeit. Mit solchen Netzwerkanalysatoren können also die verschiedenartigsten Meßparameter eines Meßobjektes bestimmt werden. Allen diesen bekannten Analysatoren ist der Nachteil gemeinsam, daß sie in bezug auf Genauigkeit und Schnelligkeit der Messung nicht optimal an die jeweilige Meßaufgabe bzw. das jeweilige Meßobjekt angepaßt sind.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Analysator der eingangs erwähnten Art zu schaffen, der optimal an die jeweilige Meßaufgabe anpaßbar ist. Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Analysator laut Oberbegriff des Hauptanspruchs durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen insbesondere für die Ausbildung eines Netzwerkanalysators ergeben sich aus den Unteransprüchen. Gemäß der Erfindung können der Frequenzmaßstab (Anzahl und frequenzmäßige Verteilung der Frequenzschritte) und auch der Meßparameter-Maßstab (z. B. Amplitudenmaßstab, Phasenmaßstab, Blindwiderstandsmaßstab, Gruppenlaufzeitmaßstab) in unterschiedlichen Teilbereichen des Gesamtfrequenzbereichs optimal an die jeweilige Meßaufgabe angepaßt werden; beim Messen des Pegelverlaufs eines Tief- oder Hochpasses in Abhängigkeit von der Frequenz wird also beispielsweise der Gesamtfrequenzbereich des Netzwerkanalysators in zwei Teilbereiche (Durchlaß- und Sperrbereich) aufgeteilt und in diesen beiden Teilbereichen dann jeweils mit unterschiedlichem Frequenzmaßstab und unterschiedlichem Meßparameter-Maßstab gemessen (BILD). Zum Messen eines Bandpasses bzw. einer Bandsperre erfolgt vorzugsweise eine Aufteilung des Gesamtfrequenzbereichs in drei aneinander anschließende Teilbereiche, wobei der mittlere Teilbereich wiederum – jeweils an-

gepaßt an den Durchlaß- bzw. Sperrbereich des Filters – größere Frequenz- und Pegelauflosung aufweist als die benachbarten Sperrbereiche. Da beim erfindungsgemäßen Analysator die Anzahl der Frequenzschritte pro Teilbereich beliebig wählbar ist, kann der Analysator auch optimal an die gewünschte Meßgeschwindigkeit angepaßt werden, was beispielsweise zum Abgleich von Meßobjekten wie Bandfiltern sehr vorteilhaft ist. Durch die gleichzeitige Einblendung von Frequenz- oder Meßparameter-Markierungen, wie Pegelmarkierungen, bzw. durch gleichzeitige Einblendung von Meßparameter-Toleranzlinien, wie Pegel-Soll-Linien, ist ein erfindungsgemäßer Analysator sehr universell für die verschiedenartigsten Meßaufgaben einsetzbar, beispielsweise zum Messen des Selektionsverlaufs von Hoch-, Tief- bzw. Bandpässen oder Bandsperren. Ein erfindungsgemäßer Analysator eignet sich auch zum Darstellen der unterschiedlichen Selektionsverläufe eines Mehrtor-Meßobjekts, beispielsweise einer aus einem Tiefpaß und einem Hochpaß bestehenden Weiche, wenn als Meßgerät ein entsprechender Mehrkanalanalysator benutzt wird.



Auszug aus Patentschrift EP 473 949 B1
Angemeldet von Rohde & Schwarz am 11.03.1992
Erteilung veröffentlicht am 21.06.1995
Erfinder: Klaus Danzeisen

Anwendung in der Vektoriellen Netzwerk-analysator-Familie ZVR



Näheres über ZVR unter Kennziffer 152/18

Digital Radiocommunication Tester CMD55 mit erweiterten Meßfunktionen



BILD 1 Digital Radiocommunication Tester CMD55. Foto 40 946

Der CMD55 (BILD 1) ist ein kompakter Funkmeßplatz für die Überprüfung von GSM-, PCN- und PCS-Mobiltelefonen im gehobenen Service und in der Produktion [1; 2]. Durch zahlreiche neue Meßfunktionen hat Rohde & Schwarz den Meßplatz jetzt den jüngsten Forderungen dieser Applikationsbereiche angepaßt.

Speziell für den Einsatz in der **Mobiltelefon-Produktion** prädestinieren den CMD55 folgende neue Eigenschaften:

Zur Messung der HF-Parameter von Mobiltelefonen muß der Funkmeßplatz eine Basisstation simulieren, um mit dem Telefon eine Verbindung aufzubauen. Die vollständige Signalisierungsprozedur für ein **Location Update** dauert bis zu 10 s. Dies kann in der Mobile-Produktion zu lang sein. Zum Einsparen wertvoller Prozeßzeit bietet der CMD zwei Lösungsmöglichkeiten: Neben der vollständigen Signalisierung kann der Anwender einen verkürzten Signalisierungsmodus wählen. Hierbei werden alle für den Testbetrieb unnötigen Signalisierungsnachrichten wegge-

lassen. Als weitere Geschwindigkeitssteigerung ist bei bekannter internationaler Teilnehmernummer (IMSI) ein direktes Anrufen des Mobiles vom CMD aus möglich (direktes Paging). In der Regel wird in der Produktion eine Test-SIM-Karte mit bekannter IMSI verwendet.

Mobiltelefone müssen in der Produktion bei verschiedenen **Sendeleistungen** gemessen werden. Die Signalisierungsprozedur für einen Leistungswechsel ist ebenfalls sehr umfangreich. Um auch hier Prüfzeit einzusparen, kann man beim CMD eine Leistungssteuerung auch über einen Kanalwechsel vornehmen, und zwar auf den identischen Kanal, der jedoch eine ande-

re Leistung aufweist und dessen Signalisierungsnachrichten deutlich kürzer sind.

Im **Fernsteuerbetrieb** zeigt der CMD zur Geschwindigkeitssteigerung auf dem Display nicht die Menübilder der Handbedienung, sondern die empfangenen und gesendeten Fernsteuerbefehle. Diese Befehlsmitschreibfunktion ist äußerst hilfreich beim Erstellen und Testen der Fernsteuerprogramme. Im Dauereinsatz kann diese Mitschreibfunktion ausgeschaltet werden, was zu einer weiteren Geschwindigkeitserhöhung führt. Beim Einsatz des CMD in automatischen Reparaturmeßplätzen besteht außerdem die Möglichkeit, vom Fernsteuerbetrieb direkt in die Handbedienung umzuschalten, wobei die Menüebene und auch der Signalisierungszustand erhalten bleiben. So kann man zum Beispiel direkt, nachdem das automatische Testprogramm einen Prüflingsfehler erkannt hat, im Handbetrieb mit Hilfe grafischer Menüs den Fehler weiter analysieren.

Auch die Hardware-Komponenten des CMD55 erfuhren eine Geschwindigkeitssteigerung in Form eines schnellen **Mikroprozessor-Systems**. Dank des modularen Aufbaus des CMD kann das neue Rechnerkern-Modul auch nachträglich in bereits gelieferte Meßplätze eingebaut werden.

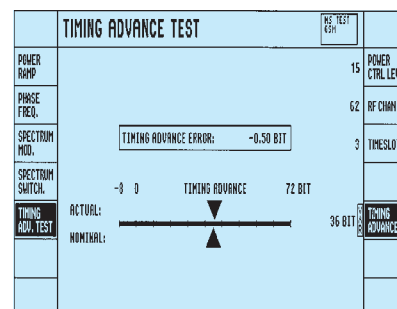


BILD 2 Menü Timing Advance Test.

NETWORK DEFINITION				TEST
DTX (MS)	ON OFF	001	MCC	
MOBILE POWER	15	01	MNC	
POWER CHANGE	FIRST SLOW	0	MCC	
DRX	2	0	BCC	
SIGNAL MODE	STANDARD		RA LIST	
LOC. UPD. MODE	ALWAYS AUTO		BARRED NOT BARRED	
DEFAULT SUBSCR.	001.01.0000000001	1	LOC AREA	

BILD 3 Menü Network Definition.

Folgende zusätzliche neue Features erlauben den Einsatz des CMD55 auch in der **Entwicklung und Qualitätssicherung** von Mobiltelefonen:

Ein GSM-Telefon muß sich auf den Meßplatz, der als Basisstation fungiert, bezüglich Frequenz und Zeitschlitz synchronisieren. Der CMD kann den zeitlichen Versatz, mit dem das Mobile zu früh oder zu spät sendet, messen: **Timing-Error-Messung**. Weiterhin ist ein **Timing-Advance-Test** möglich. Hierbei signalisiert der CMD dem Mobile, welche Zeit es früher oder später senden soll und mißt daraufhin den zeitlichen Versatz (BILD 2). Diese Funktion ist bei Mobiltelefonen zur Laufzeitkompensation bei weit entfernten Basisstationen notwendig.

Zum Überprüfen der **dynamischen HF-Eigenschaften** der Telefone können beim CMD vier verschiedene Frequenz-

Hopping-Sequenzen auf einfache Weise per Tastendruck aktiviert werden. Zur Messung der **NF-Parameter** gibt es zum CMD einen Echtzeit-Sprachcoder/-decoder (Option CMD-B5). Er arbeitet zusammen mit dem NF-Meßteil, bestehend aus Voltmeter, Klirrfaktormesser, Bandpaß und NF-Generator (Option CMD-B41). Nach Kontaktieren der NF-Schnittstelle der Telefon-Freisprecheinrichtung oder mit Hilfe eines Akustikkopplers lassen sich die NF-Eigenschaften des Mobiles dann exakt vermessen.

Der Anwender des CMD55 kann zahlreiche Signalisierungsparameter vorgeben (BILD 3) und so beispielsweise verschiedene **Netze simulieren**. Damit läßt sich das Roaming-Verhalten von Mobiles mit bestimmten Netz-SIM-Karten in eigenen oder fremden Netzen untersuchen. Sind viele Nachbarzellen vorhanden, wird die Hard- und Software der Mobiltelefone gestreßt. Zum

Test dieses Streßverhaltens kann beim CMD vorgegeben werden, welche und wieviele Nachbarzellen simuliert werden sollen. Es ist möglich, die Mobiltelefone in die Betriebszustände Discontinuous Reception und Discontinuous Transmission zu schalten und daraufhin Messungen durchzuführen. Einstellungen wie der Mobile-Sendepegel oder „Einbuchen erlauben/verbieten“ ermöglichen den Einsatz des CMD auch bei sehr individuellen Anwendungen.

Werner Mittermaier

LITERATUR

- [1] Mittermaier, W.: Modultest mit Digital Radiocommunication Tester CMD52/55. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 149, S. 36–37.
- [2] Vohrer, M.: Multimode-Meßplatz CMD für Mobilfunkgeräte der Standards GSM, PCN, PCS und DECT. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 150, S. 53–54.

Näheres unter Kennziffer 152/19

ACCESSNET® – eine Kommunikationslösung für Rußland

Rußland durchläuft nach Öffnung des Marktes eine Phase mit hohem Kommunikationsbedarf, der jedoch von den bestehenden Telefonnetzen nicht gedeckt werden kann. Die Telekommunikationseinrichtungen in Rußland sind nicht vergleichbar mit den paradiesischen Verhältnissen in Deutschland und anderen hochentwickelten Industrienationen. Drahtgebundene öffentliche Telefonnetze sind vielerorts veraltet, überlastet und dem gestiegenen Kommunikationsbedarf nicht mehr gewachsen.

Im Zuge der freien Marktwirtschaft investieren jetzt private Netzbetreiber in mobile Kommunikationsnetze. In den meisten Fällen bestehen diese Funk-

systeme aus einer Zusammenstellung konventioneller Funkkomponenten, die eine eingeschränkte Funkfunktionalität und meist nur geringe Verfügbarkeit für die Anwender bieten. In Industriezentren werden Mobiltelefonnetze, basierend auf den Standards NMT und GSM, realisiert, die jedoch für die Betreiber und auch Anwender mit sehr hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden sind.

Das Bündelfunksystem ACCESSNET® von Rohde & Schwarz, das nach dem europäischen Signalisierungsstandard MPT1327 arbeitet, bietet hier die ideale Lösung für das Anforderungsprofil der potentiellen Betreiber und Nutzer in Rußland. Durch das modulare System-



BILD 1 Russische Zulassungsurkunde für die Rohde & Schwarz-Basisstation ND950 für private Bündelfunknetze.



BILD 2 Präsentation des Bündelfunksystems ACCESSNET® auf der Telekommunikationsmesse SIBCOM in Novosibirsk. Foto: Verfasser

konzept können mit vergleichsweise niedrigen Investitionskosten Kommunikationssysteme vom lokalen Kompaktsystem bis zu regionalen und überregionalen Bündelfunksystemen geschaffen werden [1 bis 3]. Darüber hinaus bietet die Vielzahl von Rufarten und Datenübertragungsmöglichkeiten dem Anwender eine wesentlich höhere Leistungspalette als Zellular Telefonsysteme.

Im Vergleich zu einer Vielzahl von konventionellen Systemen ist die überregionale Frequenzvergabe für Bündelfunksysteme durch die entsprechenden Behörden viel leichter regulierbar. Die verfügbaren Frequenzressourcen können bei Lizenzvergabe an ausgewählte Betreiber, die ihre Netzinfrastruktur verschiedenen Nutzergruppen bereitstellen, viel effizienter genutzt werden.

Rohde & Schwarz hat den Kommunikationsbedarf in Rußland frühzeitig erkannt und arbeitet seit 1994 verstärkt mit russischen Partnern zusammen, um die Grundlagen für zukünftige Geschäftsbeziehungen zu schaffen.

Die Zulassung des Bündelfunksystems ACCESSNET® ist eine der Voraussetzungen für die Lieferung und Inbetriebnahme und wurde aus diesem Grund mit höchster Priorität verfolgt. Als einer der ersten Hersteller kann Rohde & Schwarz nun ein russisches Zertifikat für ein Bündelfunksystem vorweisen: für ACCESSNET® (BILD 1).

Basierend auf den vielfältigen Marketing-Aktivitäten sind schon erste Erfolge vorweisbar. Gemeinsam mit lokalen Systemintegratoren in Moskau und Novosibirsk wurden mehrere Systeme realisiert (BILD 2); zwei davon sind bereits in Betrieb und die Installation von weiteren vier Systemen steht kurz bevor. Die Betreiber der Bündelfunknetze nutzen das gesamte Anwendungsspektrum von ACCESSNET®: als öffentliches Mobilfunksystem sowie bei Sicherheitsbehörden, Hafenbehörden und Eisenbahngesellschaften. Die Flexibilität und die im Markt einzigartige Netzarchitektur von ACCESSNET® sowie die Zusammenarbeit mit Rohde & Schwarz als kompetenter Partner für die Realisierung leistungsstarker Systeme sind die wesentlichen Argumente für Rußland, ACCESSNET® als Kommunikationslösung zu wählen.

Andreas Schneider

LITERATUR

- [1] Wagner, K.-H.: Bündelfunksysteme auf Erfolgskurs. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 146, S. 55.
- [2] Schinke, U.; Klier, W.: Funkkommunikationssystem ACCESSNET®-D – Bündelfunk jetzt digital. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 149, S. 28–31.
- [3] Wagner, K.-H.: Eine Vision wird wahr – Bündelfunk für die Vereinigten Arabischen Emirate. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 151, S. 50–51.

Näheres unter Kennziffer 152/20

Rohde & Schwarz-Meßtechnik im EMV-Prüfzentrum der Technischen Überwachung Hessen



BILD 1 EMV-Testsystem der Technischen Überwachung Hessen.

Das EMV-Labor der Technischen Überwachung (TÜ) Hessen bietet sämtliche derzeit nötigen Meß- und Prüfmöglichkeiten für elektrotechnische Geräte aller Art. Die Meßeinrichtungen sind für Störfestigkeitsmessungen (EMS) im Frequenzbereich 10 kHz bis 2 GHz und für Störemissionsmessungen (EMI) im Bereich 5 Hz bis 18 GHz ausgelegt. Die von Rohde & Schwarz gelieferte Meß- und Prüftechnik (BILD 1) gestattet eine schnelle Durchführung der Prüfungen und eine flexible Anpassung an wechselnde Testobjekte; die zugehörige Software gewährleistet dabei eine optimale Nutzung der von Siemens Hannover erstellten Absorber- und Schirmkabinen (BILD 2).

In der Niederlassung Kassel der TÜ Hessen wurden auf einem Areal von mehr als 2000 m² neue Labor- und Bürogebäude sowie ein Freifeldmeßplatz geschaffen; großzügige Räumlichkeiten ermöglichen Prüfungen in den Bereichen EMV, Maschinenrichtlinie und Niederspannungsrichtlinie. Die zentrale und verkehrsgünstige Lage

in Deutschland sowie die leistungsstarke technische Ausstattung machen das Labor zu einem interessanten Partner für Hersteller und Importeure elektrotechnischer Geräte und Anlagen bis etwa 2500 kg.

Das rechnergesteuerte EMS-Testsystem von Rohde & Schwarz erlaubt unter anderem Abnahmemessungen nach IEC1000-4-3 und IEC1000-4-6 im Fre-

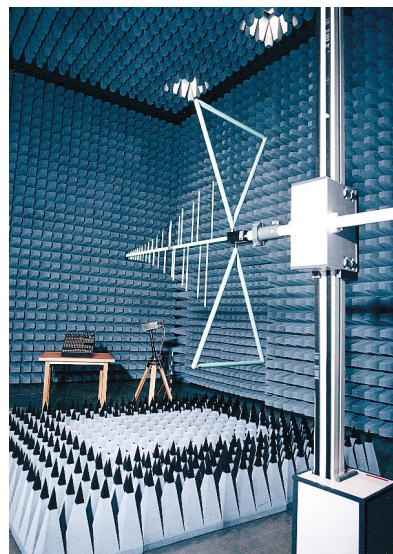


BILD 2 Absorberraum bei der TÜH in Kassel.
Fotos: Eberth

quenzbereich oberhalb 10 kHz. Es enthält einen Signalgenerator SME, eine Relaismatrix, drei Leistungsverstärker, ein Millivoltmeter URV5, ein Feldstärke-meßsystem, eine Sendeantenne sowie Koppelnetzwerke. Mit höherer Leistung im unteren Frequenzbereich ist das Testsystem auf zukünftige Entwicklungen der Normen vorbereitet. Bei Bedarf sind auch Messungen ab 1 MHz mit verschiedenen Antennen möglich. Die Verstärker sind manuell und durch den Rechner fernsteuerbar.

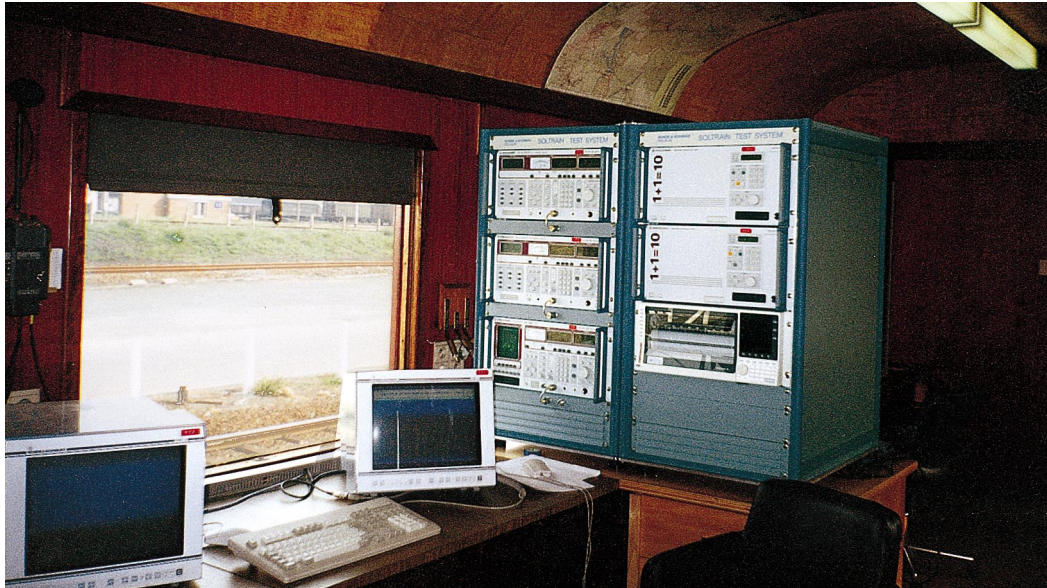
Ein EUT-Monitoring-System zur Prüfungsüberwachung überträgt vom Testobjekt abgenommene elektrische Signale über Lichtwellenleiter an den Bedienplatz. Dort können die Signalparameter direkt am Voltmeter abgelesen oder vom Rechner erfaßt und protokolliert werden. Ein ebenfalls über Glasfaserkabel arbeitendes Video- und Audiosystem dient zur visuellen und akustischen Kontrolle der Prüflingsfunktion. Das EMI-Testsystem bietet mit seiner Rechnersteuerung eine gute und anwenderorientierte Möglichkeit, Prüfobjekte bis 2500 kg auf 3-m-Dreh-scheiben in der Absorberhalle und im Freifeld zu vermessen. Ein Schutzgebäude aus speziellem Kunststoff für den Freifeldmeßplatz läßt auch im Freifeld „wetterunabhängige“ Prüfungen mit 3 und 10 m Meßentfernung zu.

Alle Meßräume verfügen über eine Stromversorgung mit 3 x 32 A, eine Vielzahl von Versorgungen für Hilfseinrichtungen sowie Druckluft, Wasser, Abwasser- und Abgasanschlüsse. Die regelmäßige Wartung und Kalibrierung der Meß- und Prüfsysteme gewährleistet eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit der Meßergebnisse.

Klaus Wunderlich (TÜH);
Peter Busch

Näheres über EMV-Meßtechnik unter Kennziffer 152/21

SNCB setzt R&S-Meßsystem zur Planung und Qualitätssicherung des belgischen Zugfunknetzes ein



Zugfunk-Meßsystem der SNCB mit zwei Meßempfängern ESVS10, einem ESN und drei PCs.
Foto: SNCB

Er ist eine etwas ungewöhnliche Erscheinung, der rote Meßwagen, der auf der Eisenbahnstrecke zwischen Louvain und Aarschot oder Gembloux und Namur in Belgien verkehrt und die Versorgungsfeldstärke des Funknetzes zwischen Zügen und Bodenstationen erfaßt. Vor einigen Jahren hat die SNCB (Société nationale des chemins de fer belgique) beschlossen, zur Steuerung des Zugverkehrs eine Funkverbindung zwischen den einzelnen Fahrzeugen und der Überwachungszentrale einzurichten und beauftragte Rohde & Schwarz mit der Lieferung der Meßeinrichtung (BILD). Diese soll nicht nur im nationalen Schienennetz, sondern ebenso für Eurostar, Thalys und die zukünftige Verbindung Paris-Brüssel-Köln-Amsterdam eingesetzt werden.

„Zur Nutzung des Funknetzes müssen der Aufbau und die Aufrechterhaltung der Funkverbindungen sichergestellt sein, das heißt, die Empfangsfeldstärke muß genügend hoch sein“, erklärt der verantwortliche Ingenieur der Abteilung Fernmeldewesen in den Labors für Infrastruktur der SNCB. Der Meßwagen erfüllt eine doppelte Aufgabe: Zum einen bestimmt er die Anzahl und

den Standort der Feststationen. Zum andern dient er nach Installation des Netzes zur Kontrolle, ob die erforderliche Feldstärke vorhanden ist. Zu diesem Zweck muß das gesamte Streckennetz zweimal im Jahr in beiden Richtungen abgefahren werden.

Das Meßsystem wird durch Impulse von einem Geschwindigkeitsmesser angesteuert, der auf einer Achswelle des Wagens angebracht ist. Zur Ausschaltung von Überlagerungsstörungen werden alle drei Zentimeter drei Messungen durchgeführt (da drei Funkfrequenzen verwendet werden) – und das bis zu einer Geschwindigkeit von 200 km/h. Daraufhin wird eine statistische Auswertung vorgenommen, in der ermittelt wird, ob die Schwelle von 6 dB zu 95 % sowohl zeitlich als auch räumlich im nationalen Netz überschritten wird; für die Hochgeschwindigkeitsstrecken gilt ein Wert von 98 %.

Für die Erfassung, Verarbeitung und Echtwertanzeige der Meßwerte, die Datenübertragung und die Erstellung von Grafiken und Tabellen stehen ganze 540 ms zur Verfügung. Das erfordert natürlich eine entsprechend

schnelle Anlage. Rohde & Schwarz setzt dazu drei Meßempfänger ein, die auf einer Festfrequenz um 460 MHz arbeiten: einen ESN und zwei ESVS10. Die Meßeinrichtung umfaßt weiterhin drei Process Controller PSM, einen zur Datenerfassung, einen für die statistische Auswertung und einen für Druck, Protokollierung und grafische Darstellung der Daten auf einem Laserdrucker. Darüber hinaus werden Feldstärkewerte noch von einem synchron arbeitenden YT-Schreiber ohne statistische Auswertung registriert. Die Software hat die französische Firma Larisys speziell für die Anforderungen des Zugverkehrs entwickelt.

Schließlich wäre noch zu sagen, daß dieser Wagen außerdem ein Büro für die Arbeiten im Vorfeld, eine Werkstatt, eine Küche und einen kleinen Technikraum mit Heizkessel und Generatorsatz enthält. „Man könnte uns mitten in Sibirien einsetzen“, scherzen die Funktechniker. „Wenn wir auch noch Öl zur Verfügung hätten, wären wir autark.“

Jacques Stellamans (SNCB Brüssel)

Näheres über Zugfunk-Meßsysteme unter Kennziffer 152/22

Audio Analyzer UPL entstand aus dem UPD (hat aber weniger Funktionen und leicht eingeschränkte Daten), ist zu ihm kompatibel und für mobilen Einsatz geeignet; diverse Optionen, darunter digitale Audioschnittstellen.

Datenblatt PD 757.2238.11 Kennziffer 152/23

GSM Go/Nogo Tester CTD52 und **GSM/DCS Go/Nogo Tester CTD55** Der neu im Programm befindliche CTD55 ist ins Datenblatt aufgenommen worden.

Datenblatt PD 757.1502.12 Kennziffer 152/24

Digital Radiocommunication Testers CMD54, CMD57 Das Datenblatt ist völlig überarbeitet und besonders bei den Anwendungen und Optionen erweitert worden.

Datenblatt PD 757.1231.13 Kennziffer 152/25

Typprüfsysteme für den Mobilfunk Die Informationsschrift enthält die Kurzbeschreibung aller lieferbaren Systeme.

Info PD 757.2321.21 Kennziffer 152/26

Software TS 51K1 und TS 55K1 sorgen für schnelle, effiziente und wirtschaftliche Messungen mit den GSM-Versorgungsmeßsystemen TS9951 bzw. TS9955 von Rohde & Schwarz.

Datenblatt PD 757.2415.21 Kennziffer 152/27

Geschirmte TEM-Leitung S-LINE (150 kHz bis 1 GHz) zu R&S-EMS-Geräten ist kompakt ausgeführt und in zwei Größen lieferbar; 50 Ω , VSWR <3, max. 100 W.

Datenblatt PD 757.2338.11 Kennziffer 152/28

EMI-Software ES-K1 Die Treiberpalette wurde erweitert, die Bildschirmfotos wurden aktualisiert.

Datenblatt PD 757.0406.12 Kennziffer 152/29

Funkstörmeßempfänger ESHS (9 kHz bis 30 MHz) und **ESVS** (20 bis 1000 MHz) Die im Programm verbliebenen Modelle 10 und 30 der Empfänger sind jetzt jeweils in einem überarbeiteten gemeinsamen Datenblatt enthalten.

Datenblatt

ESHS PD 756.3260.12 Kennziffer 152/30

ESVS PD 756.9422.12 Kennziffer 152/31

Spitzenleistungsmeßkopf NRV-Z33 (30 MHz bis 6 GHz; 1 mW bis 20 W; 50 Ω) Modell 03 für TV-Sender und allgemeine Meßtechnik, Modell 04 für TDMA-Funktechnik.

Datenblatt PD 757.2344.21 Kennziffer 152/32

Industriecontroller PSM Umstellung auf Pentium (90 MHz) und auf 1-GHz-Festplatte sowie Aktualisierung des Optionenangebots.

Datenblatt PD 757.1048.13 Kennziffer 152/33

Signal Generators SME und SMT (5 kHz bis 6 GHz) Die Modelle 06 (6 GHz) sind neu im Vertriebsprogramm.

Datenblatt

SME PD 757.0358.13 Kennziffer 152/34

SMT PD 757.0364.12 Kennziffer 152/35

Empfangsteil CT200RP (45 bis 862 MHz; ZF-Umsetzung), **TV-Empfänger CT200RA** (45 bis 862 MHz; Basisbandumsetzung), **Satelliten-Empfangsteil CT200RS** (950 bis 2050 MHz; Basisbandumsetzung, Option: ADR-Decoder) und **QAM-Modulator CT200QM** (31 bis 41 MHz; Modulation MPEG-codierter B/T-Signale auf ZF) erweitern das Bausteinprogramm des TV-Systems CT 200. Die Datenblätter zu **Controller CT200CO**, **Aufwärtsumsetzer CT200UP** und **Bild-Ton-Modulator CT200VS** wurden überarbeitet.

Datenblatt CT 200-

CO PD 757.0735.12 Kennziffer 152/36

QM PD 757.1890.11 Kennziffer 152/37

RA PD 757.1877.11 Kennziffer 152/38

RP PD 757.1860.11 Kennziffer 152/39

RS PD 757.1883.11 Kennziffer 152/40

UP PD 757.0729.12 Kennziffer 152/41

VS PD 757.0712.12 Kennziffer 152/42



Terrestrial Flight Telecommunication System JETCALL (1670 bis 1675/1800 bis 1805 MHz) Das Datenblatt enthält Bordgeräte (nach ETS und ARINC) für den öffentlichen Funkverkehr.

Datenblatt PD 757.2296.21 Kennziffer 152/44

Radiolocation System NetTrap Aus bis zu vier Peilern PA1555 (20 bis 1000 MHz), Software WinLoc und Laptop bestehendes Ortungssystem für Vollduplex-Sprach- und -Datenübertragung.

Datenblatt PD 757.2315.21 Kennziffer 152/45

VHF/UHF-Peiler DDF 190 (20 MHz bis 3 GHz) Das überarbeitete Datenblatt enthält detaillierte Peilgenauigkeitsangaben und allgemeine Daten.

Datenblatt PD 757.1460.12 Kennziffer 152/10

Multiprotokollfähige Funkrufsysteme Die Informationsschrift von **R&S BICK Mobilfunk** offeriert den Aufbau sowohl landesweiter als auch lokaler Systeme für öffentliche Betreiber.

Info PD 757.2367.11 Kennziffer 152/46

Digitaler Bündelfunk für professionelle Anwender TETRA Die Informationsschrift von **R&S BICK Mobilfunk** erläutert Leistungsmerkmale, Basis- und Zusatzdienste des neuen paneuropäischen Standards.

Info PD 757.2373.11 Kennziffer 152/47

Die Welt der Meßtechnik, Präzision hat einen Namen Der Geschäftsbereich Meßtechnik von R&S mit den vier starken Säulen Mobilfunk-Meßtechnik, EMV-Meßtechnik, Allgemeine und HF-Meßtechnik sowie Systeme ist Thema dieser Informationsschrift.

Info PD 757.2450.11 Kennziffer 152/48

Neue Applikationsschriften

Network connection to a server via network card with CRTS/P/C

Appl. 1CPAN04E Kennziffer 152/49

Messung des Einschwingverhaltens von Verstärkerregelungen mit den Audioanalysatoren UPD oder UPL

Appl. 1GPAN32D Kennziffer 152/50

Messung der Nebenaussendungen von GSM-, DCS1800- und DCS1900-Transmittern mit den Spektrumanalysatoren der FSE-Familie

Appl. 1EPAN17D Kennziffer 152/51

Messung der Leistungsrampen bei GSM-, DCS1800- und DCS1900-Signalen mit den Spektrumanalysatoren der FSE-Familie

Appl. 1EPAN17D Kennziffer 152/52

Speichern und Laden kompletter Meßempfängerdatensätze über IEC-Bus

Appl. 1EPAN20D Kennziffer 152/53

Austausch von Datensätzen zwischen verschiedenen Meßempfängermodellen

Appl. 1EPAN19D Kennziffer 152/54

Schz



Erste DKD-Akkreditierung für ein mobiles Kalibrierlabor

Rohde & Schwarz Werk Köln hat von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) die Zulassung erhalten, mit dem Mobilien Kalibrierlaboratorium MKL04 bei Kunden DKD-Kalibrierungen durchzuführen und DKD-Kalibrierscheine auszustellen (DKD = Deutscher Kalibrierdienst). Diese DKD-Kalibrierscheine haben den besonderen Vorzug, daß sie bei Qualitäts-Audits im Kundenkreis ohne weiteren Nachweis international anerkannt werden. Der Kunde hat damit die Sicherheit der in DIN ISO 9000 ff, EN 45001 und anderen Vorschriften geforderten Rückführbarkeit auf staatliche Normale. Da es sich bei diesem Projekt der Akkreditierung eines mobilen Kalibrierlaboratoriums im deutschen Kalibrierdienst um Neuland handelte, wurden die Realisierungsvoraussetzungen in Gesprächen zwischen den Verantwortlichen der PTB und Rohde & Schwarz geschaffen. Sie gingen natürlich weit über die Forderungen an ein stationäres Kalibrierlabor hinaus und beinhalten:

- Maßnahmen, die den Kalibrierstatus der Normale und Meßgeräte

△ während des Transports und bei der Arbeit vor Ort erhalten,

- die Einhaltung der geforderten Umgebungsbedingungen vor Ort und während des Transports,
- die Sicherstellung der Kalibrierung der Normale im übergeordneten stationären DKD-Kalibrierlaboratorium von Rohde & Schwarz Werk Köln.

Darüber hinaus muß der Mitarbeiter für On-Site-Kalibrierungen besonders qualifiziert sein. Sein Arbeitsplatz im MKL04 befindet sich in einem klimatisierten Arbeitsraum, einem mit vier Arbeitsplätzen für Gleichstrom-, Wechselstrom- und Hochfrequenzmeßgrößen ausgestatteten Kofferaufbau auf einem LKW-Fahrgestell (BILD). Die Kalibrierung vor Ort ist für den Kunden wesentlich vorteilhafter gegenüber einer Kalibrierung in einem stationären Labor. So treten keine Transportzeiten auf, und die Durchlaufzeit beschränkt sich auf die Dauer der Kalibrierung. Die Kalibrierung von R&S- und Fremdgeräten erfolgt aus einer Hand, und schließlich vertieft der längere Aufenthalt vor Ort den Kundenkontakt auf der Arbeitsebene. H. Bremmkamp



Foto: Geigl (Siemens AG)

ILA '96 – R&S zeigt Kompetenz

Die Internationale Luft- und Raumfahrttausstellung in Berlin erlebte vom 13. bis 19. Mai 1996 einen wahren Ansturm, der mit 216 000 Besuchern um rund 44% höher war als zwei Jahre zuvor. Hauptgründe dafür waren sicher die interessanten Exponate und Flugvorführungen, beispielsweise die Weltpremiere des Eurofighters 2000 und des Mehrzweckhubschraubers NH90. Aber auch das gute Wetter wird seinen Teil dazu beigetragen haben. Die Anzahl der bedeutenden internationalen Fachbesucher und Firmen war ebenfalls größer als vor zwei Jahren, wenn auch im Vergleich zum Aerosalon in Le Bourget/Paris noch einiges aufzuholen ist. Die Ansätze sind aber vielversprechend, und auch der Anspruch der Messe, für die deutsche und internationale Industrie ein Tor zum Osten zu sein, scheint erste Früchte zu tragen.

Rohde & Schwarz war mit einem eigenen Stand vertreten und zeigte sich im neuen Design (BILD). Die Ex-

ponate wurden mit anwendungsbezogenen Hintergrundfotos und kurzem Beschreibungstext präsentiert. Das Messemotto lautete: „Competence in Avionics and ATC-Comms“. Es wurde mit ausgesuchten Exponaten aus der Flugsicherungs-Meßtechnik, der VHF-UHF-Flugsicherungskommunikation, der Verkehrssteuerung mit Peilern, der militärischen und zivilen Avionik, der mobilen Flugsicherung und der Positionsbestimmung im Verkehrsmanagement mit GPS/DGPS sehr professionell und fachkundig präsentiert.

Nach der vielen Fachtechnik konnten sich die Kunden und Fachbesucher im „Fliegerstüberl“, dem Herzstück des Messestandes, stärken, was auch großen Zuspruch fand. Es hat sich wieder einmal gezeigt, daß die Messe sowohl für die Kunden als auch für die Aussteller sehr wichtig ist, und es bleibt zu hoffen, daß die ILA – besonders an Internationalität und als Tor zum Osten – eine Erfolgsgeschichte wird.

J. Frantzen



Foto: Gläser

EMI-Testsystem bei Siemens in München

△ Das Institut für Qualitätstechnik, Erprobung und Zulassung der Siemens AG in München verfügt über mehrere Absorberhallen. Die 1995 mit einem Kostenaufwand von etwa 3 Millionen DM auf den neuesten technischen Stand gebrachte „Große Absorberhalle“ bietet mit ihren nutzbaren Innenabmessungen von 18 m x 11,3 m x 7,4 m auch größten Prüflingen Platz. Sie erlaubt dank der Hybrid-Absorber – das sind mit Kohlenstoff versetzte Kunststoff-Absorber auf Ferritplatten – jetzt Messungen, die den weltweit verschärften Anforderungen an Feldstärkemeßplätze nach ANSI-C 63.4 und CISPR 16 sowie CISPR 22 entsprechen.

Der hierzu verwendete Störaussendungs-Meßplatz TS9975 von Rohde & Schwarz (BILD), bestehend aus

den Meßempfängern ESMI und ESVS30 sowie der dazugehörigen Steuerung für Drehscheibe und Antennenmast, arbeitet im Frequenzbereich 20 Hz bis 26,5 GHz vollautomatisch (siehe Neues von R&S Nr. 142). Da damit auch ein Betrieb rund um die Uhr möglich ist, können die Störaussendungsprüfungen schnell und kostengünstig durchgeführt werden. Zwei weitere R&S-Störaussendungs-Meßplätze (ESH3/ESVP/EZM) werden seit Jahren mit Erfolg an drei anderen Absorberräumen des Instituts für Qualitätstechnik, Erprobung und Zulassung eingesetzt. Kunden sind Abteilungen der Siemens AG selbst sowie internationale Industrieunternehmen, staatliche, zivile und militärische Institutionen. Das Siemens-Institut unterstützt seine Kunden mit kompetenter Partnerschaft.

K. Geigl; D. Poltnigg

Satphone für CARE Canada

Die kanadische Hilfsorganisation CARE Canada, mit Stammhaus in Ottawa, führt rund um die Welt humanitäre Hilfseinsätze durch; das bedeutet, die Mitarbeiter müssen ständig und überall – auch in Gebieten mit unzulänglicher Infrastruktur – erreichbar sein. Aus diesem Grund hat CARE Canada bei Rohde & Schwarz Satellitentelefone vom Typ SP1600 (Inmarsat M) geordert. Das SP1600 bietet den Mitarbeitern von CARE Canada störungsfreie Kommunikation, erhöhte Sicherheit und verbesserte Leistungsfähigkeit.



Der digitale Standard Inmarsat M und vier entsprechende geostationäre Satelliten machen eine weltweite, äußerst mobile Satellitenkommunikation möglich. Mit Inmarsat M kann man Sprache, Daten, Fax und Bilder im Selbstwählverfahren von nahezu jedem Ort der Erde zu jedem Teilnehmer des öffentlichen Fernsprechnetzes übertragen (siehe Neues von R&S Nr. 145 und 149).

Das BILD zeigt Christopher Cushing (links), Programmleiter in der Notfallzentrale von CARE Canada, und Peter Foulger, Vizepräsident von Vertrieb und Marketing bei Rohde & Schwarz Canada, bei der Übergabe eines Satellitentelefons SP1600 in Briefcase-Version. D.G. Stephenson

R&S-Empfänger für britische Luftfahrtbehörde

Die britische Zivilluftfahrtbehörde CAA hat vor kurzem für den Flughafen Stanstead 14 VHF-Empfänger von Rohde & Schwarz erhalten (rechts im BILD Derek McLauchlan, Leiter von NATS, einem Teil der CAA, beim Empfang des ersten Gerätes von Wolfgang Winter, dem Leiter des R&S-Vertriebs Europa). Dieser Lieferung waren im Rahmen eines großen Vertrags in den vergangenen fünf Jahren bereits über 1200 VHF-UHF-Sender und -Empfänger für die Kommunikationseinrichtungen der CAA vorausgegangen. Dank der hohen Zuverlässigkeit der Geräte können die Techniker der Luftfahrtbehörde ihre Arbeit jetzt effizient und unterbrechungsfrei ausüben. Dazu Paul Bolden, Projektmanager bei National Air Traffic Services: „Die Geräte von Rohde & Schwarz übersteigen die vertraglich zugesicherte Verfügbarkeit von 33 000 Stunden MTBF im Schnitt um rund 60%. Dadurch hat sich unsere Wartungsstrategie positiv verändert. Durch die Modulbauweise der Geräte können die zuständigen Techniker jetzt einfach eine defekte Baugruppe gegen eine Ersatzbaugruppe austauschen. Die defekte Baugruppe wird dann in der Wartungszentrale repariert, geprüft und als Ersatzteil an ihren Einsatzort zurückgebracht. Früher wurden viele Defekte auf Bauteilebene direkt am Einsatzort vom dort zuständigen Techniker repariert. Jetzt konnten die Ersatzteilbestände an den Einsatzorten reduziert werden.“ Weiter sagte Bolden: „Ein direkter Vorteil dieses neuen Wartungskonzepts ist, daß jetzt weniger Spezialkenntnisse erforderlich sind und dadurch die Schulungsdauer um 50% verringert werden konnte.“ T. Stephenson



Foto: Astonleigh Studio

In memoriam Dr. Rohde



Am 4. Oktober 1996 wäre Dr. phil. nat. Dr.-Ing. E. H. Lothar Rohde 90 Jahre alt geworden. Viel zu früh hat er uns im Jahr 1985 verlassen. Dr. Rohde war nicht nur einer der Gründer unseres Unternehmens. Er war bis zuletzt sein technischer und wissenschaftlicher Motor. Dr. Rohde hatte ein untrügliches Gespür für herausfordernde Kundenaufgaben, die er mit einzigartigen Lösungen beantwortete. Dabei war ihm die schnelle Umsetzung in reale Produkte für seine Schlüsselkunden oberstes Gebot.

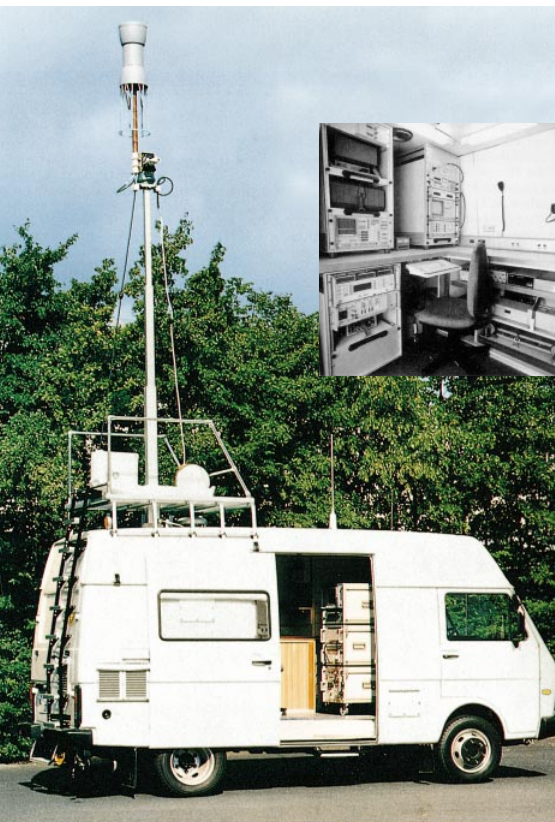
Er forderte die Entwicklungsingenieure stets bis an die Grenze des technisch und zeitlich Machbaren. Seine visionären, zukunftsweisenden Ideen, die er in zahllosen Veröffentlichungen weltweit bekanntmachte und in einer Vielzahl von Patenten niederlegte, haben entscheidend dazu beigetragen, das Unternehmen Rohde & Schwarz zur heutigen Weltgeltung zu bringen.

Seine Maxime – Intuition und Kunden-
nähe – sind uns, die wir heute das Unternehmen gestalten, Vorbild und Vermächtnis. F. Schwarz; H. Wagner

Bayern live im Reich der Mitte

Die »Wirtschaftswoche« vom 25. 4. 1996 berichtet über eine Demonstration zum Thema DAB, bei der der Vizeminister des chinesischen Ministeriums für Rundfunk, Film und Technologie die Möglichkeit hatte, sich über den Stand des »DAB-Projekts Bayern« zu informieren:

He Dong Cai schüttelt erstaunt den Kopf, als aus dem Autoradio die Meldung tönt: »Zähfließender Berufsverkehr auf den Ring- und Ausfallstraßen in und um München«. Bayern live im Reich der Mitte. Der Minister hatte eine Warnmeldung des digitalen Hörfunks Digital Audio Broadcasting (DAB) vernommen, die im Rahmen des »DAB-Projekts Bayern« abgesetzt wurde. ...Vor potentiellen Kunden wie China kann sich die DAB-Lobby mit einem weiteren Argument präsentieren: ihrem langjährigen Wissensvorsprung. Die Ingenieure des Münchner Kommunikations- und Meßtechnik-Spezialisten Rohde & Schwarz beispielsweise beschäftigten sich schon seit 1985 mit DAB. Bisheriger Höhepunkt: das Pilotprojekt in Bayern, das 42 Millionen Mark kostete, die zu 50 Prozent aus staatlichen und privaten Mitteln stammen.



Immer auf Achse sind die Fahrzeuge der neuen Trupps »Abstrahlprüfausstattung mobil« der Bundeswehr, deren Ausrüstung zu einem großen Teil von Rohde & Schwarz stammt. In Ausgabe 6/1996 der Zeitschrift für Wehrtechnik, Rüstung und Logistik »Soldat und Technik« beschreibt der Autor Dipl.-Ing. Harald Konrad die Aufgaben des Abstrahlendienstes: Sie umfassen Abstrahlprüfungen an Geräten und Anlagen, Vermessungen von Gebäuden und Räumen usw.



Superlativ der Superlative? Diese Frage stellte das internationale Magazin der Funktechnik »funk« in ihrer Juni-Ausgabe 1996 und meinte damit nicht nur die getestete automatische lineare Kurzwellen-Endstufe Ehorn Alpha 87 A der amerikanischen Firma ETO, sondern auch den Spektrumanalysator der absoluten Spitzenklasse, den FSEA20 von Rohde & Schwarz, mit dem »funk« mit 122 Messungen diesem Power-Amplifier »auf den Zahn« fühlte.

Ortung via Satellit

Die aufwendige Suche nach verlegten Containern beschäftigte die Tageszeitung »Blick durch die Wirtschaft« vom 23.04. 1996:

Der Güterverkehr über See wird weitgehend mit Standard-Containern abgewickelt. Jährlich bewegt die Hamburger Hafen- und Lagerhaus AG (HHLA) rund 1,5 Millionen dieser großen Blechkisten. ... Der Alptraum sind verlegte Container, die sich wegen eines Irrtums des Fahrers nicht am vorgegebenen Platz befinden. Das Herausuchen kann manchmal lange dauern, währenddessen das Schiff warten muß. Im Durchschnitt kostet ein Liegetag 100 000 DM. Die HHLA beauftragte das Unternehmen Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG mit der Entwicklung einer Sucheinrichtung. Sie bedient sich der Satellitenortung mit dem Global Positioning System GPS. Es gibt die Anlage in zwei Ausführungen. ... Das ist aber oft nicht ausreichend genau. Also entwarf Rohde & Schwarz das Differential GPS und erhöhte die Genauigkeit auf etwa ein Meter.

Als »eye catcher« fand der Digital Video Component Analyzer VCA auf der Titelseite des englischsprachigen Monatsmagazins TVB Europe (April 1996) seinen Platz. Der VCA kombiniert die herkömmlichen Meßmöglichkeiten von analogen TV-Waveform-Monitoren mit ganz neuen Funktionen, die eine Überwachung der digitalen Codierung und Signalübertragung ermöglichen. Er erlaubt eine tiefgehende Analyse des Dateninhalts sowie eine Überprüfung des Datenrahmens.

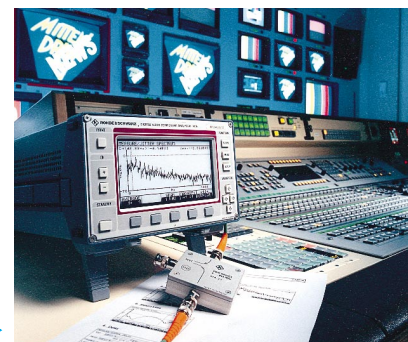
Optischer und elektronischer Test

Mit dieser Kombination befaßt sich das in England erscheinende Magazin »Test« in Nr. 4/1996 und beschreibt das Testsystem LV1:

Durch die Integration in ein Rohde & Schwarz-Produktionstestsystem kommen die Fähigkeiten des LV1 voll zur Geltung. Das Zauberwort heißt dabei Parallelisierung. Ohne jeglichen Zeitverlust laufen die Schritte des elektrischen Tests (z. B. In-circuit-Test) und der optischen Prüfung vollständig parallel ab. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, optische Tests mit elektrischen zu kombinieren (z. B. Display-Test, LEDs), wodurch die Prüftiefe wesentlich gesteigert werden kann, ohne daß zusätzliche Meßmittel oder Prüfzeiten erforderlich sind.



Mit der Tatsache, daß seit Anfang dieses Jahres in ganz Europa die CE-Kennzeichnungspflicht gilt, hat sich die in Österreich erscheinende Fachzeitschrift für Elektronikanwender »Elektronik-Schau« in Nr. 1-2/1996 befaßt. Unter dem Motto »EMV-Vormessung für jedermann« stellt sie den EMI Test Receiver ESPC als besonders preisgünstigen und problemlosen Meßplatz für produktionsbegleitende EMV-Messungen in Wort und Bild vor.



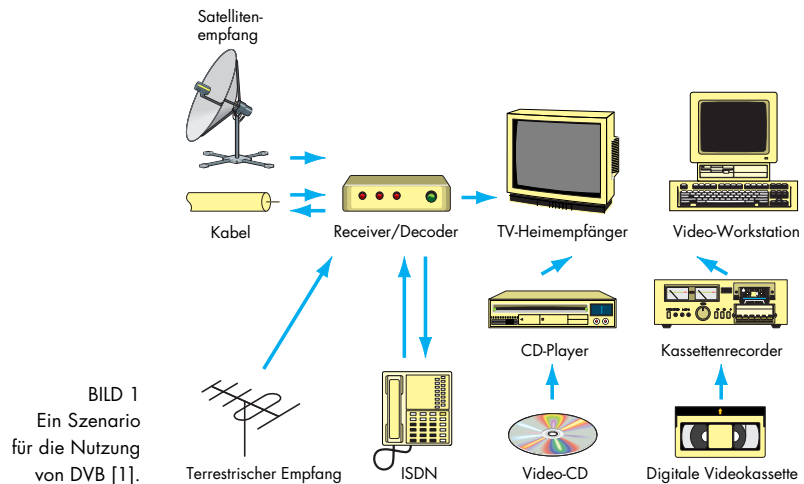
Digitaler Rundfunk und Multimedia-Kommunikation

Der klassische Rundfunk, also der Hörfunk und das Fernsehen, war in den vergangenen Jahrzehnten ein eigenständiger Bereich mit spezifischen Fortentwicklungen, weitestgehend unabhängig von der Welt der Telekommunikation und der Computer.

Hörfunk

Bei dem analogen Hörrundfunk, mit der Amplitudenmodulation bei Lang-, Kurz- und Mittelwelle und der Frequenzmodulation bei UKW, wurde in den letzten Dekaden das Prinzip der Tonübertragung im wesentlichen beibehalten. Es wurde lediglich 1984 das Radio-Daten-System (RDS) spezifiziert und danach europaweit mit verschiedenen Schwerpunkten des Informationsdienstes eingeführt. Mit der Übernahme in den USA ab 1994 und in vielen weiteren Ländern außerhalb Europas gilt RDS als Weltstandard.

Die Compact Disc, 1985 von Sony und Philips auf den Markt gebracht, war wohl einer der Auslöser für die Revolution beim Hörrundfunk zur Digitaltechnik. Die CD schuf ein Qualitätsniveau, das dem Konzerterlebnis nahekommt, und brachte einen weiteren Gewinn in der einfachen und robusten Handhabung. Im Gefolge der CD war natürlich die Hörfunkbetriebstechnik aufgerufen, auch diese Qualität und die weiteren Leistungsmerkmale zu bieten. Damit war die Forderung nach der terrestrischen Verbreitung von Digital-Audio für mobilen Empfang ausgelöst. Die digitale Übertragung mit DAB (Digital Audio Broadcasting) hat das Spezifikationsgremium EUREKA 147 im Zeitraum von 1988 bis 1992 als reines Audio-Übertragungssystem für den mobilen Empfang bis zu einer Fahrtgeschwindigkeit von 160 km/h definiert. Weitere Applikationen unter den Begriffen „Mehrwertdienst“ und „Datenservice“ kamen hinzu. Dabei kann der DAB-Kanal als transparente Punkt-zu-Flächen-Versorgung mit mobilem Empfang und mit einer Netto-Datenkapazität von rund



1,2 Mbit/s betrachtet werden. Die Einführung von DAB in Europa und weiten Teilen außerhalb Europas soll bis zur Jahrtausendwende vollzogen sein.

Fernsehen

Die weltweiten Fernsehnormen PAL, SECAM und NTSC blieben, was die Bildinformation anbelangt, bis heute weitestgehend unangetastet. Die Fortentwicklung hatte im wesentlichen programmergänzenden Charakter. Die Grundlage dabei war in den vergangenen zehn Jahren eine gegebene Redundanz in der zeitlichen und frequenzmäßigen Darstellung des Signals. Zum Beispiel wurde Mitte der 70er Jahre das Videotextsystem europaweit in verschiedenen Versionen eingeführt. Ein weiterer digitaler Zusatzdienst im Fernsehen, Anfang der 80er Jahre, war das VPS-System (Video-Programm-System) im Rahmen der Fernsehdatenzeile, das die programmsynchrone Aufzeichnung in Videorecordern auch bei Programmverschiebungen sicherstellt.

Die Veränderung der Fernsehbildübertragung begann Mitte der 80er Jahre in Europa mit der kompatiblen, sogenannten MAC-Linie (Multiplex Analog Component). D2MAC ist eine Kombination aus getrennt übertragenen komprimierten Luminanz- und Chrominanz-Signalen und einem digitalen Ton- und

Daten-Burst. Eine Zwischenstufe stellt das analoge PALplus-Verfahren dar, das zu PAL kompatibel ist, aber für das neue Bildformat 16:9 spezifiziert wurde. Die Digitalisierung im Bildbereich hat im TV-Studio mit der Spezifikation der 4:2:2-Komponentennorm (CCIR Rec. 601) begonnen. In bezug auf die Übertragung vom Studio zum Konsumenten gehört die Zukunft unbestritten dem digitalen Fernsehen (Digital Video Broadcasting, DVB), das bei den technischen Medien Satellit, Kabel und dem terrestrischen Funkkanal vor der Implementierung steht. Das European DVB Project schloß bis Ende 1995 die Spezifikation der Kanalcodierung und Modulation für die breitbandigen, digitalen TV-Übertragungskanäle ab.

Bei DVB wird das digitale Basisbandsignal in komprimierter Form nach dem MPEG2-Standard (Moving Picture Experts Group) gesendet. Je nach Kompressionsfaktor ergeben sich unterschiedliche Qualitätsniveaus und Datenraten: LDTV (Limited Definition TV, 1 bis 1,5 Mbit/s), SDTV (Standard, 4 bis 6 Mbit/s), EDTV (Enhanced, 11 Mbit/s), HDTV (High, 30 Mbit/s). Die Netto-Datenkapazität einer oder mehrerer Video- und/oder Audioquellen wird im Rahmen eines Transport-Multiplexes (Transport Stream, TS) gesendet. DVB folgt somit dem Container-Prinzip mit transparenten Übertragungskanälen.



BILD 2
CATV-Konfiguration
mit QAM-Modulator
für intelligente Systeme der Breitbandkommunikation [2].

Der Fehlerschutz für den Transportstrom wird über die Kanalcodierung an das physikalische Medium angepaßt. Als Modulation ist für die Satelliten-Übertragung QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), für das Kabel 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation) und für die Terrestrik OFDM (Orthogonal Frequency Division and Multiplexing) definiert. Im Falle DVB-T folgen im terrestrischen Sender nach dem Modulator die Hochleistungsverstärker für das OFDM-Modulationssignal. Sie sind vorzugsweise in Solid-State-Technologie ausgeführt und zeichnen sich durch hohe Linearität aus.

Multimedia

Parallel zu der revolutionären Entwicklung bei den Rundfunkmedien wurde im vergangenen Jahr im Consumer-Bereich eine Union der Audio/Videowelt, der Telekommunikationswelt und der Computerwelt gestartet (BILD 1). Das

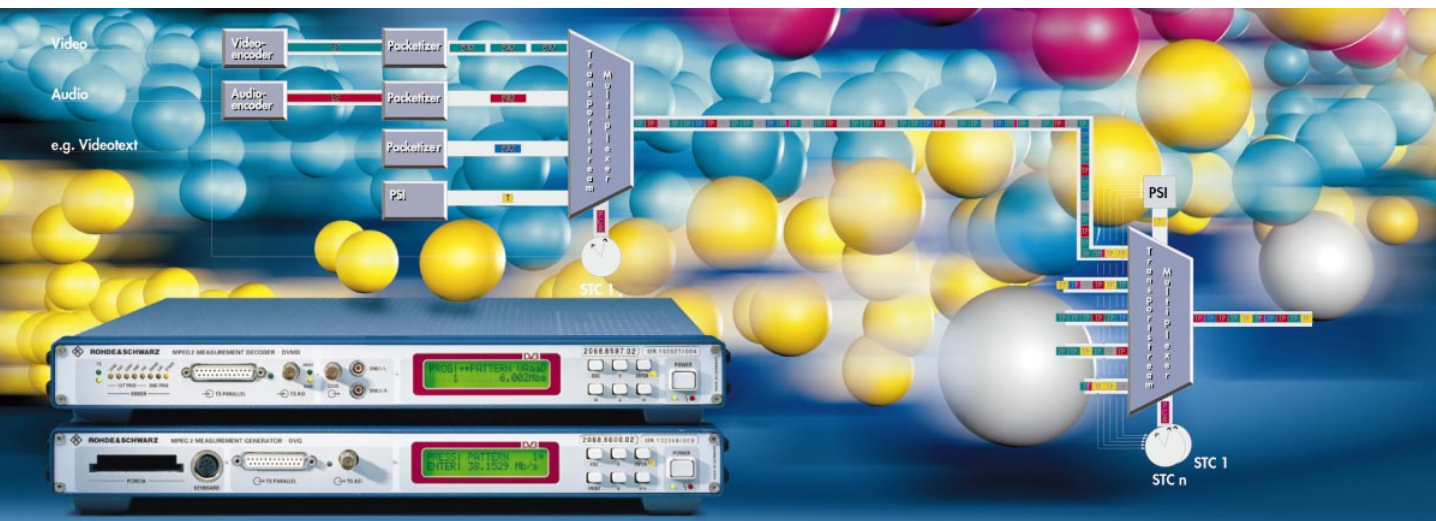
Synonym für die Konvergenz der Anwendungen heißt „Multimedia“.

Dabei wird, als erstes Merkmal, die **Zusammenfassung von Geräten im Heimbereich**, wie Desktop-Workstation, CD-Videos, Digital-Videokassette, CD-Spieler und/oder Videokamera zu einer Art Local Area Network (LAN) gesehen. Das zweite Merkmal, die Möglichkeit der **Interaktivität über einen Datenkanal** kann heute bereits über digitale Telekommunikationsmedien wie GSM/PCN (Global System for Mobile Communications/Personal Communication Network), ISDN (Integrated Services Digital Network) oder Internet realisiert werden. Multimedia enthält aber auch ein drittes Merkmal, nämlich die breitbandige **Übertragung von Bewegtbildern, Tonsignalen und Datenservices**. Dazu werden zunächst die klassischen technischen Rundfunkübertragungsmedien Terrestrik, Satellit und Kabel mit SMATV (Satellite Master

Antenna TV) eingesetzt. Weitere „Rundfunk“-Wege wie MMDS (Multichannel Microwave Distribution System), BISDN oder IBCN (Breitband-ISDN, Integrated Broadband Communication Network) oder ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line) werden für die Multimedia-Übertragung entwickelt und erschlossen. Dabei wird das Potential der Interaktivität durch einen zunächst schmalbandigen Rückkanal im Übertragungsmedium berücksichtigt.

Die neue Welt „Multimedia“ bedarf natürlich der Akzeptanz des Konsumenten. Dazu muß die Einführung in konkreten Einzelschritten erfolgen. Im ersten Schritt wird eine Quasi-Kompatibilität der bestehenden TV-Empfänger zur neuen digitalen Übertragungstechnik über die sogenannte Set Top Box beziehungsweise den IRD (Integrated Receiver Decoder) hergestellt. Die Set Top Box enthält computerähnliche Funktionen zur Verbindung des digitalen Rundfunkübertragungsmediums mit dem herkömmlichen (TV-)Empfänger, dem PC sowie dem Telekommunikationsnetz und stellt somit eine Multimedia-Zentrale dar. Breitbandige Übertragungskanäle für Multimedia sind in Form von DAB und DVB-S (Satellit), DVB-C (Kabel) und DVB-T (Terrestrik)

BILD 3 MPEG2-Meßgenerator DVG und Meßdecoder DVMD für DVB-Transport-Datenströme [3].



spezifiziert und bereits in Teilen Europas in der Realisierungsphase.

Die neuen **digitalen Übertragungstechniken** bringen entscheidende **Vorteile für den Konsumenten:**

- Lowcost-Empfänger in der Multimedia-Umgebung,
- gute Bildqualität (SDTV) bis zu High Definition TV,
- Vielzahl an Programmen,
- portabler Empfang der terrestrischen TV-Programme

und auch für den **Netzbetreiber:**

- ökonomischer Einsatz der Ressource Frequenz,
- flexible Nutzung des Übertragungskanals,
- Reduktion der Investitions-, Energie- und Servicekosten.

Demzufolge wird die Implementierung der DAB- und DVB-Standards vorangetrieben, wie folgende Beispiele zeigen: Die **Realisierung von DAB** begann bereits 1995 mit dem Bayerischen Pilotprojekt als weltweit erstes Projekt mit Gleichwellenbetrieb in dieser Größenordnung. Rohde & Schwarz lieferte neben den Kanal-12-Sendern einschließlich DAB-Coder/Modulator die komplette Infrastruktur mit Audiobasisbandcodierung (MUSIC) und DAB-Multiplexer sowie die Programmführung über Satellit. Die Deutsche Telekom AG hat kürzlich mit der Inbetriebnahme von 60 DAB-L-Band-Sendern für ein landesweites Versorgungsnetz mit Rohde & Schwarz als Hauptlieferant begonnen.

Das **digitale Fernsehen** startete Mitte 1996 über den SES-ASTRA-Satelliten 1F, der im April 1996 vom Kosmodrom Baikonur (Kasachstan) in die Orbitposition 19,2° Ost geschossen wurde. Zwei weitere ASTRA-Digital-Satelliten sind für 1997 geplant. Auch Eutelsat erschließt 1997 das digitale Fernsehen über die Hot-Bird-Satelliten 4 und 5.

Die **Breitband-Kabeltechnik** ist für das digitale Fernsehen mit interaktiver Kommunikation optimal vorbereitet: Das ursprünglich für die D2MAC-Übertra-

gung vorgesehene Hyperband steht zur Verfügung. Zusätzlich ist die Fähigkeit der Interaktivität in Form des Rückkanals im Bereich 5 bis 20 MHz gegeben. Die Deutsche Telekom wird bis Ende 1996 die Erweiterung ihrer Kabelkopfstellen mit modernen, digitalen Anlagen-Konzepten zur 64QAM-Modulation, Frequenz-Umsetzung und -Verteilung abgeschlossen haben. Sie baut dabei auf bewährte Technik aus dem Hause Rohde & Schwarz auf (BILD 2). Der nächste Schritt wird die Realisie-

nik setzt sich auch bei der neuen digitalen Technik fort. Wir bieten Lösungen in Form von Geräten, Anlagen, schlüsselfertigen Gleichwellennetzen, Systemen der Breitbandkommunikation sowie fernsteuerbaren Meß- und Monitoring-Einrichtungen für die Netzbetreiber. Rohde & Schwarz ist somit heute bereits mit Schlüsselprodukten für die digitale Rundfunk-Betriebs- und -Meßtechnik gewappnet (BILD 3 und 4), um seinen Anspruch als einer der weltweit führenden DAB/DVB-Anbieter zu be-



BILD 4 TV-Testempfänger EFA mit QAM-Meßfunktionen für DVB-C [4].

gung intelligenter, interaktiver Kopfstellen mit Servern, Billing und Netz-Monitoring sowie mit der Anbindung an öffentliche Datennetze sein.

Das **digitale terrestrische Fernsehen** startet betriebsmäßig 1997 in Großbritannien mit den Programmen von NTL und BBC. In Deutschland sind derzeit DVB-T-Pilotprojekte in Berlin, Köln und München in der Planungsphase. Bereits seit 1995 ist bei der Schweizer PTT ein DVB-T-Sender von Rohde & Schwarz im Testbetrieb, der auf die Abstrahlung von PAL-Signalen für Versorgungsvergleiche umgeschaltet werden kann.

Eine Domäne von Rohde & Schwarz bei der bisher analogen Rundfunktech-

nik setzen und den Quantensprung in die digitale Zukunft des Rundfunks und der Multimedia-Kommunikation zu meistern.

Paul Dambacher

LITERATUR

- [1] Reimers, U.: Digitale Fernsehtechnik, Datenkompression und Übertragung für DVB. Springer Verlag (1995).
- [2] Schönberger, P.; Sturm, P.; Scheide, R.: CATV-Kopfstellensystem CT200 – CATV-Signalaufbereitung intelligent, kompakt und flexibel. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 148, S. 23–25.
- [3] Fischbacher, M.; Weigold, H.: MPEG2-Generator DVG und MPEG2-Meßdecoder DVMD – Meßtechnik für das digitale Fernsehen gemäß MPEG2. In diesem Heft, S. 20–23.
- [4] Balz, C.; Polz, E.; Fischer, W.: TV-Meßempfängerfamilie EFA – Bestens gerüstet für's digitale Fernsehen. In diesem Heft, S. 17–19.



ROHDE & SCHWARZ

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG · Mühldorfstraße 15 · 81671 München
Postfach 80 14 69 · 81614 München · Tel. (089) 41 29-0 · Fax (089) 41 29-21 64