

Rohde&Schwarz-Messgeräten kalibriert, später die Basisstationen im Netzwerk gemessen und auch bei Optimierungsaufgaben an den Basisstationen stehen Experten von Rohde&Schwarz ihren Kunden mit Messtechnik und anwenderspezifischen Applikationen zur Seite.

Rohde&Schwarz beliefert Netzbetreiber und -Ausstatter weltweit mit Messtechniklösungen für die Standards GSM/GPRS/EDGE, WCDMA 3GPP und CDMA2000®. Auch für WCDMA HSDPA ist ein komplettes Messtechnikportfolio für den Aufbau und den Betrieb von Mobilfunknetzen vorhanden. Netzwerkspezialisten finden Messtechniklösungen für alle Bereiche (BILD 1), und zwar für:

- ◆ Testlabors Systemtechnik,
- ◆ Testlabors Terminals,
- ◆ Installation, Betrieb und Service von Basisstationen sowie für die
- ◆ Funknetzplanung und -optimierung.

Messtechnik für Testlabors Systemtechnik

In den Labors der Netzbetreiber müssen sämtliche Systemkomponenten verfügbar sein, mit denen Tests an neuen Modulen und Software-Versionen durchgeführt werden können, ohne das Netzwerk zu beeinflussen. Die rasante Entwicklung der Standards fordert flexibel einsetzbare Messgeräte, die mit der schnellen Entwicklung Schritt halten, so wie das beim kompakten Universal Radio Communication Tester R&S®CMU300 der Fall ist, der speziell für System-, Regressions- und Abnahmetests an Basisstationen konzipiert ist (BILD 2). Der Messplatz verfügt über einen Analysator und einen Generator, mit denen Sender- und Empfängermessungen für die Standards GSM, GPRS, EDGE und UMTS durchführbar sind. Seine neuen Echtzeitanalysatorfunktionen prädestinieren ihn bereits heute

für das Monitoring der neuen – in 3GPP Release 5 – eingeführten schnellen Steuer- und Broadcast-Kanäle im Standard HSDPA sowie für das Überwachen des Datendurchsatzes einer Zelle, differenziert nach einzelnen Teilnehmern. In Kombination mit einem RNC-Simulator (Radio Network Controller), wie ihn z. B. die Firma Nethawk anbietet, ist der Messplatz auch bestens für den High-Level-Feldservice einsetzbar.

Für Tests speziell an Sendeeinheiten kommen auch Leistungsmesser sowie kombinierte Spektrum- und Signalanalysatoren zum Einsatz. Rohde&Schwarz bietet hier Lösungen von Leistungsmessköpfen über den Handheld Spectrum Analyzer R&S®FSH3 (BILD 5) bis hin zum tragbaren – optional auch batteriebetriebenen – Spektrum- / Signalanalysator R&S®FSP (BILD 5), der auf Grund seines günstigen Preis/Leistungs-Verhältnisses als der Standard in der Mittelklasse

BILD 1 Rohde&Schwarz verfügt über ein umfassendes Portfolio an Messtechnik für Netzbetreiber und -Ausstatter.

Bereich	Funkmessplätze	Signalanalysatoren	Signalgeneratoren	Drive-Test-Systeme
Testlabors Systemtechnik	Für Basisstationstests: R&S®CMU300	R&S®NRT / NRP R&S®FSH R&S®FSL / R&S®FSP R&S®FSQ R&S®TSMU	R&S®SMU / R&S®SMJ R&S®SML R&S®SMR	Für das Monitoring: R&S®ROMES mit R&S®TSMU
Testlabors Terminals	Für Mobiltelefon- / Protokolltests: R&S®CMU200 R&S®CRTU Zur Stromversorgung: R&S®NGMO	R&S®FSP	R&S®SMU / SMJ	Für das Monitoring: R&S®ROMES mit R&S®TSMU und Test- mobiltelefon
Installation, Betrieb und Service von Basisstationen	Für Basisstationstests: R&S®CMU300	R&S®NRT / R&S®NRP R&S®FSH R&S®FSL / R&S®FSP		Für Funktionstests: R&S®ROMES mit R&S®TSMU und Test- mobiltelefon
Funknetzplanung und -optimierung	Für Mobilfontests: R&S®CMU200	R&S®ESPI R&S®TSMU R&S®FSP R&S®FSH	R&S®SMU / R&S®SMJ Leistungsverstärker	R&S®ROMES mit R&S®TSMU u. versch. Testmobiltelefonen sowie Applikationen (Sprachqualität, QoS...)



BILD 2 R&S®CMU 200 (oben im Bild) testet alle Mobilfunkgeräte, während der R&S®CMU 300 (unten) auf Basisstationen spezialisiert ist.



BILD 3 Die Plattform R&S®CRTU-W / -M für Protokolltests.



BILD 4 Der Signalgenerator R&S®SMU 200 A (oberes Gerät im Bild) und der Signalanalysator R&S®FSQ bei der Messung an einem Leistungsverstärker.

gilt. Die beiden Analysatoren sind durch Standardmessroutinen wie Kanalleistungsmessung auf Knopfdruck, gepaart mit der Möglichkeit, sowohl UMTS- als auch GSM-Signale zu demodulieren, hervorragend für Messaufgaben rund um den Sender der Basisstation einsetzbar.

Für High-End-Anwendungen mit höchsten Anforderungen an Dynamik und Rauschverhalten gibt es den zukunftssicheren Spektrum- / Vektorsignalanalysator R&S®FSQ (BILD 5) mit einer Demodulationsbandbreite bis 120 MHz für alle gängigen Modulationsarten (z. B. für den Standard WiMAX).

Für den Test an Empfangsmodulen kommen Vektorsignalgeneratoren vom Typ R&S®SMU bzw. R&S®SMJ zum Einsatz (BILD 4 und 6). Sie erzeugen standardkonforme digital modulierte Signale jeglicher Art, die auf Wunsch auch mit Fading, Rauschen und anderen Basisbandfehlern überlagert werden können. Das Erzeugen von Referenzmesskanälen (RMC) gemäß der Spezifikation sowie von modulierten Störern ist mit dem integrierten Basisbandgenerator und der intuitiven Bedienphilosophie einfach realisierbar.

Zum Erzeugen unmodulierter Signale, z. B. für HF-Fading-Simulatoren, oder auch als Störer, bietet sich der Generator R&S®SML mit seinem einzigartigen Preis/Leistungs-Verhältnis an. Mit dem Signalanalysator R&S®FSQ und dem Signalgenerator R&S®SMU, zusammen mit der bedienfreundlichen Applikations-Software R&S®FSMU, sind Tests gemäß der Spezifikation TS 25.141 durchführbar.

Messtechnik für Testlabor Terminals

Rohde & Schwarz bietet HF- und Protokoll-Messtechniklösungen für Tests im Service sowie für Regressions-, Kompatibilitäts- und Interoperabilitätstests

an. Die Testplattformen R&S®CMU 200 (BILD 2) und der Protokolltester R&S®CRTU (BILD 3) decken alle wichtigen Standards ab – von GSM, GPRS und CDMA2000® bis hin zu UMTS, HSDPA und sogar HSUPA. Diese Testlösungen können Message Logs erzeugen sowie HF-, Handover-, Akustik- bis hin zu Daten-Applikationstests durchführen.

Speziell für Cell-Selection-Tests werden die Vektorsignalgeneratoren R&S®SMU bzw. R&S®SMJ eingesetzt, die zusätzliche passive, jedoch in Echtzeit digital modulierte Signale mit variablen Rauschteilen für den Prüfling bereitstellen können.

Für präzise Stromverbrauchsmessungen mit hoher Auflösung und Geschwindigkeit – unter verschiedensten Einsatzbedingungen – kommt die Zweikanal-Analysator/-Stromversorgung R&S®NGMO 2 zum Einsatz (BILD 7), z. B. für das Ermitteln der Betriebszeiten und für Batterietests an Handys. Eine interessante Anwendung ist auch die Optimierung von Applikations-Software wie Java Applets, da jeder Zugriff auf die SIM-Karte einen Anstieg des Stroms zur



Folge hat, mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die Betriebszeit.

Messtechnik für Installation, Betrieb und Service von Basisstationen

Das Antennensystem mit Dipol, HF-Kabel und Verstärker am Mast ist die besonders gefährdete Komponente einer Basisstation, denn es muss Feuchtigkeit und starken Temperaturschwankungen sowie elektrostatischen Entladungen standhalten. Nicht umsonst beschäftigen sich ca. 75% der Messungen im Feld mit dem Ermitteln der Sende- und Empfangseigenschaften der Antennensysteme.

Die früher üblichen Anpassungsmessungen zur Bewertung von Antennenanlagen haben seit der Verwendung kreuzpolarisierender Antennen an Aussagekraft über den Betriebszustand der Sendeanlage verloren. Vielmehr sind zusätzlich Entkopplungs- und Stoßstellenmessungen erforderlich. Dafür gibt es den speziell entwickelten Handheld Spectrum Analyzer R&S®FSH (BILD 8). Mit ihm

BILD 5 Die Analysatorpalette von Rohde & Schwarz lässt hinsichtlich Abstufung, Frequenzbereich und Funktionsumfang kaum Wünsche offen. V.l.n.r.: R&S®FSQ (oben) / FSU / FSP und FSH 3.



können – egal ob mit oder ohne Verstärker am Mast – die Rückflussdämpfung sowie Stoßstellen- und Entkopplungsmessungen mit sehr hoher Genauigkeit durchgeführt und protokolliert werden. Und er misst auch das Spektrum, das wertvolle Hinweise auf evtl. Störer im Up- bzw. Downlink liefert.

Mit seiner neuen Code-Domain-Power-Messung und seinem interessanten Preis/Leistungs-Verhältnis deckt der kleine R&S®FSH fast alle Messaufgaben im Feldservice ab. Seit Ende 2005 können neue Geräte mit der Option R&S®FSH-K4 ausgestattet werden, welche die Leistung und Modulationsgüte der wichtigsten Downlinkkanäle (CPICH, P-CCPCH und SCH) analysiert.

Mit den in seiner Klasse einmaligen HF-Eigenschaften bewährt sich der jüngste, batteriebetriebene Spektrumanalysator R&S®FSL im Feldservice, wo er für die Suche nach störenden Rauschquellen (z. B. defekte Mastverstärker) und nach Störsignalen aller Art eingesetzt wird.

Dagegen sind Messaufgaben an Basisstationssendern mit der kompletten Analyse aller Codekanäle in der Praxis deutlich seltener und erfordern zudem einen Analysator mit zusätzlichen Decodiermöglichkeiten. Für diese Einsätze bietet sich der Mittelklasse-Spektrumanalysator R&S®FSP an, der im Batteriebetrieb Messungen der Modulationsqualität und der Code Domain Power durchführen kann.

Für den High-Level-Service kommt auch immer mehr der Universal Radio Communication Tester R&S®CMU 300 zum Einsatz, zusammen mit einem externen RNC-Simulator bzw. Node-B-Konfigurator, z. B. mit Nethawk.

Die praktische Erfahrung zeigt, dass die einzelnen Messgeräte ganz unterschiedlich für den Feldeinsatz herangezogen werden, zu:



BILD 6 Der Vektorsignalgenerator R&S®SMJ, ein Allrounder, der die Mittelklasse neu definiert.



BILD 7 Das intelligente Stromversorgungsgerät R&S®NGMO ist mit seinem vielfältigen Funktionsumfang eine unentbehrliche Hilfe für Netzwerkspezialisten.



BILD 8 Der R&S®FSH3, ein Komplettmessgerät für die Installation und die Wartung vor Ort, bei Messungen an einer Mobilfunkantenne.

- ▶ ◆ 85% der Handheld Spectrum Analyzer R&S®FSH, speziell für Antennen- und TX-Tests
- ◆ 10% die batteriebetriebbaren Mittelklasse-Spektrumanalysatoren R&S®FSL / FSP
- ◆ 5% der Basisstationstester R&S®CMU 300

Eine derartige Aufteilung der unterschiedlichen Geräte erlaubt eine effiziente Einteilung des Messtechnikbudgets.

Mobilfunk in allen Ausprägungen – eine lange Tradition bei Rohde & Schwarz

Mit der Vorstellung des ersten Basisstationstesters für den Mobilfunk startete Rohde & Schwarz 1990 den Einstieg in die digitale Kommunikationstechnik und ist bis heute führend dabei. Rohde & Schwarz betreut seine Kunden in den USA, in Asien und Europa mit Messtechniklösungen für die etablierten zellularen Technologien wie GSM / GPRS / EDGE oder WCDMA FDD (UMTS) sowie HSDPA und CDMA2000®. Neben den Coverage-Messtechniklösungen für WCDMA HSDPA – die voraussichtlich im Sommer 2006 eingeführt wird – steht bereits heute ein vollständiges Messtechnikportfolio für Signalgenerierung, Signalanalyse, Radio Communications Tests und Protokolltests bereit. Die Messtechniklösungen für 1xEV-DO werden ergänzt, so dass sie auch für das Release A im Herbst 2006 bereitstehen.

Auch Anwender, die an Breitband-Wireless-Lösungen wie WiMAX (IEEE 802.16-2004, IEEE 802.16b) und WiBro arbeiten, versorgt Rohde & Schwarz mit Messtechnik und Applikationen. Und nicht zuletzt unterstützt Rohde & Schwarz die Entwickler von Terminals und Basisstationen sowie Netzbetreiber mit Mess-Equipment, die DVB-H als Mobile-Broadcast-Technologie mit entsprechenden Applikationen am Markt etablieren werden.

Messtechnik für Funknetzplanung und -optimierung

Die stark ansteigenden Teilnehmerzahlen verlangen immer engmaschigere Funknetze. Um die Funknetzplanung bzw. -simulation zu optimieren, werden die Berechnungen zunehmend auf der Basis realer Messdaten durchgeführt. Denn die Experten der Funknetzplanungsabteilungen wissen, dass Planungs-Tools nur so gut sein können, wie die Qualität der Daten, die für die komplexen Berechnungen und Kalkulationen zur Verfügung stehen.

Zum Kalibrieren von Planungs-Tools dienen CW-Messungen (Continuous Wave), bei denen die Signalgeneratoren R&S®SMJ / SMU oder SML teils unmodulierte Signale generieren, welche über Messverstärker den Antennenanlagen zugeführt werden. Hochgenaue und schnelle Messempfänger wie der Radio Network Analyzer R&S®TSMU (BILD 9) oder der Pre-Compliance-Messempfänger R&S®ESPI – zusammen mit der Mess-Software R&S®ROMES – messen diese Signale und man gewinnt daraus eine realitätsnahe Aussage über die Funkfelddämpfung im betreffenden Frequenzbereich.

Dank stetiger Weiterentwicklung kann der R&S®TSMU Downlink-Kontrollkanäle in noch nie erreichter Geschwindigkeit ohne Einbuchung im Netz decodieren und messen. Diese Funktion ist die elementare Voraussetzung für eine schnelle Nachbarschaftsanalyse zur Optimierung der Handover-Prozeduren. Mit diesen Messdaten ist in kritischen Gebieten bereits im Planungsstadium eine proaktive Interferenzanalyse durchführbar.

Der R&S®TSMU, als GSM-Scanner konfiguriert, liefert zusammen mit der Versorgungs-Mess-Software R&S®ROMES und einem GPS-Empfänger zahlreiche Parameter: Positionsdaten, Kanalnummer (GSM), Pegel, Cell Identity, Network-

und Country-Code. Und dies in 10 bis 20 mal höherer Geschwindigkeit, als es mit herkömmlichen Testmobiles bisher möglich war.

Des Weiteren ist die Interferenzanalyse bezüglich Gleichkanal- bzw. Nachbarkanalstörern während der Messfahrt in Echtzeit möglich: Mit der neuesten Version der Mess-Software R&S®ROMES, zusammen mit dem R&S®TSMU, einem GSM-Testmobiltelefon und einer Liste der Basisstationen.

Zum Optimieren von Funknetzen werden Analysatoren eingesetzt, die zusammen mit Testmobiltelefonen die Netzqualität aus Kundenperspektive ermitteln. Bei zahlreichen Netzbetreibern hat sich dafür der Radio Network Analyzer R&S®TSMU als Standard durchgesetzt. Zu den bereits implementierten 2G- und 3G-Standards bietet der R&S®TSMU nun auch CDMA2000®.

Warum ist der R&S®TSMU zusätzlich zum Testmobiltelefon erforderlich? Für aussagekräftige Messungen ist eine höhere Messgeschwindigkeit unab-



dingbar. Der R&S®TSMU misst ca. 30 mal schneller als ein Testmobiltelefon. Zudem ist eine höhere Empfindlichkeit und Dynamik gefragt, um gängige Schwachstellen erkennen bzw. um Analysen durchführen zu können:

- ◆ Interferenzen (Frequency Reuse Analysis),
- ◆ Störsender,
- ◆ falsch justierte Antennen (Ausrichtung, Neigung),
- ◆ vertauschte Sektoren,
- ◆ Probleme in der Parametrisierung, z. B. beim Handover-Verhalten,
- ◆ HSDPA-, ACK/NACK- und CQI-Analyse in Relation zur empfangenen Qualität des Funkkanals.

Die Coverage-Software R&S®ROMES ermöglicht während der Fahrt Messungen in mehreren verschiedenen zellularen Netzwerken, beispielsweise in HSDPA-, 1xEV-DO- sowie GSM-Netzen. Und das sogar gleichzeitig, nach Vorabkonfiguration für den jeweiligen Standard. Sie dient als Herzstück für vielfältige Lösungen: vom tragbaren System im Rucksack für Indoor-Anwendungen über ein System im Messkoffer bis

BILD 9 Der Radio Network Analyzer R&S®TSMU im Einsatz mit der Mess-Software R&S®ROMES bei der Analyse der Netz-Performance.



hin zum konfigurierbaren, fest im Messfahrzeug eingebauten System. Die Software unterstützt je nach eingesetzter Hardware verschiedene Funkstandards wie WLAN, GSM, EDGE, GPRS, UMTS, HSDPA, CDMA2000®, aber auch die analogen und digitalen Standards im Rundfunkbereich wie DAB und DVB.

Das Erfassen und Analysieren von Schwachstellen und zu optimierenden Punkten im Netz sind die Stärke der Versorgungsmesslösungen von Rohde & Schwarz. Zur weiteren Analyse bzw. Bearbeitung können die Messdaten direkt in die Auswerte- / Planungsplattformen verschiedener Hersteller eingelesen werden. Durch optionalen Export als ASCII-Datei lassen sie sich auch in kundenspezifische Auswertungslösungen bzw. Planungs-Tools importieren.

Die Mess-Software R&S®ROMES wird in enger Zusammenarbeit mit führenden Netzbetreibern kontinuierlich weiterentwickelt, um kundenspezifischen Messanforderungen gerecht zu werden. Im Bereich GSM liegt einer der Schwerpunkte in der Interferenzanalyse der Broadcast- und Datenkanäle. Diese Messlösung ist bereits seit mehreren Jahren erfolgreich im Einsatz und trägt dazu bei, die Netzqualität trotz begrenzter Frequenzressourcen zu verbessern.

Bei UMTS liegen die Herausforderungen im Bereich der Nachbarschafts- und Handover-Analyse, welche mit Hilfe der neuen Messfunktion „BCH-Demodulator“ im R&S®TSMU optimiert werden konnte. Den Vergleich der Basisstationsliste mit den Daten des Testmobiltelefons führt die Mess-Software R&S®ROMES automatisch durch, wobei die Performance des R&S®TSMU mit mehreren tausend Software-Rake-Fingern die Messungen enorm beschleunigt.

Für die Bewertung und die Analyse von Datenapplikationen enthält R&S®ROMES ein DQA-Modul (Data Quality Analyzer),

das bis zu fünf Mobiltelefone parallel unterstützt und deren Daten aufzeichnet. Das Modul erzeugt automatisch Statistiken der gemessenen Dienste, die auf eingestellten Parametern und Vorgaben basieren.

Die eingesetzten Testmobiltelefone müssen regelmäßig überprüft und verifiziert werden. Eine leichte Aufgabe für den Universal Radio Communication Tester R&S®CMU 200, der den hohen Anforderungen bei den Power-Control-Messungen mit seiner hohen ACLR-Messgenauigkeit gerecht wird.

Die Stärke der Versorgungsmesstechnik von Rohde & Schwarz zeigt sich beim Erfassen und Analysieren von Unregelmäßigkeiten im Netz, Aufgaben, welche die Festnetzmonitorsysteme im OMC (Operation & Maintenance Center) oder der RNC (Radio Network Controller) nicht lösen können.

Marcus J. Donhauser; Christian Müller

Weitere Informationen, Datenblätter und Applikationsschriften unter www.rohde-schwarz.com

Auszug interessanter Applikationsschriften

- 1CM60 Optimization of HSDPA networks with R&S®CMU300 and R&S®ROMES
- 1CM56 Measurements for 3GPP Base Stations
- 1EF44 Measurement on 3GPP Base Station Transmitter Signals
- 1EF52 Überprüfung von Antennenanlagen mit dem R&S®FSH3
- 1MA40 Testing Power Amplifiers for 3G Base Stations
- 1MA48 Generating and Analyzing 3GPP Multicarrier Signals with High Dynamic Range
- 1MA62 Remote Setup for 3G High Dynamic Multi Carrier Signals with R&S®SMIQ03 HD and FSU / FSQ
- 1MA67 Tests On 3GPP WCDMA FDD Node Bs in Accordance with Standard TS25.141
- 1MA82 HSDPA Test and Measurement Requirements
- 1MA84 HSDPA – Challenges for UE Power Amplifier Design