

ZUKUNFTSWEISENDE LÖSUNGEN FÜR EMV-TESTS

White Paper | Version 01.00 | Tobias Groß, Jürgen Kausche

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



INHALT

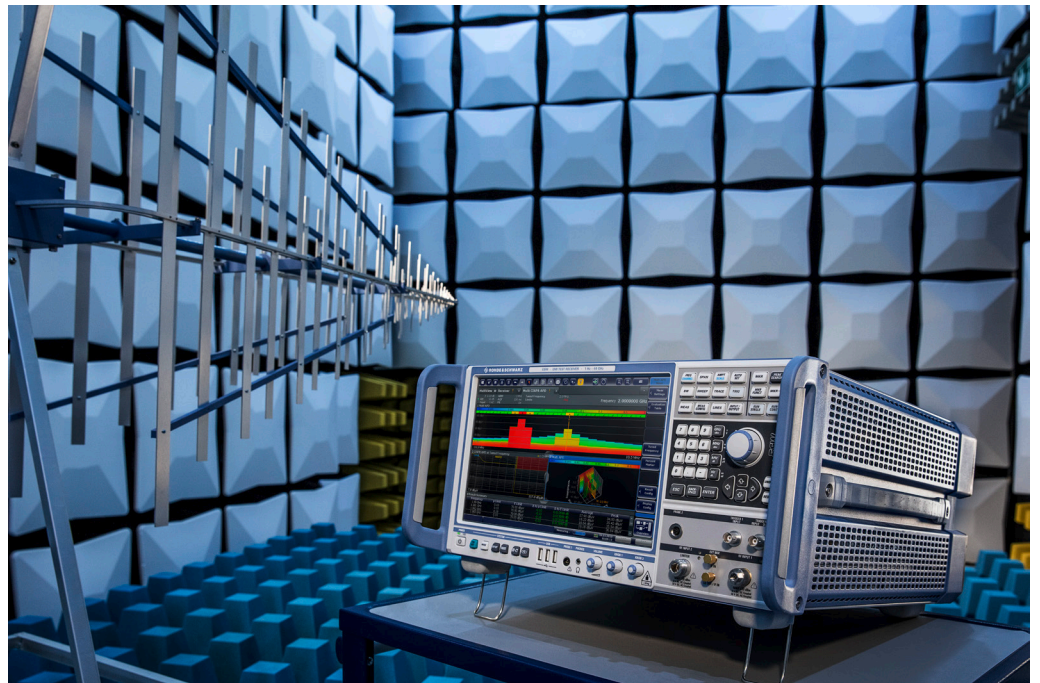
Einleitung	3
Erweiterte 5G RSE-Testlösung deckt Frequenzen bis 200 GHz ab	4
Neue Funktionen für den R&S®ESW Compliance-Messempfänger	6
TDS-Optimierung reduziert Prüfzeiten	6
Prüfung von Mikrowellenherden: schneller und mit detaillierten Erkenntnissen	7
Die neue Methode: Multi CISPR APD	8
Multi CISPR APD mit dem R&S®ESW	9
Fazit	10
Autoren	10

EINLEITUNG

Aufkommende Technologien wie 5G in der drahtlosen Kommunikation und die zunehmende Anzahl integrierter elektronischer Systeme in modernen Fahrzeugen erfordern neue Lösungen für EMV-Tests. Die Hersteller benötigen außerdem zeitsparende Testverfahren und benutzerfreundliche Testsoftware, die schnelle Vorabnahme- und Konformitätsmessungen ermöglichen.

Als führender Hersteller von EMV-Messtechniklösungen verfügt Rohde&Schwarz über ein umfassendes Portfolio an EMV-Messtechnik, das von Einzelgeräten bis hin zu kundenspezifischen, schlüsselfertigen Systemen reicht. Für die Messung von Störsignalen bei der Entwicklung elektronischer Geräte bietet Rohde&Schwarz Lösungen auf Basis von Spektrumanalysatoren und Messempfängern mit Messsoftware für Precompliance- und Zertifizierungsmessungen. Die EMV-Testlösungen unterstützen alle relevanten zivilen, militärischen, Automobil- und Luftfahrtstandards sowie alle ETSI- und FCC-Standards für Störstrahlungs- und Audio-Breakthrough-Messungen. Ein wichtiger Zielmarkt für Rohde&Schwarz ist die Mobilfunkbranche. Hier erfordert die aufkommende 5G-Technologie neue Testlösungen.

Bild 1: Der High-End-EMV-Messempfänger R&S®ESW mit der neuen APD-Analyseoption



ERWEITERTE 5G-RSE-TESTLÖSUNG DECKT FREQUENZEN BIS 200 GHz AB

Rohde&Schwarz hat das weit verbreitete R&S®TS8996 Testsystem, mit dem der Anwender Störstrahlungsmessungen (RSE) und EMV-Messungen für die gängigen Wireless-Technologien durchführen kann, um den neuen Kommunikationsstandard 5G erweitert. Für die Messungen kommt die besonders anwenderfreundliche R&S®ELEKTRA EMV-Testsoftware zum Einsatz, die um Mess- und Kalibrieroutinen für 5G ergänzt wurde. Im System enthalten ist ein R&S®CMX Radio Communication Tester zur Signalerzeugung.

Bild 2: Das R&S®TS8996 RSE-Testsystem deckt jetzt auch 5G ab



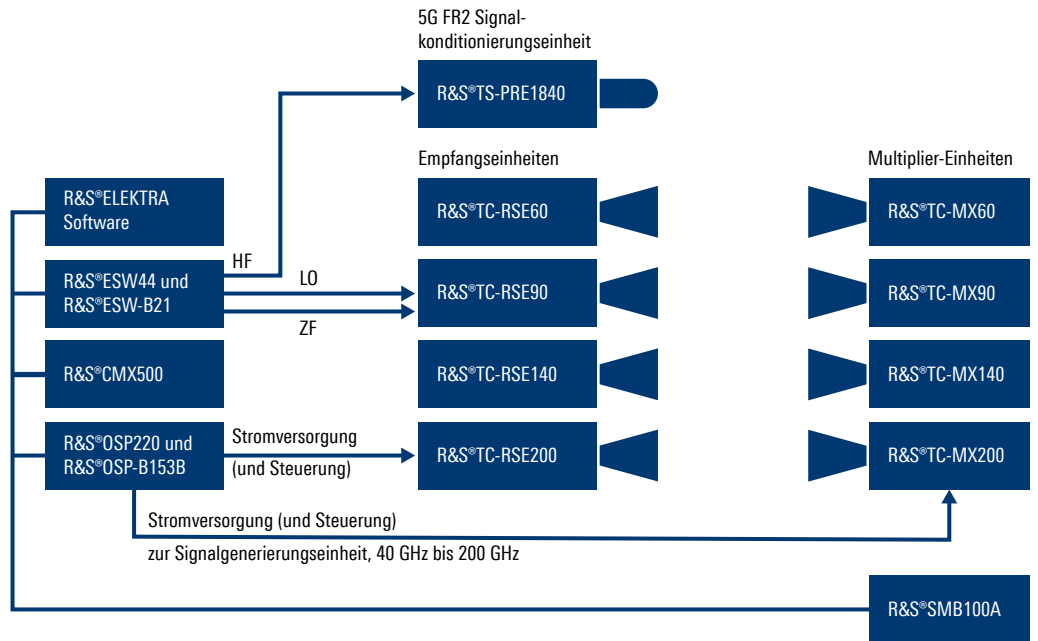
5G arbeitet mit den beiden Frequenzbereichen FR1 und FR2. FR1 verwendet die von 4G bekannten Frequenzen, reicht aber nun bis 7,125 GHz. Die neue R&S®OSP-B155G Signalkonditionierungseinheit unterstützt dies sowie die höhere Ausgangsleistung der 5G-Geräte. Bestehende Systeme können leicht aufgerüstet werden, da die maximale Testfrequenz von 12,75 GHz, 26,5 GHz oder 40 GHz, je nach angewandtem Teststandard und Trägerfrequenz, identisch mit LTE ist.

Im 5G-Frequenzbereich FR2 reichen die tatsächlichen Trägerfrequenzen von 24,25 GHz bis 40 GHz. Daher erstreckt sich der RSE-Messfrequenzbereich nun je nach angewandtem Standard bis 200 GHz. Dedizierte R&S®TC-RSE Frequenzwandler mit einer ausgezeichneten Empfindlichkeit von typisch -40 dBm (1 MHz) erweitern den Anwendungsbereich eines vorhandenen R&S®ESW Messempfängers oder eines R&S®FSW Spektrumanalysators auf diese Frequenzen. Zusätzliche Multiplier-Einheiten sind ebenfalls erhältlich und ermöglichen Systemtests und Kalibrierungen bis 200 GHz.

Für den Frequenzbereich von 18 GHz bis 41 GHz, in dem die Messung direkt um den Träger herum erforderlich ist, verschiebt die neue R&S®TS-PRE1840 Signalkonditionierungseinheit das Signal in den idealen Dynamikbereich. Dieser Ansatz wird bereits für 5G FR1- und LTE-Signale verwendet.

Die R&S®ELEKTRA Testsoftware unterstützt optimierte, vollautomatische RSE-Messabläufe durch die Verwendung von 5G FR2-Routinen, einschließlich Prescan, Anpassungsschleife und 2D/3D-Orthogonalschnitte bis hin zur vollständigen TRP-Auswertung über den gesamten Frequenzbereich.

Bild 3: RSE-Systemerweiterung für 5G FR2 bis 200 GHz, einschließlich Systemverifizierung



NEUE FUNKTIONEN FÜR DEN R&S®ESW COMPLIANCE-MESSEMPFÄNGER

Rohde&Schwarz verfügt über langjährige Erfahrung im Bereich EMV-Tests und entwickelt seine Messtechnik kontinuierlich weiter, um die anspruchsvollen EMV-Testanforderungen zu erfüllen. Die Rohde&Schwarz EMV-Messempfänger sind mit neuester Technologie ausgestattet, um EMV-Standards sowie Anforderungen im Hinblick auf Effizienz und Bedienkomfort gerecht zu werden.

Der R&S®ESW ist ein High-End-EMV-Messempfänger und erfüllt höchste Ansprüche an Präzision und Vielseitigkeit bei EMV-Konformitätstests. Er verfügt über einen hervorragenden Dynamikbereich und kann dabei selbst die vom CISPR-Standard geforderten Einzelpulse auflösen. Das macht den R&S®ESW zur optimalen Wahl für EMV-Konformitätstests.

TDS-OPTIMIERUNG REDUZIERT PRÜFZEITEN

Mit der neuesten Firmware-Version 1.70 verfügt der R&S®ESW über einen optimierten Time Domain Scan (TDS). Dieser neue „Fast TDS“-Modus von Rohde&Schwarz ermöglicht schnelle Quasi-Peak-Tests bis 1 GHz. Durch die Impulsauslösung mit einer Pulsfrequenz von 10 Hz und höher reduziert „Fast TDS“ die Messzeit für Precompliance- und Konformitätstests erheblich. Bei letzteren muss der Anwender sicherstellen, dass keine Impulse mit einer Pulsfrequenz von weniger als 10 Hz auftreten.

Neben dem neuen „Fast TDS“-Modus profitiert auch der Standardmodus von kürzeren Messzeiten durch Optimierung. Bei der „Automatic TDS“-Optimierung wählt das System automatisch die beste Optimierung aus und stellt gleichzeitig die Konformität mit CISPR 16-1-1 sicher.

Der überarbeitete Time Domain Scan in der neuesten R&S®ESW Firmware ermöglicht deutlich kürzere Messzeiten für vollständige Konformitätstests gemäß CISPR 16-1-1 und reduziert somit die Gesamttestzeit und -kosten. Tabelle 1 zeigt die Messzeiten der häufig verwendeten CISPR-Bänder.

Das Band von 30 MHz bis 1000 MHz mit einer Auflösebandbreite von 9 kHz ist von besonderem Interesse, da in diesem Band zeitaufwändige Automotive-Tests durchgeführt werden. CISPR 25 definiert EMV-Tests für Bordempfangsgeräte in Fahrzeugen, die mit Hilfe der internen Fahrzeugantenne getestet werden. Besonderes Merkmal dieser Tests ist die schmale Auflösebandbreite von nur 9 kHz, während andere Standards 120 kHz in diesem Frequenzband verwenden. Eine schmalere Auflösebandbreite führt zu längeren Messzeiten mit höherem Berechnungsaufwand für die Spektrumberechnung. Der neue, optimierte Time Domain Scan des R&S®ESW ermöglicht bisher unerreicht schnelle Messzeiten für zeitraubende Tests mit einem Quasi-Peak-Detektor. Dieses Feature reduziert beispielsweise die Prüfzeiten für CISPR 25-Messungen erheblich.

Tabelle 1: Messgeschwindigkeiten mit normalem TDS und „Fast TDS“ für die meisten relevanten Standards, ihre Detektoren und Frequenzbereiche

„Fast TDS“ bietet große Vorteile für Tests mit CISPR-Detektoren.

Frequenzbereiche, Detektoren und Standards	Normaler TDS (TDS-Optimierung: „Automatic“)	Fast TDS (TDS-Optimierung: „Fast“)
150 kHz bis 30 MHz 9 kHz, Quasi-Peak + CISPR-Average, 1 s	2 s	2 s
150 kHz bis 30 MHz 9 kHz, Peak, 100 ms	110 ms	110 ms
30 MHz bis 1000 MHz 120 kHz, Peak, 10 ms	380 ms	380 ms
30 MHz bis 1000 MHz 9 kHz, Quasi-Peak + CISPR-Average, 1 s	64 s	40 s
30 MHz bis 1000 MHz 120 kHz, Quasi-Peak + CISPR-Average, 1 s	50 s	40 s
1 GHz bis 6 GHz 1 MHz, Peak + CISPR-Average, 100 ms	216 s	111 s
1 GHz bis 18 GHz 1 MHz, Peak, 10 ms	8 s	8 s
1 GHz bis 26,5 GHz 1 MHz, Peak + CISPR-Average, 10 ms	13 s	13 s
1 GHz bis 40 GHz 1 MHz, Peak, 10 ms	21 s	21 s

PRÜFUNG VON MIKROWELLENHERDEN: SCHNELLER UND MIT DETAILLIERTEN ERKENNTNISSEN

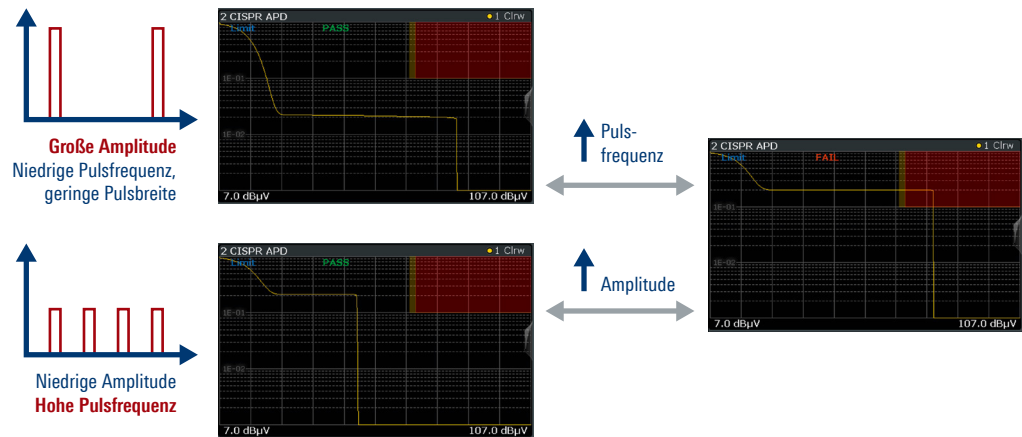
Mikrowellenherde sind eine Hauptquelle elektromagnetischer Aussendungen. Ihre Arbeitsfrequenz liegt bei etwa 2,5 GHz, wobei diese stark driftet, weil in diesen Geräten meist minderwertige Oszillatoren eingebaut sind, um auf dem Verbrauchermarkt attraktive Preise zu erzielen. Typischerweise verwenden Prüffeldingenieure die logarithmisch gemittelte Methode nach CISPR 11. Seit der letzten Überarbeitung des Standards ist alternativ die neue Multi-CISPR-APD-Methode anwendbar, die nicht nur die Gesamttestzeit erheblich verkürzt, sondern auch einen detaillierten Einblick in die Emissionscharakteristiken ermöglicht.

DIE NEUE METHODE: MULTI CISPR APD

Die Amplitudenwahrscheinlichkeitsverteilung (Amplitude Probability Distribution, APD) bildet die Störwirkung auf digital modulierte Signale ab. Das APD-Testverfahren untersucht die Wahrscheinlichkeit der auftretenden Amplituden innerhalb eines definierten Bandbreiten- und Zeitfensters. Moderne digital modulierte Übertragungen verfügen über eine Vorwärtsfehlerkorrekturkodierung (FEC). Dadurch sind Interferenzen bis zu einem bestimmten Pegel akzeptabel. Die FEC kann die daraus entstehenden Bitfehler korrigieren, um eine unverzerrte Übertragung zu erzielen.

Betrachten wir zum besseren Verständnis zwei gepulste Signale: eines mit großer Amplitude, aber niedriger Pulsfrequenz, und eines mit kleiner Amplitude, aber hoher Pulsfrequenz. Beide haben die gleiche Leistung, aber einen unterschiedlichen Störeinfluss. Die APD kann dies einfach untersuchen und visualisieren, wie in Bild 4 dargestellt. Auf der x-Achse zeigt die APD die Amplitude und auf der y-Achse die kumulative Wahrscheinlichkeit des Auftretens, das heißt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens jeder Amplitude, einschließlich jeder kleineren Amplitude.

Bild 4: APD zeigt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens jeder Amplitude, einschließlich jeder kleineren Amplitude



CISPR 11 definiert Grenzwerte für das APD-Testverfahren, die Mikrowellenherde einhalten müssen. Dieser Grenzwert ist für jedes Band ein zweidimensionaler Punkt der Amplitude und der entsprechenden Auftretswahrscheinlichkeit. Er darf bei keiner der beiden Messungen überschritten werden. Es gibt auch einen Fail-Bereich, der in den APD-Plots in Bild 5 rot markiert ist. Sobald die APD-Funktion eines gemessenen Signals in den Fail-Bereich gelangt, schlägt der Test fehl. Mikrowellenherde sind die erste Produktgruppe, für die Multi CISPR APD gemäß CISPR 11 anwendbar ist. Weitere Produkte werden folgen.

Multi CISPR APD führt die APD-Prüfung nicht nur auf einem Kanal, sondern auch parallel auf mehreren Kanälen durch. Dadurch wird sichergestellt, dass der EMV-Messempfänger driftende Störeinflüsse mit mindestens einem APD-Kanal gleichzeitig erfasst. Gemäß CISPR 11 erfasst der Prüffeldingenieur alle Harmonischen des Mikrowellenherdes bis 18 GHz mit einem einfachen und schnellen Peak-Scan. Für jeden gefundenen Peak wertet Multi CISPR APD die Störeinflüsse auf fünf Kanälen parallel aus: auf dem Peak selbst sowie bei ± 5 MHz und ± 10 MHz.

MULTI CISPR APD MIT DEM R&S®ESW

Der R&S®ESW schneidet bei CISPR 11-Produkttests an Mikrowellenherden am besten ab. Mit der neuen Firmware-Version 1.70 bietet der EMV-Messempfänger optional die Anwendung Multi CISPR APD. Sie unterstützt den Prüffeldingenieur bei der Auswertung und detaillierten Analyse von bis zu 67 APD-Kanälen parallel. Jeder Kanal bietet eine individuelle Grenzwertprüfung.

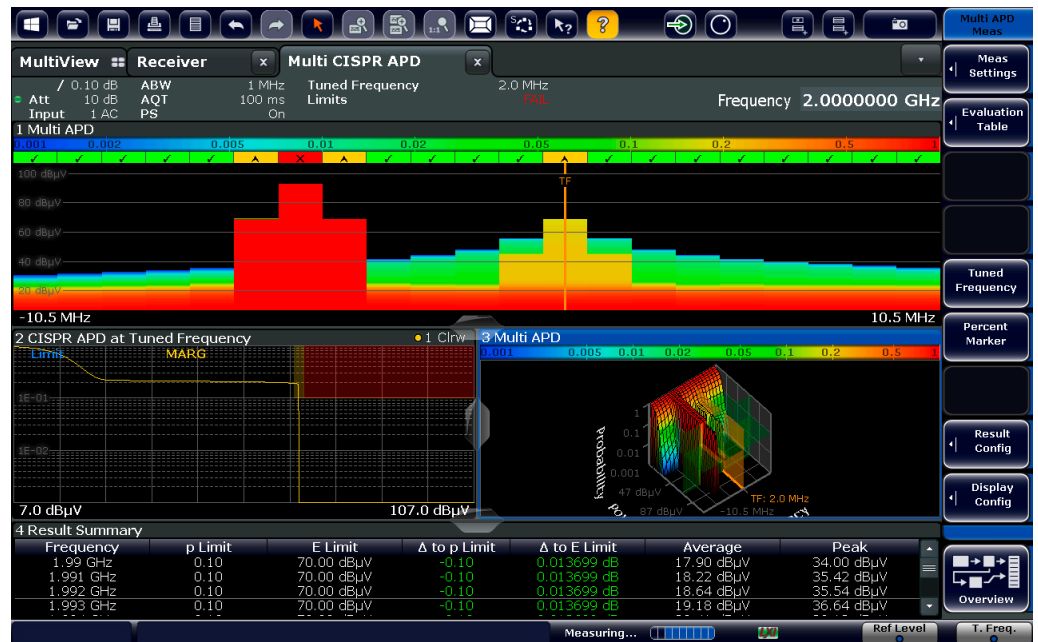
In einer übersichtlichen Darstellung kombiniert Multi CISPR APD 2D- und 3D-Visualisierungen der Störeinflüsse jedes Kanals sowie die entsprechenden Grenzwerte und die Pass/Fail-Anzeige (Bild 5). Auf dem 3D-Display lassen sich durch Touch-Gesten die gewünschten Bereiche auswählen, schwenken oder kippen. Die Ergebnistabelle zeigt Randbereiche oder Grenzwertüberschreitungen für jeden ausgewerteten Kanal an. Mit der Einkanal-APD-Anzeige bei einer variabel abgestimmten Frequenz kann ein einzelner Kanal detailliert untersucht werden. Mit der R&S®ESW-K58 Option erfüllt der R&S®ESW alle Anforderungen von CISPR 16-1-1 für Messempfänger mit APD-Messfunktion.

Hauptmerkmale

- Maximale Anzahl an Kanälen: 67 (ABW \leq 300 kHz), 21 (ABW = 1 MHz)
- Analysebandbreite (-6 dB): 1 Hz \leq ABW \leq 1 MHz
- Minimale Messwahrscheinlichkeit: $1 \cdot 10^{-7}$
- Maximale Aufzeichnungszeit: 120 s
- Konformität mit CISPR 16-1-1

Dank der APD-Mehrkanal-Messfunktion ist der EMV-Messempfänger auch für künftige EMV-Standards bestens gerüstet.

Bild 5: In einer übersichtlichen Darstellung kombiniert Multi CISPR APD 2D- und 3D-Visualisierungen der Störeinflüsse jedes Kanals sowie die entsprechenden Grenzwerte und die Pass/Fail-Anzeige



FAZIT

Rohde&Schwarz hat das Testsystem R&S®TS8996, das Störstrahlungsmessungen (RSE) und EMV-Messungen abdeckt, um den neuen 5G-Kommunikationsstandard erweitert. Der neue „Fast TDS“-Modus ermöglicht durch Verwendung eines Quasi-Peak-Detektors bislang unerreicht schnelle Messzeiten für bisher zeitraubende Tests. Die APD-Analyse zeigt präzise die Auswirkungen von Störeinflüssen auf digital modulierte Funksignale (WLAN, Mobilfunk oder Bluetooth®) und wird künftig auch auf andere Produktstandards angewendet.

AUTOREN

Tobias Groß ist Produktmanager für EMV-Messempfänger.
Jürgen Kausche ist Produktmanager für EMV, Antennentestsysteme und -projekte.
Beide arbeiten bei Rohde&Schwarz in München.

Rohde & Schwarz

Der Elektronikkonzern Rohde & Schwarz bietet innovative Lösungen in folgenden Geschäftsfeldern: Messtechnik, Rundfunk- und Medientechnik, Sichere Kommunikation, Cyber-Sicherheit sowie Monitoring and Network Testing. Vor mehr als 80 Jahren gegründet, ist das selbstständige Unternehmen mit seinem Firmensitz in München in über 70 Ländern mit einem engmaschigen Vertriebs- und Servicenetz vertreten.

www.rohde-schwarz.com

Rohde & Schwarz Customer Support

www.rohde-schwarz.com/support

