

R&S® CLGD

DOCSIS Cable Load Generator

Mehrkanalsignalgenerator für DOCSIS 3.1 im Vorwärts- und Rückkanal



R&S®CLGD DOCSIS Cable Load Generator Auf einen Blick

Der R&S®CLGD ist ein Mehrkanalsignalgenerator zur Simulation voll belegter Kabelfernsehtetze. Er erzeugt breitbandige Datensignale für DOCSIS 3.1 sowie digitale und analoge Fernsehkanäle. Im Vorwärts- und Rückkanal sind beliebige Signalkombinationen möglich, wodurch sich alle denkbaren Kabelbelegungen im Labor nachbilden lassen.

Der R&S®CLGD ist der erste Generator, der Signale für DOCSIS 3.1, DOCSIS 3.0, digitales Kabelfernsehen gemäß J.83/A/B/C und analoges Kabelfernsehen gleichzeitig erzeugt. Der Frequenzbereich für den Vorwärtskanal beträgt 108 MHz bis 1794 MHz für DOCSIS 3.1 und 47 MHz bis 1218 MHz für Fernsehen. Darin erzeugt der R&S®CLGD mehrere DOCSIS 3.1-Kanäle mit jeweils bis zu 192 MHz Bandbreite. Pegel, Frequenz, FEC (Forward Error Correction) und Konstellation dieser Kanäle sind unabhängig voneinander einstellbar. Gleichzeitig erzeugt der R&S®CLGD eine Anzahl digitaler und analoger Fernsehsignale, die beliebig unterhalb oder zwischen den DOCSIS 3.1-Signalen platziert werden können. Die DOCSIS 3.1-Kanäle und die digitalen Fernsehkanäle werden in Echtzeit realisiert. Die

zu übertragenden Daten können über IP zugeführt oder im R&S®CLGD intern erzeugt werden. Der Frequenzbereich für den Rückkanal geht von 5 MHz bis 204 MHz. Darin können OFDMA-Signale (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) gemäß DOCSIS 3.1 beliebig mit TDMA- und CDMA-Signalen gemäß DOCSIS 3.0 kombiniert werden.

Dank flexibler Mehrkanalsignalerzeugung bildet der R&S®CLGD Netzbelegungen reproduzierbar nach. Damit eignet er sich ideal zum Testen von Tunern, Kabelmodems und CMTS-Rückkanalempfängern. Die Untersuchung der Beeinflussung des Empfangs von DOCSIS 3.1-Signalen durch QAM- oder TDMA/CDMA-Signale in benachbarten Kanälen ist von großem Interesse. Zur realitätsnahen Gestaltung dieser Simulationen fügt der R&S®CLGD Störungen wie Rauschen, Reflexionen und schmalbandige Einstrahlungen hinzu.

Der Generator ist in einem 19"-Gehäuse untergebracht und ist nur zwei Höheneinheiten hoch. Die komplexe Signalerzeugung wird komfortabel vom PC über eine Web-Schnittstelle gesteuert. Die Fernsteuerung mit SCPI-Befehlen ermöglicht den Einsatz in automatischen Testsystemen. Dank des Softwareoptionskonzeptes ist der R&S®CLGD an die Anforderungen verschiedener Anwendungen anpassbar.

Hauptmerkmale

- Frequenzbereich im Vorwärtskanal: 47 MHz bis 1218 MHz, erweiterbar bis 1794 MHz
- Frequenzbereich im Rückkanal: 5 MHz bis 204 MHz
- DOCSIS 3.1, DOCSIS 3.0, J.83/A/B/C und analoges Fernsehen
- Bis zu 8 × 192-MHz-Signalbandbreite für DOCSIS 3.1
- ARB-Generator bis 200 MHz Bandbreite



R&S®CLGD DOCSIS Cable Load Generator

Wesentliche Merkmale und Vorteile

Signalerzeugung für Kabelbelegungsszenarien im Vorwärtskanal

- Echtzeit-Modulation von DOCSIS 3.1 und J.83/A/B/C
- Kombinierte Lastsimulation mit DOCSIS 3.1, digitalem und analogem Fernsehen

► [Seite 4](#)

Nachbildung des Datenverkehrs von Kabelmodems im Rückkanal

- Beliebige Kombinationen von OFDMA-, TDMA- und CDMA-Signalen
- Trigger-Funktion zur Steuerung des Burst Timings

► [Seite 5](#)

Simulation von Signalstörungen und -verzerrungen

- Rauschen, Impulsrauschen und Phasenrauschen
- Mikroreflexionen
- Netzbrummen
- Aufwärts- und Abwärtsschräglage
- Ingress-Simulation mit überlagerten Störsignalen

► [Seite 6](#)

R&S®CLGD mit PC und Web-GUI.

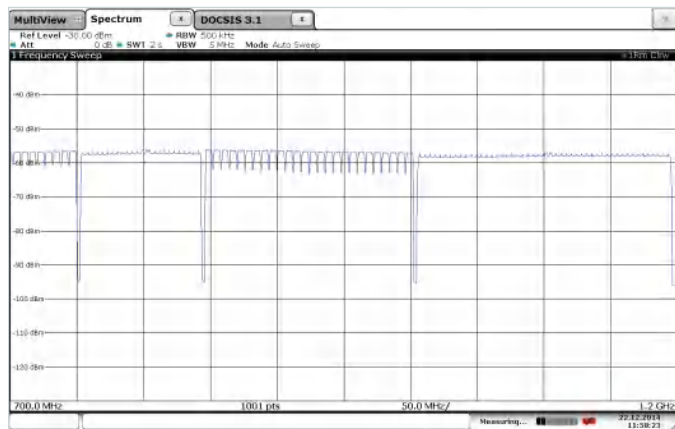


Signalerzeugung für Kabelbelegungs-szenarien im Vorwärtskanal

Echtzeit-Modulation von DOCSIS 3.1 und J.83/A/B/C

Der R&S®CLGD enthält einen FPGA-basierten Mehrkanal-Modulator für Breitbanddatenübertragung mit DOCSIS 3.1 und für digitales Kabelfernsehen gemäß ITU-T J.83/A/B/C. Dieser Modulator erzeugt Signale mit decodierbarem Inhalt in Echtzeit – wie die Modulatoren in einem CMTS oder einer Kabelkopfstelle. Neben Frequenz und Pegel können auch die Modulationsparameter frei eingestellt werden.

Kabelbelegung mit zwei DOCSIS 3.1-Signalen und mehreren digitalen TV-Signalen.



Für DOCSIS 3.1 sind das:

- FFT-Länge oder Anzahl der OFDM-Träger: 4k oder 8k
- Interleaver-Länge
- Konstellation der Profile: 16QAM bis 16384QAM
- Konstellation des NCP: QPSK bis 64QAM
- Position des PLC
- Länge von Cyclic Prefix und Windowing
- Exclusion Band: Nicht verwendete OFDM-Träger
- Continuous Pilot Parameter

Die DOCSIS 3.1-Kanäle des R&S®CLGD übertragen über IP zugeführte Datenströme oder im R&S®CLGD erzeugte PRBS. Der R&S®CLGD erzeugt zudem digitale Kabelfernsehsignale gemäß J.83/A (DVB-C), J.83/B oder J.83/C (ISDB-C). Auch dafür können Frequenz und Pegel sowie Symbolrate, Interleaver-Länge und Konstellation eingestellt werden. Die digitalen Fernsehkanäle des R&S®CLGD enthalten PRBS oder MPEG-2-Transportströme, die entweder über IP zugeführt werden oder im R&S®CLGD aus einer Datei erzeugt werden.

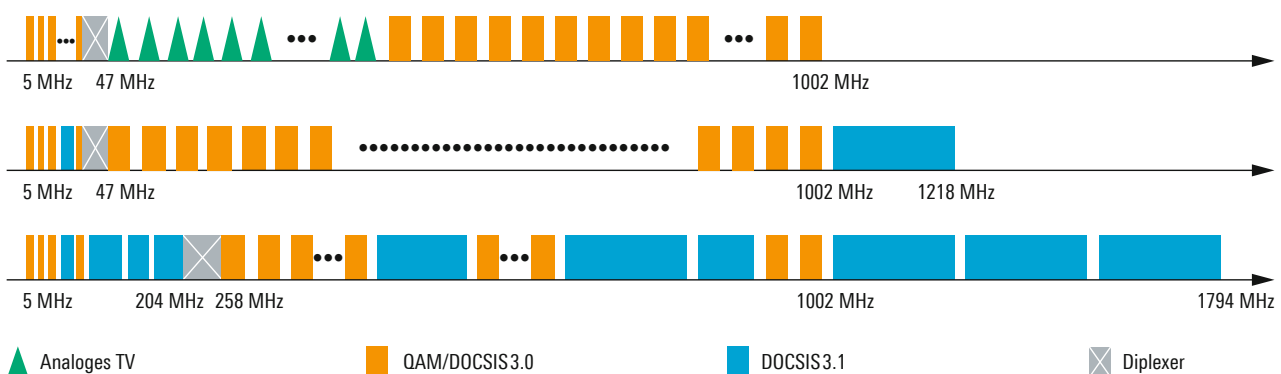
Kombinierte Lastsimulation mit DOCSIS 3.1, digitalem und analogem Fernsehen

Die Hauptanwendung des R&S®CLGD ist die Simulation eines voll belegten Breitbandkabelnetzes. Im Vorwärtskanal steht dazu der Frequenzbereich von 47 MHz bis 1218 MHz zur Verfügung (optional bis 1794 MHz erweiterbar). Darin erzeugt der R&S®CLGD mehrere DOCSIS 3.1-Kanäle sowie digitale und analoge Fernsehkanäle. Folgende Kombinationen sind möglich:

- Bis zu 8 DOCSIS 3.1-Kanäle
- Bis zu 4 DOCSIS 3.1-Kanäle und bis zu 160 TV-Kanäle

Der R&S®CLGD eignet sich besonders, um die gegenseitige Beeinflussung von DOCSIS 3.1 und J.83/A/B/C zu untersuchen und damit die Koexistenz von neuen Breitbanddatendiensten und herkömmlicher Fernsehübertragung sicherzustellen. Die ARB-Generatoren des R&S®CLGD können weitere Signale hinzufügen, zum Beispiel das UKW-Hörfunkband, das in manchen Ländern ins Kabel eingespeist wird, oder benutzerdefinierte Signale.

Heutige und zukünftige Kanalbelegungen mit DOCSIS 3.1



Nachbildung des Datenverkehrs von Kabelmodems im Rückkanal

Beliebige Kombinationen von OFDMA-, TDMA- und CDMA-Signalen

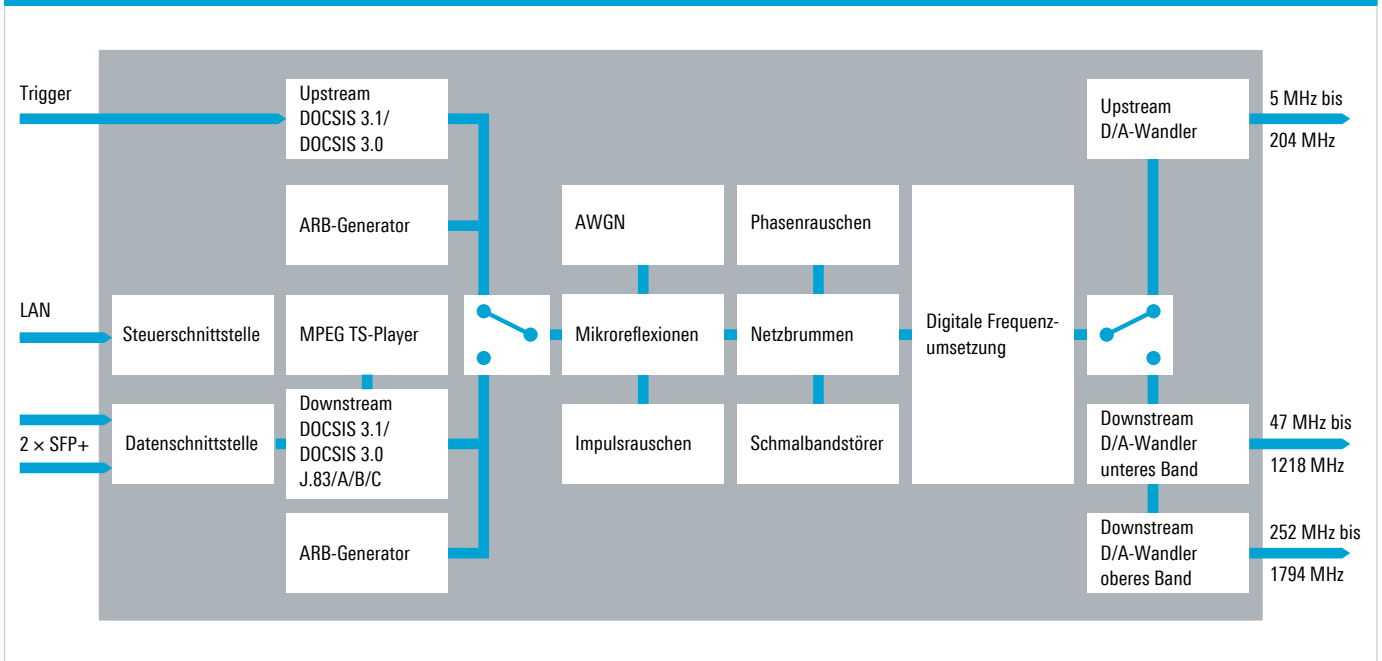
Das Rückkanalspektrum, wie es am Eingang eines CMTS ankommt, setzt sich aus den Aussendungen vieler einzelner Kabelmodems zusammen. Der R&S®CLGD erzeugt ein solches Spektrum im Frequenzbereich von 5 MHz bis 204 MHz. Darin sind maximal zwei DOCSIS 3.1-OFDMA-Kanäle und bis zu 32 DOCSIS 3.0-Kanäle mit TDMA oder CDMA möglich. Der R&S®CLGD simuliert so den Datenverkehr einer großen Anzahl von Kabelmodems. Die TDMA- und CDMA-Signale enthalten immer Datenpakete. DOCSIS 3.1-Signale enthalten verschiedene Message-Typen (siehe Tabelle). Auch im Rückkanal können mit den ARB-Generatoren des R&S®CLGD benutzerdefinierte Signale hinzugefügt werden.

Trigger-Funktion zur Steuerung des Burst Timings

Kabelmodems senden kurze, zeitlich begrenzte Datenpakete (Bursts). Bei einer hinreichend großen Anzahl von Modems im Netz überlagern sich die einzelnen Bursts zu einem annähernd kontinuierlichen Signal. Bei DOCSIS 3.1 ist das ein OFDM-Signal, bei dem verschiedene Modems jeweils Teile der Unterträger belegen. Bei DOCSIS 3.0 mit TDMA ergibt sich ein gepulstes Signal, bei dem die einzelnen Bursts von verschiedenen Modems kommen. Für die Anwendung als Lastgenerator erzeugt der R&S®CLGD solche Signale, die die Summe des Datenaufkommens von vielen Modems simulieren. Der R&S®CLGD bietet zudem die Möglichkeit, in einem Kanal einzelne Bursts zu erzeugen. Das Timing dieser Bursts wird mithilfe einer Trigger-Funktion gesteuert. Damit kann das Ranging eines Modems beim Anmelden am CMTS simuliert werden.

Signaltypen im Rückkanal		
Standard	Modulation	Message Type
DOCSIS 3.1	OFDMA	Data Packet, Bandwidth Request, Initial Ranging, Fine Ranging, Wideband Probe,
DOCSIS 3.0	A-TDMA	Data Packet
	S-CDMA	Data Packet

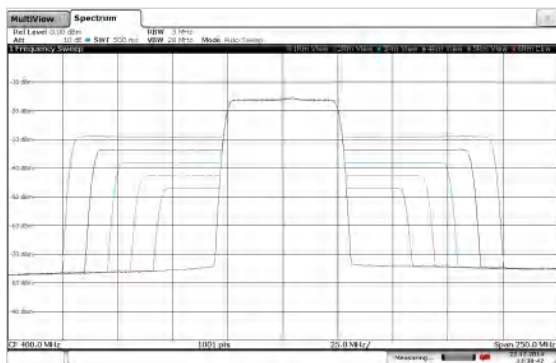
Übersicht über die Schnittstellen und die Funktionsblöcke des R&S®CLGD



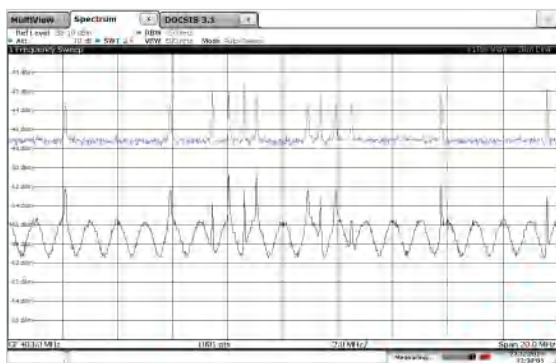
Simulation von Signalstörungen und -verzerrungen

Zum Testen von Kabelmodems, Verstärkern und CMTS-Rückkanalempfängern kann der R&S®CLGD das Ausgangssignal mit Störungen beaufschlagen, um möglichst realistische Empfangsbedingungen zu simulieren.

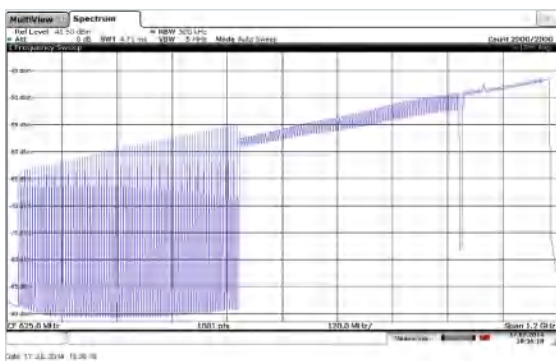
AWGN mit einstellbarer Rauschleistung und Bandbreite.



Ausschnitt eines DOCSIS 3.1-Signals in der Umgebung des PLC ohne (blaue Kurve) und mit (schwarze Kurve) Reflexion mit 1 µs Laufzeit.



Kabelbelegung mit analogen und digitalen TV-Kanälen und einem DOCSIS 3.1-Kanal und Aufwärtsschräglage.



Rauschen, Impulsrauschen und Phasenrauschen

Weißes Rauschen (AWGN) entsteht in erster Linie durch das Rauschen der Streckenverstärker und durch die Dämpfung des Kabels. Elektromagnetische Störungen von Haushaltsgeräten, Motoren oder Lichtschaltern verursachen impulsartiges Rauschen. Phasenrauschen wird durch die Oszillatoren im CMTS erzeugt. Der R&S®CLGD kann diese Arten von Rauschen unabhängig voneinander (einzeln oder gleichzeitig) dem Nutzsignal überlagern.

Mikroreflexionen

An Verbindern, Biegungen oder kleinen Beschädigungen im Kabel kommt es zu sogenannten Mikroreflexionen, die Echos im Nutzsignal bewirken. Diese Reflexionen sind geringfügig, in der Summe können sie aber zu Empfangsstörungen führen. Der R&S®CLGD kann bis zu fünf Reflexionen mit einstellbarer Stärke und Laufzeit simulieren.

Netzbrummen

Alterung von Bauteilen in den Streckenverstärkern kann dazu führen, dass sich die 50-Hz- beziehungsweise 60-Hz-Netzfrequenz auf das Kabel überträgt. Dies äußert sich als überlagerte Amplitudenmodulation. Der R&S®CLGD kann sein gesamtes Ausgangsspektrum mit einstellbarer Frequenz und einstellbarem Modulationsgrad modulieren.

Aufwärts- und Abwärtsschräglage

Zu höheren Frequenzen hin steigt die Dämpfung des Kabels. Deshalb hat das Spektrum an der Anschlussdose des Teilnehmers meist eine mehr oder weniger stark abfallende Schräglage. Der Effekt wird teilweise dadurch kompensiert, dass die Streckenverstärker ein Signalspektrum mit einer Aufwärtsschräglage abgeben. Der R&S®CLGD kann sowohl Abwärts- als auch Aufwärtsschräglagen mit einstellbarer Steigung simulieren. Dabei kommen analoge Hoch- und Tiefpassfilter zum Einsatz. So bleibt der Signal/Rausch-Abstand im gesamten Frequenzbereich konstant, und es entsteht auch innerhalb der Kanäle eine Schräglage.

Ingress-Simulation mit überlagerten Störsignalen

Durch den Ausbau der Kabelnetze hin zu höheren Frequenzen und die Nutzung des früheren UHF-Fernsehbandes durch Mobilfunkdienste kommt es zunehmend zu Störungen im Kabel durch Einstreuung (Ingress). Der Rückkanal ist ebenfalls anfällig für Einstreuungen, da eine Vielzahl von Diensten denselben Frequenzbereich nutzt. Der R&S®CLGD kann dem Nutzsignal ein Störsignal mit einstellbarem Pegel und einstellbarer Bandbreite überlagern. Damit kann zum Beispiel der Einfluss einer LTE-Einstreuung auf die Empfangsqualität eines DOCSIS 3.1-Kanals untersucht werden.

Technische Kurzdaten

Technische Kurzdaten		
HF-Parameter		
Frequenzbereich	Vorwärtskanal	47 MHz bis 1218 MHz
	mit Option R&S®CLGD-K3018	47 MHz bis 1794 MHz
	Rückkanal	5 MHz bis 204 MHz
Pegel		einstellbar bis max. 62 dBmV
Schräglage		einstellbar bis ±15 dB (1 GHz)
MER	DOCSIS 3.1, f = 500 MHz, B = 192 MHz	typ. > 53 dB
	2 × 192 MHz DOCSIS 3.1 und 24 × J.83/A/B/C und f < 600 MHz	≥ 50 dB
	1 × J.83/A/B/C	typ. > 45 dB
Mehrkanal-Signalerzeugung		
	Vorwärtskanal	bis zu 5 × DOCSIS 3.1 oder bis zu 2 × DOCSIS 3.1 und 158 × QAM
	mit Option R&S®CLGD-K3018	bis zu 8 × DOCSIS 3.1 oder bis zu 4 × DOCSIS 3.1 und 158 × QAM
	Rückkanal	bis zu 2 × DOCSIS 3.1 und 32 × DOCSIS 3.0
Modulation Vorwärtskanal (Option R&S®CLGD-K200)		
DOCSIS 3.1	Bandbreite	bis 192 MHz
	Konstellation	16QAM bis 4096QAM, overrange 8kQAM, 16kQAM
	FFT-Modus	4k, 8k
J.83/A/B/C	Bandbreite	6 MHz, 7 MHz, 8 MHz
	Konstellation	64QAM, 256QAM
Analoges Fernsehen		PAL, NTSC
Modulation Rückkanal (Option R&S®CLGD-K300)		
DOCSIS 3.1	Modulationsart	OFDMA
	Bandbreite	6,4 MHz bis 96 MHz
DOCSIS 3.0	Modulationsart	A-TDMA, S-CDMA
	Bandbreite	800 kHz, 1,6 MHz, 3,2 MHz, 6,4 MHz
ARB Waveform Generator		
Bandbreite		200 MHz
Gleichzeitig abspielbare Dateien	bis 10 MHz Bandbreite	4
	10 MHz bis 100 MHz Bandbreite	2
	100 MHz bis 200 MHz Bandbreite	1
Störungssimulation (Option R&S®CLGD-K1050)		
Rauschen		AWGN, Impulsrauschen, Phasenrauschen
Mikroreflexionen		bis 5 Reflexionen
Netzbrummen	Amplitudenmodulation	47 Hz bis 200 Hz, 0% bis 6%
Schmalbandstörsignal		AWGN bis 20 MHz Bandbreite

Bestellangaben

Bezeichnung	Typ	Bestellnummer
DOCSIS Cable Load Generator, für TV und DOCSIS (Grundgerät inkl. Netzkabel, Quick Start Guide und CD-ROM mit Bedienhandbuch)	R&S®CLGD	2118.6956.02
Optionen		
Downstream Full Channel Load Generator	R&S®CLGD-K200	2118.6962.02
Upstream-Kabelmodem-Emulator	R&S®CLGD-K300	2118.6979.02
Downstream-Frequenzbereichserweiterung bis 1794 MHz	R&S®CLGD-K3018	2118.6985.02
Simulation von Signalstörungen	R&S®CLGD-K1050	2118.6991.02
Externes Zubehör		
Multi-TS Streaming Software	R&S®TSSstream	2116.8945.02

Service mit Mehrwert

- Weltweit
- Lokal und persönlich
- Flexibel und maßgeschneidert
- Kompromisslose Qualität
- Langfristige Sicherheit

Rohde & Schwarz

Der Elektronikkonzern Rohde & Schwarz bietet innovative Lösungen auf den Arbeitsgebieten Messtechnik, Rundfunk- und Medientechnik, Sichere Kommunikation, Cyber-Sicherheit sowie Funküberwachungs- und -ortungstechnik. Vor mehr als 80 Jahren gegründet ist das selbstständige Unternehmen in über 70 Ländern mit einem engmaschigen Vertriebs- und Servicenetz vertreten. In seinen angestammten Arbeitsgebieten zählt der Elektronikkonzern zu den führenden Anbietern weltweit. Der Firmensitz ist in München, Deutschland. Ergänzend steuern je ein regionales Headquarter in Singapur sowie in Columbia (Maryland), USA, die Geschäfte.

Nachhaltige Produktgestaltung

- Umweltverträglichkeit und ökologischer Fußabdruck
- Energie-Effizienz und geringe Emissionen
- Langlebigkeit und optimierte Gesamtbetriebskosten

Certified Quality Management
ISO 9001

Certified Environmental Management
ISO 14001

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

www.rohde-schwarz.com

Kontakt

- Europa, Afrika, Mittlerer Osten | +49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
- Nordamerika | 1 888 TEST RSA (1 888 837 87 72)
customer.support@rsa.rohde-schwarz.com
- Lateinamerika | +1 410 910 79 88
customersupport.la@rohde-schwarz.com
- Asien-Pazifik | +65 65 13 04 88
customersupport.asia@rohde-schwarz.com
- China | +86 800 810 82 28 | +86 400 650 58 96
customersupport.china@rohde-schwarz.com

R&S® ist eingetragenes Warenzeichen der Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Eigennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer

PD 3607.0123.11 | Version 02.00 | Juli 2015 (ch)

R&S®CLGD DOCSIS Cable Load Generator

Daten ohne Genauigkeitsangabe sind unverbindlich | Änderungen vorbehalten

© 2015 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 München



3607012311