

Wirklichkeitsgetreu simulieren: Kabelfernsehtetze für J.83/B und DOCSIS 3.0

Trotz der Fehler und Störungen in Kabelnetzen müssen Set-Top-Boxen und Kabelmodems immer einwandfreien Empfang sicherstellen. In Entwicklung und Produktion werden sie deshalb genauestens auf diese Eigenschaften geprüft. Dafür bietet Rohde&Schwarz erstmalig ein System zur wirklichkeitsgetreuen Nachbildung von Kabelfernsehtetzen an. Es besteht aus dem Broadcast Test System R&S®SFU und mehreren Test Transmittern R&S®SFE100.

Störeinflüsse auf dem Weg zur Set-Top-Box

Neben nicht-idealer Modulation in der Kabelkopfstele, z. B. durch Phasenrauschen, hat auch der Übertragungsweg Einfluss auf die Signalqualität. Verstärkerstufen stellen zwar einen ausreichenden Signalpegel sicher, erhöhen aber den Rauschanteil, überlagern Netzbrummen und verursachen auf Grund von Nichtlinearitäten Intermodulationsprodukte (Composite Second Order, CSO und Composite Triple Beat, CTB). Der Übertragungsweg beginnt am Modulatorausgang in der Kabelkopfstele und endet an der realen Last, d. h. am Kabeltuner der Set-Top-Box oder des Fernsehgeräts. Idealerweise sollte der Wellenwiderstand von Verteilnetzen für Kabelfernsehen an jedem Punkt entlang des Übertragungswegs konstant sein. In der Realität jedoch führen abweichende Impedanzen an Anschlüssen und Verbindungen im Gesamtsystem zu Fehlanpassungen. Ein Teil der ins Kabel eingespeisten

Signalenergie läuft dann in Richtung Quelle zurück. Solche Mikroreflexionen verursachen Amplituden- und Phasenwelligkeit auf den gesendeten Signalen.

Entscheidende Komponenten in der Übertragungskette sind letztendlich die TV-Empfänger bzw. die Set-Top-Boxen. Sie dürfen keine zusätzlichen Interferenzen erzeugen und müssen auch außerhalb der Laborumgebung einwandfrei in verschiedenen Kabelfernsehtetzen funktionieren, selbst wenn die oben beschriebenen Störungen vorhanden sind. Besonders kritisch ist auch die Vielzahl der im Kabelnetz vorhandenen Signale, in erster Linie die analogen und digitalen Nachbarkanäle. Aber auch Störeinstrahlungen durch 3G- / 4G-Mobilfunksignale im ehemaligen oberen terrestrischen TV-Frequenzband verursachen zunehmend Probleme beim Kabelfernsehempfang.

Nachbildung von Kabelfernsehtetzen im Labor

Zur Simulation eines Kabelfernsehtetzes im Labor musste man bisher für jeden Kanal einen eigenen Generator verwenden. Damit lassen sich analoge TV-Signale zwar recht gut mit einem CW-Signal nachbilden, es sind aber sehr viele Geräte erforderlich. Effizienter geht es nun mit der Kombination aus breitbandigen ARB-Generatoren und Rundfunksignalgeneratoren von Rohde&Schwarz (BILD 1). Bei der Simulation von Kabel-TV-Netzen unterscheidet man drei Arten von Kanälen: Das Nutzsignal, das die zu testende Set-Top-Box empfängt, seine beiden unmittelbaren Nachbarkanäle sowie alle übrigen Kanäle, die auch als „Load“ bezeichnet werden. Neben der Simulation eines voll belegten Kabelnetzes muss das Nutzsignal auch mit den oben aufgeführten Störungen wie Netzbrummen, Mikroreflexionen sowie Phasenrauschen, weißem und impulsförmigem Rauschen beaufschlagt werden.

Das Broadcast Test System R&S®SFU erzeugt solche Nutzsignale – reproduzierbar und in höchster Qualität. Mit seiner Interferer Management Option generiert es auch die beiden direkten Nachbarkanäle des Nutzsignals und ermöglicht



„Beeindruckend: Er ist klein und ausfallsicher, verbraucht wenig Leistung, liefert hohe Signalqualität für alle relevanten Rundfunkstandards und ist zudem preislich attraktiv ...“ So wurde der [Test Transmitter R&S®SFE100](#) in NEUES 198 vorgestellt (Seite 62–64).

In diesem Beitrag wird nun gezeigt, wie er zusammen mit dem Broadcast Test System R&S®SFU Kabelnetze wirklichkeitsgetreu simuliert.

Gestell mit mehreren R&S®SFE100 für den Einsatz in der Produktion.

Simulation eines Kabelfernsehznetzes

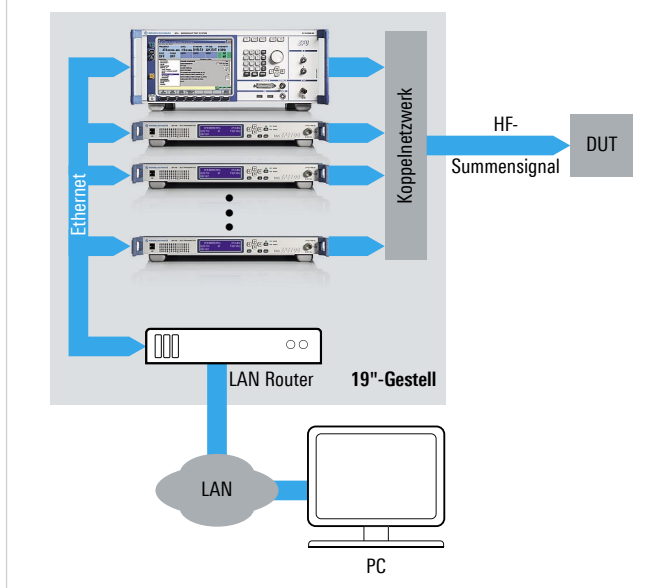


BILD 1 Prinzip der Signalerzeugung zur Simulation eines Kabelfernsehznetzes.

darüber hinaus die Simulation von Störungen durch 3G- / 4G-Mobilfunksignale. Die Nachbildung der übrigen TV-Kanäle im Kabelnetz, die bei herkömmlichen Systemen große Stückzahlen an Geräten erforderte, gestaltet sich mit dem Test Transmitter R&S®SFE100 wesentlich einfacher. Dazu erzeugt je ein R&S®SFE100 mit Hilfe einer Mehrkanal-ARB-Waveform aus der Waveform-Bibliothek R&S®SFU-K356 mehrere benachbarte analoge oder digitale TV-Signale. So kann beispielsweise ein R&S®SFE100 13 Kanäle mit 6 MHz Kanalbandbreite für das US-amerikanische Fernsehen erzeugen. Für den gesamten dort in Kabelfernsehznetzen verwendeten Frequenzbereich von 54 MHz bis 1002 MHz (158 Kanäle) sind demnach nur 13 R&S®SFE100 erforderlich.

Lückenloses Spektrum über 158 TV-Kanäle

Die Teilsignale aus den einzelnen R&S®SFE100 und dem R&S®SFU müssen sich überlagern. Dazu beinhaltet die Waveform-Bibliothek R&S®SFU-K356 außer den voll belegten Mehrkanalsignalen zusätzlich eine Reihe von Mehrkanal-Waveformen mit jeweils einer drei Kanäle breiten Lücke, in die der R&S®SFU das Nutzsignal und die beiden Nachbarkanäle einfügt. Für jede mögliche Position der Lücke gibt es eine eigene Waveform. Damit lassen sich alle Signale zu einem lückenlosen Summsignal überlagern (BILD 2) und über ein breitbandiges Koppelnetzwerk addieren. Die Signalgeneratoren und das Koppelnetzwerk sind zusammen mit Netzverteilung und einer Lüftereinheit in ein 19"-Gestell eingebaut. Ein ebenfalls dort integrierter LAN-Router fasst die Ethernet-Schnittstellen

Summsignal in einem Kabelfernsehznetzes

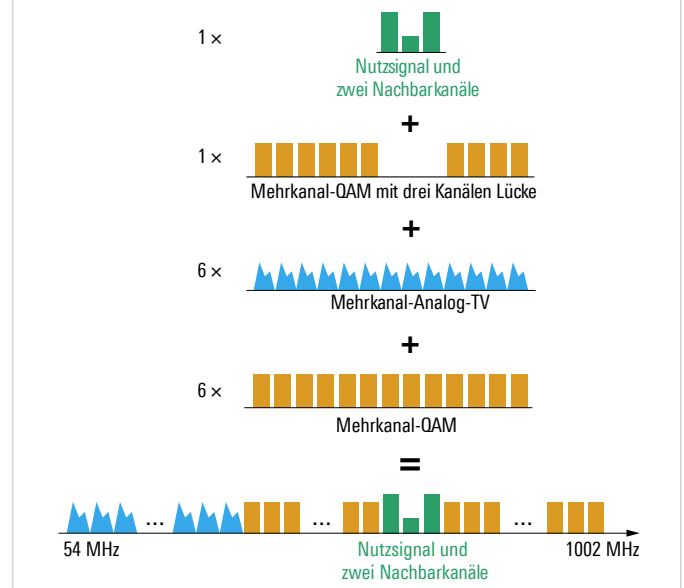


BILD 2 Das gesamte Spektrum entsteht durch Überlagerung des Nutzsignals, seiner Nachbarkanäle und der „Load“-Kanäle.

der Geräte zusammen und ermöglicht die Fernsteuerung des gesamten Systems per PC. So ergibt sich nicht nur eine sehr kompakte Lösung – die geringe Anzahl an Geräten senkt auch den Stromverbrauch gegenüber herkömmlichen Lösungen. Das schont nicht nur die Umwelt, es senkt auch deutlich die Betriebskosten.

Messungen nach dem nordamerikanischen Standard ANSI/SCTE 40

ANSI/SCTE 40* definiert Mindestanforderungen basierend auf den oben vorgestellten Szenarien für Kabelfernsehznetze, deren Komponenten und Empfänger. Kabelnetzbetreiber in den USA fordern von ihren Zulieferern zwingend den Nachweis dieser Spezifikation. Ähnliche Messvorschriften, angepasst an die lokalen Gegebenheiten, finden in Europa und Asien Anwendung. Mit dem System von Rohde&Schwarz lassen sich universell und reproduzierbar alle gängigen Messszenarien abbilden. Hersteller können damit ihre Kabelempfänger nach höchsten Qualitätsansprüchen prüfen.

Harald Gsödl; Peter Lampel

* ANSI/SCTE 40 Conformance Testing Using the R&S®SFU, R&S®SFE and R&S®SFE100. Application Note 7BM68 von Rohde&Schwarz.