

hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik

Protokolltester um Testszenarien erweitert

Rohde & Schwarz, Seite 8



NEW! 25 MHz to 6 GHz **SIGNAL GENERATORS**

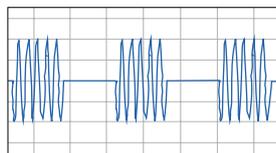


70 dB Power Range only **\$2695** ea.

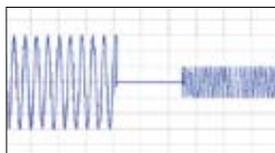
Die Generatoren der Reihe SSG-6000 von Mini-Circuits sind robuste, tragbare und USB-gesteuerte Geräte für den Produktionstest. Sweeps oder springen Sie über weite Frequenzbänder und große Leistungsbereiche, triggern Sie auf einen einfachen Impuls oder eine kontinuierliche Impulsfolge, verwenden Sie zwei Generatoren zur Messung des Interceptpunkts dritter Ordnung oder stecken Sie einfach einen in Ihren Laptop-Koffer und nehmen Sie ihn mit. Unsere einfach zu bedienende grafische Benutzeroberfläche (GUI) sorgt dafür, dass Sie das Gerät in kurzer Zeit an jedem PC in Betrieb nehmen können. Wie alle unsere portablen Testgeräte ist auch der SSG-6000 zu fast

jeder Test-Software kompatibel, bietet mehr Möglichkeiten und erhöht die Effizienz, ohne Ihr Budget zu überlasten.

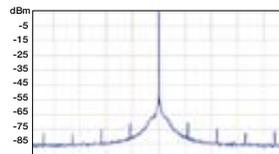
Synthesizer-Signalquelle für präzises und zuverlässiges Testen
Signale mit 1ppm Frequenzgenauigkeit und 0,25 dBm Leistungstoleranz (-60 bis +10 dBm), niedrigen Harmonischen (-50 dBc), einer Frequenzauflösung von 3 Hz, Trigger und Referenzports und eine Einschwingzeit von 3 ms helfen Ihnen dabei, die gewünschten Daten von komplexen High-Speed-Testplänen zu ermitteln. Mehr Informationen zu Spezifikationen, Leistungsdaten und allem, was Sie für Ihre Entscheidung benötigen, erhalten Sie auf unserer Website www.minicircuits.com!



NOW! Pulse widths from 1μs.



Frequency and power hopping.



Low spurious.

Mini-Circuits... wir definieren Werte neu!

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS9100

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly • For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

U.S. Patents
7739260, 7761442

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS



512 rev org

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

D-65760 Eschborn, Germany
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929
www.industrialelectronics.de
info@industrialelectronics.de

Mini-Circuits Europe

Registered in England No 1419461
Wharf Road, Frimley Green Camberley, Surrey GU16 6LF, England
Tel 0044-1252-832600 Fax 0044-1252-837010

municom®

D-83278 Traunstein, Germany
Tel. 0049-861-16677-0 Fax 0049-861-16677-88
info@municom.de www.municom.de

10 Jahre CST University Publication Award

CST



Gerade für eine Firma die wissenschaftliche Software herstellt, ist ein intensiver Austausch mit universitären Instituten auf verschiedenen Ebenen wichtig. Zum einen werden in Numerik-Arbeitsgruppen die Methoden und Ansätze erforscht, die vielleicht später einmal in einer robusten und allgemein anwendertauglichen Form

Bestandteil eines kommerziellen Softwarepakets werden. Dies stellt allerdings nur einen sehr kleinen Teil der Interaktion dar. Viel bedeutender ist die Überlassung der Software - zu typischerweise stark vergünstigten Konditionen - an Institute zu Zwecken von Forschung und Lehre. Gerade in der Lehre kann Simulationssoftware das sonst für die meisten so trockene Studium der Maxwellschen Gleichungen in ihren diversen Darbietungsformen im wahrsten Sinne des Wortes kolorieren und illustrieren. Darüberhinaus können Studenten sehr einfach was-wäre- wenn Experimente durchführen, die das Verständnis vertiefen.

Letzteres gilt selbstverständlich auch für den zweiten universitären Anwendungsfall: die Forschung. Anhand virtueller Prototypen werden sowohl technische Entwicklungen vorangetrieben, als auch die Anwendbarkeit der Software auf Problemstellungen demonstriert, die den Erzeugern der Software, zumindest nicht in diesem Konkretheitsgrad, gewärtig waren. Die Zahl der Anwendungsgebiete ist dabei vielfältig und wächst ständig mit der Zahl der Institute, die unsere Software anwenden. Wir werten das als Bestätigung des Erfolges unseres Universitätsprogramms. Ich denke es ist fair zu sagen, dass die Erfolge im industriellen sowie im universitären Umfeld sich gegenseitig befruchten.

Ein wichtiges Element dabei sind die Veröffentlichungen der Universitätsforscher in Konferenzen oder wissenschaftlichen Magazinen. Im Jahr 2003 haben wir daher zum ersten Mal unseren University Publication Award ausgeschrieben. Institute können Veröffentlichungen des letzten Jahres einschicken, die dann nach verschiedenen Kriterien, wie zum Beispiel Originalität, Darstellung oder Schwierigkeit der Simulationsaufgabe ausgewertet und verglichen werden. Über die Jahre haben wir hunderte von Einsendungen erhalten, aus denen Jahr für Jahr unsere Sieger ausgewählt werden. Diese Sieger-Institute erhalten Upgrades zu ihren Lizenzen und natürlich gewinnen auch wir. Wir erfahren mehr über neue Technologien und Forschungsgebiete, mögliche Anwendungen unserer Software und Validierungen gegen Prototypen. 2013 wird zum 10. Mal der University Publication Award ausgeschrieben.

Wir freuen uns wieder auf eine rege Beteiligung.

CST, www.cst.de



Leader in design and manufacturing of

Precision Oscillators, SAW Filters and Timing Solutions

for Communication, Industrial, Military and
Space Applications

- OCXO Oven Stabilized Crystal Oscillators
- EMXO Evacuated Miniature Crystal Oscillators
- TCXO Temperature Compensated Crystal Oscillators
- VCXO/VCSO Voltage Controlled Crystal Oscillators and SAW Oscillators
- XO Crystal Oscillators
- MEMS Oscillators up to 460MHz
- SAW Filters
- Precision / Standard Crystals
- Stratum3 / 3E
- Crystal Filters and LC Filters
- Timing Modules



municom®

Technische Beratung und Distribution

HF- und Opto-Bauelemente für die Nachrichtentechnik
Beschaffung von obsoleten ICs

Hotline +49 861 16677-99

www.municom.de
info@municom.de

ISO 9001
MEMBER OF THE
COURTESY GROUP
© 2009 Municom AG



State of the Art MW-Amplifiers from 5 kHz to 60 GHz

- Cryogenic Amplifiers
- High Dynamic Range Amplifiers
- High Power Amplifiers
- Low Noise Amplifiers
- Multi Octave Amplifiers
- SATCOM Amplifiers
- Wideband Amplifiers
- Waveguide Amplifiers
- EMC Amplifiers



TACTRON ELEKTRONIK GmbH & Co. KG
Bunsenstr. 5/II
D-82152 Martinsried

info@tactron.de
www.tactron.de

Fon: +49 89 895 569 0
Fax: +49 89 895 569 29

Inhalt

Zum Titelbild:



Protokolltester um Testszenarien erweitert

Ab sofort unterstützt Rohde & Schwarz Entwickler von LTE-Advanced-fähigen Chipsets und von mobilen Endgeräten mit einer entsprechenden Testlösung. 8

In dieser Ausgabe:

Messtechnik:

Felddämpfungsmessungen unter Verwendung einer externen Signalquelle

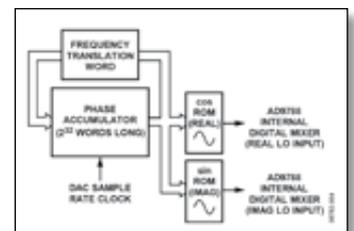


Will man die Charakteristik der Funkbedingungen im Freifeld oder in einem reflexionsarmen Raum bestimmen, misst man hierzu die Felddämpfung. Der Artikel von Dennis Handlon und Michele Lupo (Agilent) erläutert das Messverfahren. 10

Grundlagen:

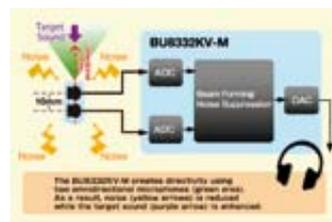
Verstärker, lokaler Oszillator und Phasenschieber in einem SSB-Sender II

In diesem zweiten Teil wird das moderne Konzept für gemischt digitale und analoge SSB-Aufbereitung vorgestellt. Man findet es in vielen aktuellen Funksendern. 29

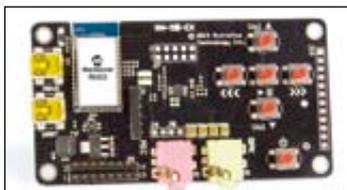


Applikationen:

Signalverarbeitungs-IC für Mikrophone mit Ultra-Richtwirkung



Mit dem BU8332KV-M von ROHM ist es gelungen, einen integrierten Baustein unter Verwendung der Richtwirkungs-Kontroll-Technologie von DIMAGIC Corporation zu entwickeln. 32

Wireless:**Microchip stellt Bluetooth-Modul für Audio-Streaming vor**

Microchip erweitert mit einem zertifizierten Bluetooth-Audiomodul sein Portfolio an drahtlosen Komponenten, die das Streamen von Musik und Sprachen unterstützen. 36

EMV:**EMV-Labor in Betrieb genommen**

Seit Anfang des Jahres ist das Rosenberger EMV-Labor am Standort Fridolfing in Betrieb. Kernstück des EMV-Labors ist eine hochmoderne Absorberkabine, in der Störremissionsmessungen auf Komponentenebene nach EN 55025 (CISPR 25) sowie Störfestigkeitsprüfungen nach ISO 11452 durchgeführt werden. 37

Bauelemente:**Moderne Mini-Quarze ermöglichen hohe Grundtonfrequenzen**

Neue Produkte der Firma Petermann-Technik sind eindrucksvolle Beispiele dafür, dass die Entwicklung von Schwingquarzen in den letzten Jahren weitere Fortschritte gemacht hat. 40

RF & Wireless International**Single-Box Arbitrary Waveform Generator Support for HDMI and MHL Sink Tests**

Agilent announced support for the High-Definition Multimedia Interface (HDMI) and Mobile High-Definition Link (MHL) sink tests through its M8190A arbitrary waveform generator and enhanced N5990A test-automation software. 47

Wireless Excellence adds 4G / LTE backhaul to its "CableFree" portfolio of wireless links for mobile telecoms operators

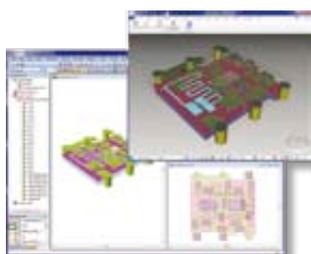
Wireless Excellence is launching a new set of solutions for LTE/4G and 3G backhaul. 48

**New BAW Filters Provide Greater Power Handling and High Rejection for Infrastructure Applications**

TriQuint has released three new bulk acoustic wave RF bandpass filters that can handle more power while providing greater temperature stability. 50

Frequency Planning Wizard for Determining Spurious Free Bandwidths ...

AWR announced RFP an innovative new frequency planning wizard within Visual System Simulator that enables engineers to effortlessly and efficiently determine spurious free bandwidths when designing complex radio communications systems. 51

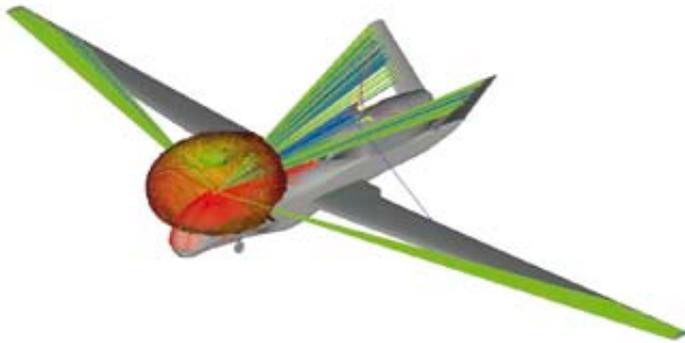
**Software:****HF-Prüfungs-Workflow für das Leiterplattendesign**

AWR Corporation und Zuken stellen AWR Connected für Zuken vor. Dieser Verifikations-Flow für HF-Leiterplatten vereinfacht das PCB-Design und verkürzt den Entwicklungszyklus. 45

Rubriken:

Aktuelles	3/6
Inhalt	4
Titelstory	8
Messtechnik	10
Applikationen	26
Grundlagen	29
Wireless	36
EMV	37
Produkt-Portrait	38
Bauelemente	40
Fachliteratur	42
Software	45
Elektromechanik	46
RF & Wireless	47
Bauelemente/Impressum	54

Weltweite Distributionsvereinbarung



Die Computer Simulation Technology AG (CST) und Delcross Technologies (Delcross) haben ein Distributionsabkommen vereinbart, das CST zum autorisierten Verkäufer von EMIT und Savant macht. Delcross' EMIT (Electromagnetic Interference Toolkit) und Savant können nun weltweit über alle CST-Ver-

triebskanäle ausgeliefert werden. Die Software wird vollständig von CSTs erfahrenem Team von Spezialisten für EMV supportet. EMIT analysiert Mehrfachantennen-Plattformen und stellt Interferenzen zwischen RF-Systemen und den Antennen dar. EMIT ist dazu fähig, Ausgangsdaten direkt von der CST Studio Suite und

gemeinsam mit anderen Daten, wie parametrischen Funkmodellen oder aktuellen Messergebnissen, eine komplette System-Level-Darstellung mit potentiellen Interferenzproblemen auszugeben. Obwohl das System lediglich simuliert wurde, können Strategien zum Abmildern der Interferenzeffekte innerhalb der Software generiert werden.

Savant sagt die Performance von Antennen, welche auf elektrisch großen Plattformen installiert wurden, voraus. Mit seiner Hardware und seinen algorithmischen Beschleunigungskomponenten kann Savant äußerst schnell die In-Situ-Antennenperformance über hunderte oder tausende von Wellenlängen hinweg ermitteln. Sowohl die Nahals auch die Fernfeld-Antennen-

daten von der CST Studio Suite lassen sich als Input für Savant nutzen, und zwar nicht nur zur Nah- und Fernfeldsimulation, sondern auch für Antennenkopplungssimulationen. Savant enthält eine Anzahl von advanced physischen Modellen einschließlich Creeping Wave, PTD Wedge Diffraction and Curved Surface Divergence Factor. Hinzu kommen Diagnose-Features, eingebaute Antennenmodelle und ein intuitives User Interface.

Mit EMIT und Savant ist CST nun in der Lage, die komplette Workflow-Lösung für das Antennendesign anzubieten. Ein Einführungs-Discount von 25% wird bis Ende Juli 2013 gewährt.

■ CST

www.cst.com

www.delcross.com

Abhörsicherer Telefonieren mit dem Smartphone

Rohde & Schwarz SIT stellt auf der CeBIT mit dem „TopSec Mobile“ seine neue Technologie für abhörsicheres Telefonieren vor. Der Clou: Die Nutzer können ihr Smartphone weiterbenutzen. Sie erhalten lediglich ein kleines Headset dazu, das über Bluetooth mit dem Smartphone verbunden wird und abhörsicheres Telefonieren garantiert. Die Eingabe der Nummer erfolgt dabei weiter über das Smartphone, und zwar wie gewohnt mittels eines virtuellen Tastenfelds über das Display. Dazu müssen die Nutzer lediglich eine App herunterladen. Das TopSec Mobile (= Top Security Mobile) ist mit iPhones und Android-Smartphones kompatibel, deckt also fast 90 Prozent des Marktes ab.

Während Internetverbindungen oft mit aufwändigen Sicherheitssystemen geschützt werden, lassen sich Handygespräche unter Umständen abhören. Dennoch werden tagtäglich selbst vertraulichste Informationen über Handygespräche ausgetauscht. Im internationalen Wettbewerb um Ideen und Technologien wird aber mit immer härteren Bandagen gekämpft. Für Volkswirtschaften wie die Bundesrepublik, deren Wohlstand auf ihrem Innovationsvorsprung beruht, ist der Schutz der Kommunikationswege deshalb eine Frage von existenzieller Bedeutung. Spezielle



Krypto-Telefone konnten sich aber nicht auf breiter Front etablieren: Führungskräfte boykottieren häufig das unpraktische Spezialtelefon und benutzen lieber ihr eigenes multifunktionelles Smartphone.

Rohde suchte deshalb nach einer Lösung, die diesen Gewohnheiten gerecht wird und trotzdem für 100-prozentige Sicherheit sorgt. Das Ergebnis ist das TopSec Mobile. Welchen der Kanäle man nutzt – den sicheren für berufliche Telefonate oder den offenen für private – entscheidet man beim Wählen. Das Smartphone

kann jederzeit gegen ein neues ausgetauscht werden, ohne dass Änderungen beim Krypto-Headset nötig sind.

Um einen abhörsicheren Anruf zu starten, muss der Nutzer lediglich die App öffnen, den Kontakt aus dem Telefonbuch auswählen und die Krypto-Anruftaste betätigen. Der Angerufene nimmt den Anruf über die Taste an seinem Krypto-Headset an, und die abhörsichere Verbindung steht. Der Vorteil gegenüber Sicherheitslösungen auf dem Smartphone selbst: Diese können durch andere Apps ganz leicht angegriffen werden. Beim TopSec Mobile erfolgt hingegen die Verschlüsselung auf dem separaten Gerät, das von Anwendungen auf dem Smartphone nicht korrumpiert werden kann. Das Smartphone dient also lediglich zur Übertragung der Daten, nicht zur Verschlüsselung. Die für das Wählen nötige App „TopSec Phone“ ist im App Store und bei Google Play erhältlich.

Auf Wunsch kann zudem der Rohde & Schwarz VoIP-Server genutzt werden, um das aufwändige Einrichten des VoIP-Servers eines externen Anbieters zu umgehen.

■ Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

www.rohde-schwarz.com

I/Q MIXERS

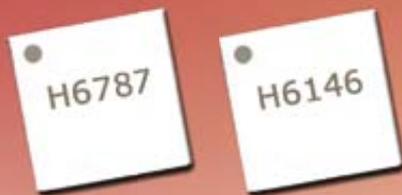
Ideal for Point-to-Point & Point-to-Multi-Point Radio Applications

Analog, Digital & Mixed-Signal
ICs, Modules, Subsystems & Instrumentation

I/Q Upconverters

HMC6787ALC5A 37 - 40 GHz

HMC6146BLC5A 40 - 44 GHz



- ◆ High Conversion Gain: 10 dB to 12 dB
- ◆ Excellent Sideband Rejection: 17 dBc to 25 dBc
- ◆ High Output IP3: +27 dBm
- ◆ 2LO to RF Isolation: 15 dB

I/Q Downconverter

HMC6147ALC5A 37 - 44 GHz



- ◆ High Conversion Gain: 13 dB
- ◆ Excellent Image Rejection: 25 dBc
- ◆ High Input IP3: <2 dBm
- ◆ Low Noise Figure: <3.5 dB

I/Q UPCONVERTERS

	Part Number	RF Frequency (GHz)	Function	IF Frequency (GHz)	Conversion Gain (dB)	Sideband Rejection (dBc)	OIP3 (dBm)
NEW!	HMC6787ALC5A	37 - 40	I/Q Upconverter	DC - 4	10	17	27
NEW!	HMC6146BLC5A	40 - 44	I/Q Upconverter	DC - 4	12	25	27

I/Q DOWNCONVERTERS

	Part Number	RF Frequency (GHz)	Function	IF Frequency (GHz)	Conversion Gain (dB)	Noise Figure (dB)	Image Rejection (dBc)	IIP3 (dBm)
NEW!	HMC6147ALC5A	37 - 44	I/Q Downconverter	DC - 4	13	3.5	25	2

I/Q MIXERS / IRM

	Part Number	RF Frequency (GHz)	Function	IF Frequency (GHz)	Conversion Gain (dB)	Image Rejection (dBc)	IIP3 (dBm)
NEW!	HMC1056LP4BE	8 - 12	I/Q Mixer	DC - 4	-8	25	18
NEW!	HMC1063LP3E	24 - 28	I/Q Mixer	DC - 3	-9.5	21	17

Protokolltester um Testszenarien erweitert

Während Netzbetreiber weltweit ihre LTE-Netze ausrollen, verspricht bereits die nächste Generation LTE-Advanced dank Carrier Aggregation noch schnelleres mobiles Internet. Ab sofort unterstützt Rohde & Schwarz Entwickler von LTE-Advanced-fähigen Chipsets und von mobilen Endgeräten mit einer entsprechenden Testlösung.



Rohde & Schwarz hat dazu seinen R&S CMW500 Wideband Radio Communication Tester mit neuen Softwareoptionen für LTE-Advanced Downlink Carrier Aggregation ausgestattet. Mit Carrier Aggregation können Netzbetreiber Frequenzbänder verschiedener Bandbreiten flexibel kombinieren und ihr Spektrum noch besser nutzen. Die mobilen Endgeräte sind im LTE-Advanced-Netz im Downlink mit zwei Zellen gleichzeitig verbunden. So erreicht die erste Phase des Rollout von LTE-Advanced Carrier Aggregation mit 40 MHz Gesamtbandbreite eine sehr hohe Datenrate von bis zu 300 Mbps im Downlink. Bei heutigen LTE-Netzen sind maximal 20 MHz Bandbreite möglich.

Umfangreiche Tests

Mit dem R&S CMW500 können Entwickler für die Chipsets der Endgeräte von morgen die im LTE-Advanced Release zehn definierten Tests vornehmen. Dazu gehören Verifizierungstests am Physical Layer und Protocolstack sowie Durchsatztests.

Sämtliche für die Netzbetreiber möglichen Situationen sind im Labor konfigurierbar: Es lassen sich alle Kombinationen von

definierten Bändern und Bandbreiten für LTE-Advanced mit zwei Downlink-Carriern inklusive MIMO 2x2 und 4x2 testen. Der R&S CMW500 emuliert die zwei dabei beteiligten Zellen im LTE-Advanced-Netz.

Verifizieren von Endgeräten

Durch die Kombination zweier R&S CMW500 lässt sich auch das Handover innerhalb von LTE-Advanced-Netzen testen. So können Entwickler das Verhalten von Endgeräten verifizieren, die sich in einem LTE Rel. 10 Netz mit kontinuierlicher Abdeckung durch Downlink-Carrier Aggregation bewegen. Die Lösung richtet sich nicht nur an die Chipset-Hersteller, sie unterstützt auch Entwickler von mobilen Endgeräten dabei, LTE-Advanced-fähige Chipsets in ihre Produkte zu inte-

grieren. Netzbetreiber können damit Endgeräte-Akzeptanztests durchführen.

Unkomplizierte Erweiterung

Anwender, die die Multi-standard-Testplattform R&S CMW500 bereits als Protokolltester für LTE und WCDMA nach Release 8 und 9 im Einsatz haben, können ihr Gerät unkompliziert für LTE-Advanced Carrier Aggregation erweitern. Und auch frühere digitale Mobilfunkstandards wie GSM und WCDMA beherrscht das Gerät, sodass es bestens für InterRAT-Handover-Simulationen geeignet ist.

Die Software-Optionen für LTE-Advanced Downlink Carrier Aggregation R&S CMW KP594, -KF513 und -KF514 sind jetzt bei Rohde & Schwarz erhältlich. ◀

Rohde & Schwarz
GmbH & Co. KG
www.rohde-schwarz.com



CERAMIC FILTERS

LOW PASS BANDPASS HIGH PASS

45 MHz to 15 GHz from **99¢***
ea. qty. 3000

* Stückpreis bei Abnahme von 3000 Stück ohne EG-Einfuhrabgabe und Mehrwertsteuer

185

Über **185** Modelle ... mit Abmessungen von nur 0,12 x 0,06". Diese kleinen, hermetisch versiegelten Filter verwenden unsere hochentwickelte Low Temperature Co-fired Ceramic-Technologie (LTCC), die für hervorragende thermische Stabilität, hohe Zuverlässigkeit und sehr niedrige Kosten sorgt und dadurch zu einem Muss für Ihre Systemanforderungen wird. Besuchen Sie unsere Website, um ein Modell auszuwählen. Sehen Sie sich die kompletten Leistungskurven, Datenblätter, Platinen-Layouts und alles weitere an, um Ihre Wahl treffen zu können. Sie können auch direkt von unserem Web-Store aus bestellen, um Ihre Filter noch schneller zu bekommen.

Jetzt erhältlich in Kleinmengen-Reels ohne Zusatzkosten:

Standardmengen von 20, 50, 100, 200, 500, 1000 oder von 2000 Stück. Sparen Sie damit Zeit, Geld und Lagerplatz!

Mini-Circuits... wir definieren Wert neu!

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS9100

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly • For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

U.S. Patents
7739260, 7761442

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS



Wild Card KWC-LHP LTCC Filter Kits nur \$98



Wählen Sie acht beliebige LFCN- oder HFCN-Modelle, Sie bekommen von jedem fünf Baumuster, insgesamt also 40 Filter.

RoHS compliant U.S. Patents 7,760,485 and 6,943,646

504 Rev B

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL GMBH
ELECTRONICS

D-65760 Eschborn, Germany
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929
www.industrialelectronics.de
info@industrialelectronics.de

Mini-Circuits Europe

Registered in England No 1419461
Wharf Road, Frimley Green Camberley, Surrey GU16 6LF, England
Tel 0044-1252-832600 Fax 0044-1252-837010

municom®

D-83278 Traunstein, Germany
Tel. 0049-861-16677-0 Fax 0049-861-16677-88
info@municom.de www.municom.de

Felddämpfungsmessungen unter Verwendung einer externen Signalquelle

Will man die Charakteristik der Funkbedingungen im Freifeld oder in einem reflexionsarmen Raum bestimmen, misst man hierzu die Felddämpfung.

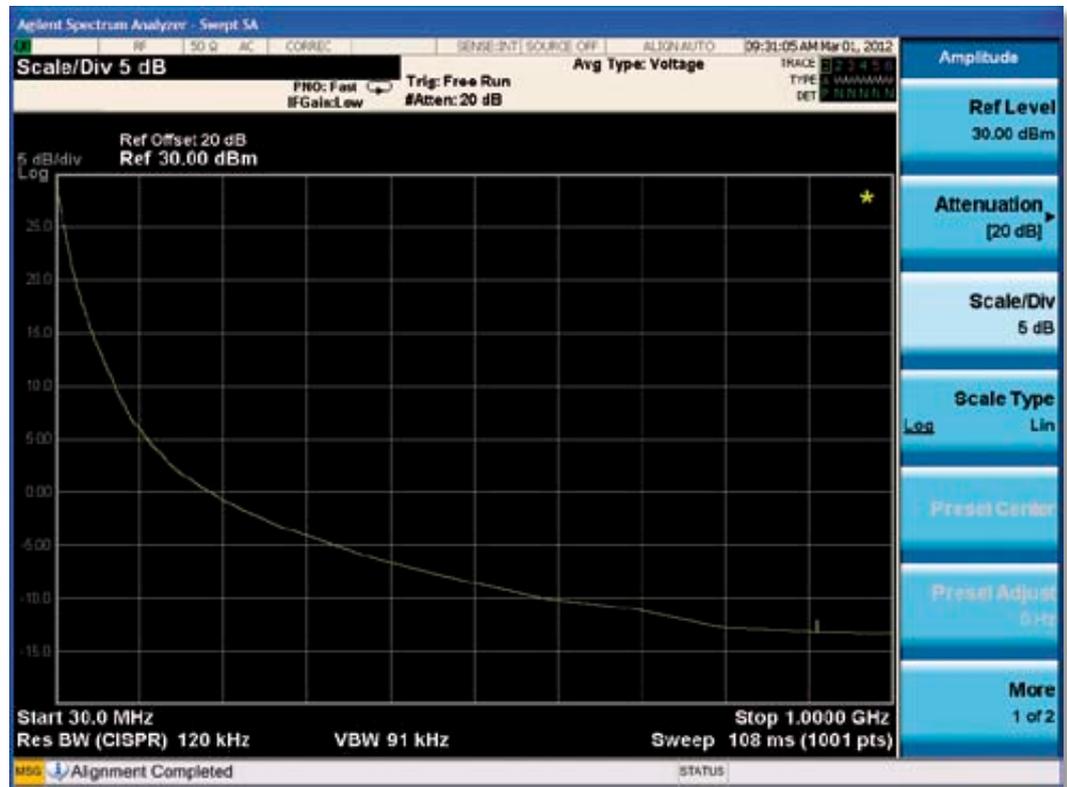


Bild 1: Idealer Verlauf der normalisierten Freifelddämpfung von 30 MHz bis 1 GHz.

Man braucht für diese Messung eine Signalquelle mit einer Sendeantenne und einen Messempfänger (oder Spektrumanalysator) mit Empfangsantenne. Beide Geräte stimmt man simultan in Schritten über den interessierenden Frequenzbereich hinweg durch und erhält so einen Satz Messwerte des betreffenden Funkumfelds. ANSI C63.4 beschreibt die Durchführung einer solchen Felddämpfungsmessung (NSA, Normalized Site Attenuation), wobei der Spektrumanalysator die Signalquelle (fern-)steuert.

Heutige reflexionsarme Räume sind so konstruiert, dass sie Freifeldbedingungen simulieren. Man prüft ihre Charakteristik in zwei Schritten. Zunächst verbindet man die beiden Antennenkabel von Signalquelle und Prüfeempfänger direkt miteinander und führt dann eine Messreihe durch, bei der die Frequenzen der einzelnen Messpunkte jeweils etwa 10% auseinanderliegen. Danach misst man die gleichen Frequenzen über die Antennen. Die Messwerte mit direkter Kabelverbindung bezeichnet man als "VDirekt", die entsprechenden Messwerte über Antenne als "VRaum". Der ANSI-Standard erlaubt eine maximale Abweichung von ±4 dB vom idealen Dämpfungsverlauf. ANSI C63.4 enthält die Dämpfungswerte

eines idealen Raums als Tabelle, sie sind in Bild 1 grafisch dargestellt.

Die zugehörige Formel lautet:

$$A_N = V_{\text{Direkt}} - V_{\text{Raum}} - A_{\text{FR}} - A_{\text{FT}} - \Delta A_{\text{FTOT}}$$

hierbei ist

- A_N = normalisierte Felddämpfung
- A_{FT} = Antennenfaktor der Sendeantenne (dB/m),
- A_{FR} = Antennenfaktor der Empfangsantenne (dB/m),
- A_{FTOT} = Impedanzkorrekturfaktor (dB).]
- ΔA_{FTOT} wird für einen Antennenabstand von 10 m mit 0 angenommen.

Der Empfänger steuert die externe Signalquelle fern und kann so das Messsystem über den gesamten interessierenden Frequenzbereich hinweg durchstimmen. Die Funktion "Spitzenwert halten" des Empfängers hält den jeweiligen Maximalwert des Empfangspegels fest. Zur Ermittlung der Charakteristik des Funkumfelds variiert man die Höhe der Empfangsantenne von 1 bis 4 Metern über dem Boden. Die Antennendämpfung wird aus den Messwerten herausgerechnet, das Ergebnis wird auf den Pegel der direkten Messung normalisiert.

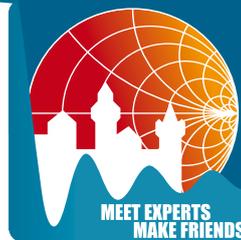
Dennis Handlon
Michele Lupo
Agilent Technologies
www.agilent.com

SIX DAYS

THREE CONFERENCES

ONE EXHIBITION

EUROPEAN MICROWAVE WEEK 2013
NÜRNBERG NCC, GERMANY,
OCTOBER 6 - 11, 2013



**EUROPEAN
MICROWAVE** WEEK
NCC NUREMBERG, GERMANY
6-11 OCTOBER 2013
www.eumweek.com

EUROPE'S PREMIER MICROWAVE, RF, WIRELESS AND RADAR EVENT

EuMW2013 will be held for the first time at the Nürnberg Convention Center (NCC) in the beautiful city of Nuremberg. Bringing industry, academia and commerce together, European Microwave Week 2013 is a SIX day event, including THREE cutting edge conferences and ONE exciting trade and technology exhibition featuring leading players from across the globe.



The Exhibition (8th – 10th October 2013)

- 7,500 sqm of gross exhibition space
- 5,000 key visitors from around the globe
- 1,700 - 2,000 conference delegates
- In excess of 250 exhibitors

The Conferences:

- European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC) 6th – 8th October 2013
- European Microwave Conference (EuMC) 6th – 10th October 2013
- European Radar Conference (EuRAD) 9th – 11th October 2013
- Plus, Workshops and Short Courses (From 5th October 2013)

Plus a one day Defence and Security Conference

EuMA
European Microwave Association

Official Publication:



Organised by:



Supported by:



Co-sponsored by:



Co-sponsored by:



The 10th European Radar Conference

Co-sponsored by:



The 43rd European Microwave Conference

Co-sponsored by:



The 8th European Microwave Integrated Circuits Conference

Co-sponsored by:



Interested in exhibiting?

Call +44(0) 20 7596 8742 or visit www.eumweek.com

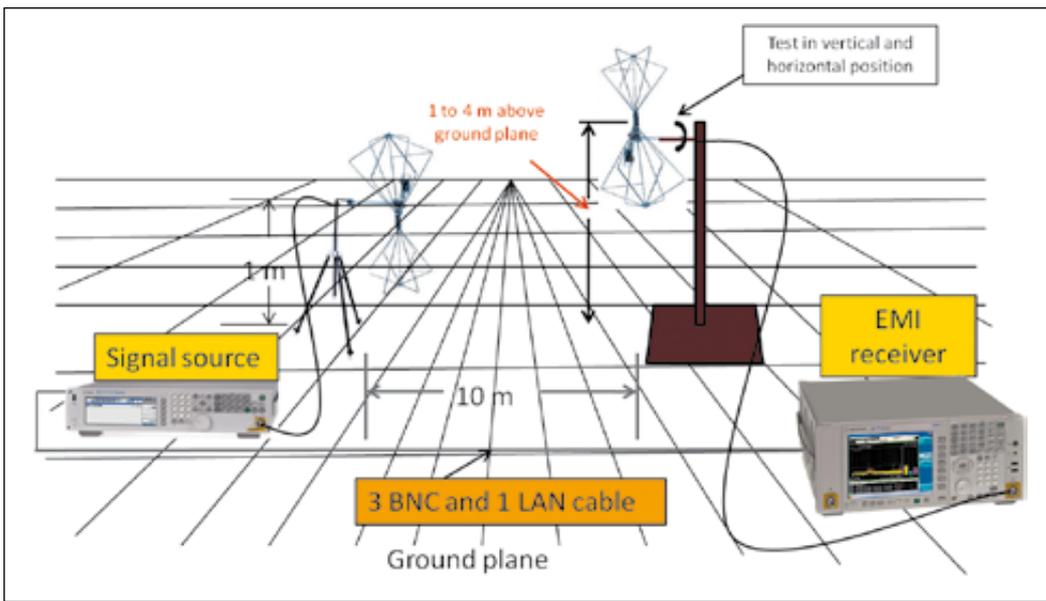


Bild 2: Typischer Messaufbau mit externer Signalquelle.

Ein verbesserter Ansatz zur Messung der Felddämpfung

Weil die Signalquelle vom Empfänger getrennt ist (anders als bei einem Signalanalysator mit eingebauter Signalquelle) kann man die Signalquelle direkt neben die Sendeantenne stellen. Das

sorgt für kurze HF-Kabelwege, reduziert die Kabeldämpfung und verbessert so das Signal-Rauschverhältnis der Messung.

Diese geringe Kabeldämpfung hat man natürlich auch, wenn man die Kabel direkt miteinander verbindet, denn es sind ja die gleichen kurzen Kabel.

Hat man die Direktverbindung durchgemessen und die Messwerte zwecks Normalisierung in die Korrekturtabelle eingegeben, kann man die beiden Kabel mit den Antennen verbinden, die 10 m voneinander entfernt angeordnet sind. Bild 2 zeigt den typischen Messaufbau mit Quelle und EMV-Empfänger.

Das Strahlungszentrum der Sendeantenne liegt 1 Meter über dem Boden. Die Empfangsantenne wird während der Messung von 1 Meter über dem Boden auf 4 Meter angehoben. Signalquelle und Messempfänger werden über den Frequenzbereich hinweg durchgestimmt, für den die Antennen gebaut und kalibriert sind.

Eine korrekte Kalibrierung der Antennen ist wesentlich, das heißt, die kalibrierten Antennenfaktoren nach Herstellerangabe müssen sehr nah an der tatsächlichen Beziehung zwischen dem Feld in Antennenebene und der Ausgangsspannung der Antenne bei der entsprechenden Frequenz liegen. Bei fehlerhafter Kalibrierung können die kompensierten Messwerte zu weit von der theoretischen Felddämpfung abweichen. Maximal zulässig ist eine Abweichung von ± 4 dB.

Technische Voraussetzungen

Beim Einsatz einer externen Signalquelle braucht man einige Verbindungen zwischen Messempfänger und Signalquelle. Zunächst müssen die Frequenzreferenzen beider Geräte miteinander verbunden werden, damit die Frequenznachführung funktioniert. Die Datenverbindung zwischen Signalquelle und Empfänger kann man über USB, GBIP oder LAN realisieren. Im vorliegenden Fall wird LAN eingesetzt, hierüber laufen Informationen über Anfangs-/Endfrequenzen und Pegel. Weitere Verbindungen sind denkbar, etwa zur Übertragung eines Triggersignals zur Synchronisierung des Frequenzwechsels.

Die nächste Überlegung betrifft die bei der Messung verwendete Auflösungsbandbreite. Es ist wichtig, dass es im Datensatz keine Frequenzlücke gibt. Ist die Auflösungsbandbreite kleiner als die jeweiligen Frequenzschritte, kann man Dropouts oder Signalspitzen verpassen. Im vorliegenden Fall wird mit 1601 Frequenzschritten gearbeitet.



Bild 3: Die gelbe Kurve zeigt das Grundrauschen, die blaue Kurve das korrigierte Grundrauschen

Korrektur der Antennenfaktoren

Moderne Signalanalysatoren oder EMV-Messempfänger können den Frequenzgang von Breitbandantennen kompensieren. Die Antennenhersteller stellen hierzu Kalibrierdaten für die Antennen bereit, die man dann in eine Korrekturtabelle einträgt. Für Felddämpfungsmessungen braucht man zwei Antennen, also addiert man am sinnvollsten die Korrekturfaktoren beider Antennen und trägt jeweils die Summe in die Korrekturtabelle ein. Damit hat man dann gleich beide Antennen korrigiert. Typische Korrekturfaktoren für Breitbandantennen liegen zwischen 7 und 25 dB. Bei zwei Antennen kommt man also auf Faktoren zwischen 14 und 50 dB. Um die Anforderungen für eine Felddämpfungsmessung einzuhalten, müssen die Korrekturfaktoren für die verwendeten Antennen so genau wie möglich angegeben werden. Bild 3 zeigt den Gesamtkorrekturfaktor für beide Antennen (blaue Linie).

Das korrigierte Grundrauschen besteht aus dem eigentlichen Grundrauschen plus der Korrekturfaktoren der beiden Antennen.

Man stellt den Signalanalysator auf "Spitzenwert halten" und fährt die Empfangsantenne in horizontaler Polarisation langsam von 1 auf 4 Meter über dem Boden hoch. Auf diese Weise erhält man eine korrigierte Messkurve, welche die Felddämpfung über den interessierenden Frequenzbereich hinweg zeigt.

Wahl der richtigen Bandbreite

Bezüglich der Zahl der Messpunkte, der Empfindlichkeit und dem Dynamikbereich muss man einen Kompromiss schließen. Mit der richtigen Bandbreite fängt man zumindest einige Probleme ab, die durch diesen Kompromiss entstehen. Um keine Dropouts und Signalspitzen zu verpassen, sollte die Bandbreite mindestens 700 kHz betragen. Mit externer Signalquelle hat man maximal 1601 Messpunkte.



Bild 4: Zulässige Abweichungen der normalisierten Felddämpfung.

Der kleinste Frequenzschritt beträgt 605 kHz, also hat man eine Bandbreite pro Messpunkt. Die Videobandbreite sollte mindestens gleich der Auflösungsbandbreite sein.

Normalisierung einer Durchgangsmessung

Das Kabel zur Sendeantenne wird mittels eines hochwertigen Steckadapters (mit sehr niedriger Dämpfung) direkt mit dem Kabel zur Empfangsantenne verbunden. Dann misst man mit der externen Signalquelle und dem Empfänger den Frequenzgang der beiden Kabel. Die Amplitudenwerte über der Frequenz sind eine Extraktion aus den Korrekturwerten der Antennen bei einer Feldmessung.

Grenzwerte der normalisierten Felddämpfung

Bild 4 zeigt die Grenzen der zulässigen Abweichung von der theoretischen normalisierten Felddämpfung, die (wie oben geschrieben) ± 4 dB beträgt. Die beiden dargestellten Kurven stellen die obere und die untere

Grenze des zulässigen Bereichs dar, bei der Messung der normalisierten Felddämpfung sollen möglichst alle Messwerte zwischen den beiden Kurven liegen.

Messungen vor Ort

Nachdem nun die Antennen positioniert sind und der Frequenzbereich korrekt für die verwendeten Breitbandantennen eingestellt ist, kann die eigentliche Messung beginnen. Die Antennen werden horizontal montiert. Die Empfängerantenne wird langsam von 1 Meter auf 4 Meter über dem Boden hochgefahren. Der gewählte Frequenzbereich wird sehr viel schneller abgefahren als die Antenne bewegt wird, somit hat man mindestens 20 Durchläufe, bis die Antenne ganz oben ist. Der Empfänger ist auf "Spitzenwert halten" eingestellt, so dass nur jeweils der höchste gemessene Wert auf dem Bildschirm dargestellt wird. Diese Maximalwerte entsprechen dem jeweils höchsten Empfangspegel, und der wiederum besteht aus einer Kombination des direkt in der Sichtlinie empfangenen Signals und reflektierter Signale. Die Messung der theoretischen

normalisierten Felddämpfung berücksichtigt Reflexionen vom Boden, Reflexionen von den Dämpfungselementen an Wänden oder der Decke sind nicht einkalkuliert.

Außerhalb von Gebäuden hat man diese anderen Reflexionen normalerweise nicht, es sei denn, es befände sich eine reflektierende Fläche im Funkfeld.

Umgang mit den Messwerten

Die Messkurve in Bild 5 zeigt den Verlauf des maximalen Signalpegels. Weil diese Messung in einem reflexionsarmen Raum stattgefunden hat, finden sich keine Fremdsignale, welche die Messkurve überlagern. Es muss nochmals betont werden, dass die Daten nach den beiden verwendeten Messantennen korrigiert werden müssen, und zwar so genau wie irgend möglich. Ein oder zwei dB Fehler bei den Korrekturfaktoren schlagen in voller Höhe auf die Messwerte durch.

Die Messdaten werden als csv-Datei gespeichert und dann wie in Bild 5 dargestellt. Die csv-Datei ermöglicht eine gezielte

Untersuchung einzelner Messpunkte.

Mit der Normalisierung ist die systembedingte Messabweichung durch das Messsystem heraus gerechnet, denn diese findet sich ja sowohl in der Direktmessung als auch in der eigentlichen Messung. Nicht-systembedingte Fehler wie Drift und Alterung kann die Normalisierung nicht kompensieren, man kann diese Effekte mit einer hinreichend langen Warmlaufphase der Messapparatur zum großen Teil vermeiden.

Vergleich mit der theoretischen Felddämpfung

Die theoretische Felddämpfung für einen idealen Standort besteht aus einer Gruppe von Normwerten für bestimmte Frequenzen, die man als Kurve ausplotten kann. Die gezeigten Daten stammen aus einem Raum von 10 Metern. Der Sendepiegel war so eingestellt, dass die Dämpfung bei höheren Frequenzen immer noch über dem Antennenkorrekturfaktor lag. Beispiel: Bei 900 MHz betrug



Bild 5: Anzeige der normalisierten Messdaten.

der Korrekturfaktor für beide Antennen 49,8 dB und die theoretische normalisierte Dämpfung des Messorts -12,8 dB. Der Gesamtsendepegel musste daher

über dem korrigierten Rauschpegel liegen, damit man eine genaue Pegelmessung bekam, ohne dass das Rauschen das Messsignal beeinflusste.

Die Signale in der Kurve in Bild 5 wurden mithilfe der Markerfunktion gemessen und dann in Tabelle 1 eingetragen. Die digitale Zwischenfrequenzstufe des Signalanalysators oder EMV-Messempfängers erlaubt das Ablesen des korrekten Messwerts unabhängig davon, wo diese auf dem Bildschirm dargestellt werden. Selbst wenn ein Messwert nicht mehr korrekt ausgeplottet wird, weil er oben über den Bildschirm hinausragen müsste, kann man seinen Wert dennoch genau ablesen.

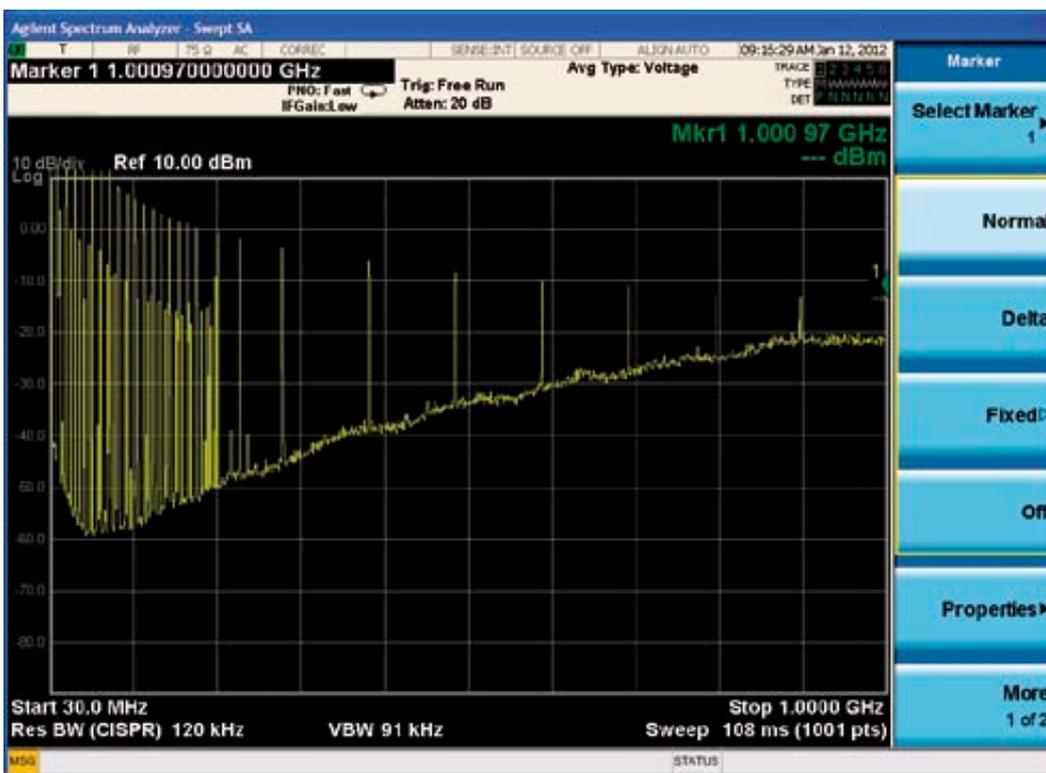


Bild 6: Messung an festen vorgegebenen Frequenzen wie in ANSI-C 63.4 beschrieben

Felddämpfungsmessungen über 1 GHz

Dieser Artikel beschäftigt sich mit Dämpfungsmessungen zwischen 30 MHz und 1 GHz. Wenn man bei höheren Frequenzen misst, ist es sogar noch wichtiger, mit kurzen Kabeln Dämpfung zu sparen, das heißt: Sender und Empfänger so nah an die Antennen heranzurücken wie möglich. Wenn man bei diesen hohen Frequenzen zusätzliche Verstärker braucht, müssen diese in die Gesamtkompensation mit einbezogen werden. Man muss hierbei die Abhängigkeit

Frequenz	Theoretischer Wert in dB	Messwert in dB
30 MHz	29,8	29,7
40 MHz	24,9	25,1
50 MHz	21,1	20,9
60 MHz	18,1	18
70 MHz	15,5	15,6
80 MHz	13,3	13,5
90 MHz	11,4	11,6
100 MHz	9,7	11,3
110 MHz	8,3	8,1
120 MHz	7,0	6,6
130 MHz	5,9	5,7
140 MHz	4,8	4,6
150 MHz	3,9	3,8
160 MHz	3	2,8
170 MHz	2,4	2,1
180 MHz	1,7	1,5
190 MHz	1,2	1,0
200 MHz	0,6	0,4
250 MHz	-1,6	-1,8
300 MHz	-3,3	-3,5
400 MHz	-5,9	-6,3
500 MHz	-7,9	-8,3
600 MHz	-9,5	-10,1
700 MHz	-10,8	-11,0
800 MHz	-12,0	-12,7
900 MHz	-12,8	-13,1
1 GHz	-13,8	-13,3

Tabelle 1: Theoretische und gemessene NSA-Werte bei festen Frequenzen.

der Verstärkung von der Frequenz im Auge behalten. Die Charakterisierung kann man mit einem Netzwerkanalysator durchführen. Das Verfahren entspricht dem oben dargestellten: Man bestimmt zunächst mit der externen Signalquelle die Charakteristik des Messaufbaus und trägt die ermittelten Ergebnisse in die Korrekturtabellen ein, die in den meisten EMV-Messempfänger oder Signalanalytoren verfügbar sind.

Mit zunehmender Messfrequenz spielt das eine immer größere Rolle. Der Signalanalysator steuert Frequenz und Pegel der Signalquelle. Der ideale Signalpegel über den interessierenden Frequenzbereich ist für die Felddämpfungsmessung enorm wichtig. Wie oben dargestellt, muss man hier einen Kompromiss zwischen Rauschen, Signalpegel und Bandbreite eingehen.

Zusammenfassung

Mit einer externen Signalquelle, die von einem Signalanalysator gesteuert wird, funktionieren Felddämpfungsmessungen besser als früher. Weil die Signalquelle nah an der Sendeantenne angeordnet ist, ist das Antennenkabel kürzer und weist daher eine geringere Dämpfung auf.

Die Einzelmessungen müssen einander etwas überlappen, das ist bei der Wahl der Messpunkte zu beachten. Es wird empfohlen, den Signalpegel mindestens 8 bis 10 dB über dem Rauschen zu wählen, daraus ergibt sich die Notwendigkeit, eine passendes Bandbreiten/Signal-Verhältnis einzustellen, damit der Eingangsmischer des Messempfängers oder Signalanalytators nicht übersteuert wird. ◀

BESTE VERBINDUNGEN FÜR IHREN ERFOLG



Mehr als 50 Jahre Erfahrung auf dem Gebiet der koaxialen Steckverbindungen. **Mehr** als 1.500 Katalogprodukte, die wir ab Lager innerhalb von 24h liefern. Und wenn Sie für Ihre Anforderungen **mehr** brauchen: **Mehr** Beratung und **mehr** Service rund um Ihre Individuallösung. All das macht Telegärtner für immer **mehr** Unternehmen zur ersten Wahl, wenn es um HF-Steckverbinder geht.

Telegärtner Coax: Mehr Vielfalt. Mehr Sicherheit. Mehr Erfolg.



Coax **HF-Komponenten**
HF-Steckverbinder, HF-Adapter, Kabelkonfektionierung

TDD-FDD-Handover mit LTE-Kapazitätstest

Aeroflex Ltd. gab bekannt, dass sein E500 LTE Capacity Test System das erste Kapazitätstestsystem sei, das Datendienste zwischen TDD- und FDD-Netzwerken übergibt.

Netzwerkbetreiber weltweit nehmen bereits Dual-Standardnetzwerke in Betrieb, die Teil des schnellen Ausbaus von TD-LTE-(LTE-TDD-)Netzwerken sind. Für Betreiber und Ausrüster ist das Handover des E500 zum Testen von TDD/FDD-Netzwerken wichtig.

Das Aeroflex E500 LTE-Kapazitätstestsystem bestätigt den Betrieb und die Leistungsfähigkeit von Netzwerken, bevor diese in den Feldeinsatz gehen. Das System simuliert Hunderte bis Zehntausende UEs (User Equipment) im Netzwerk, von denen jedes unterschiedliche Funk-Fadingprofile mit verschiedenen Datendiensten in einer Mehrzellenumgebung emuliert.

Das E500 nutzt Aeroflex' TM500 Test-Mobile-Plattform, die De-facto-Standardtesteinrichtung für



LTE- und LTE-A-Basisstations- und Netzwerktests. Zusammengeführte TDD/FDD-Netzwerke erlauben den Mobilfunkbetreibern, die Investitionen in ihr Spektrum zu maximieren und den Kunden beste Qualität zu bieten. Obwohl der TD-LTE-Markt vor allem durch China getrieben wird, finden sich auch in Brasilien, Japan und Saudiarabien immer mehr LTE-TDD-Netzwerke. Betreiber in Polen, Schweden und den USA installieren Dual-Standard-FDD- und TDD-LTE-Netzwerke.

Laut ARCchart bieten bereits mehr als 50 Mobilfunkbetreiber weltweit TDD-Technologie für LTE. Die Zahl der TD-LTE-Teilnehmer soll bis zum Jahr 2017 an die 500 Millionen erreichen. Die meisten TD-LTE-kompatiblen Mobilfunkgeräte, die neu in den Handel kommen, unterstützen laut ARCchart bereits FDD und TDD. Das Wachstum in diesem Markt wird vor allem durch die große Verfügbarkeit an ungepaartem Spektrum für die TDD-Nutzung sowie die geringeren Einrichtungskosten für die TDD-Technologie vorangetrieben.

■ *Aeroflex Ltd.*
www.aeroflex.com

Durch Optionen zum Echtzeit-Spektrumanalysator

Mit einer Erweiterung durch Optionen kann aus einem PXA-Signalanalysator N9030A ein Echtzeit-Spektrumanalysator werden. Hervorragend eignet sich diese Messmethode in der Radartechnik, Mobilkommunikation, Satelliten- und Wehrtechnik, Spektren daraufhin zu kontrollieren, ob z.B. bei einem Frequenz-Hopping-Verfahren auf die richtigen unterschiedlichen Frequenzbänder gesprungen wird oder wie die richtige Abfolge der angesprungenen Frequenzbereiche den Vorgaben entspricht. Auch können sporadisch auftretende Frequenzänderungen erfasst und analysiert werden.

Diese Analysen lassen sich mit bis zu 50 GHz durchführen, wobei das jeweils untersuchte maximale Frequenzfenster je nach Option entweder 85 oder 160 MHz betra-

gen kann. Die minimale Zeit, in der das zu beobachtende Signal anstehen muss, beträgt 3,57 μ s. Rekordverdächtig ist nicht nur diese minimale Beobachtungszeit, die POI (Probability of Intercept), sondern auch die Empfindlichkeit von -157 dBm bei 10 GHz (ohne Vorverstärker) und einem verzerrungsfreien Dynamikbereich von 75 dB bei voller Bandbreite von 160 MHz. Dieses führt dazu, dass der Echtzeit-Spektrumanalysator sehr viele unterschiedliche Signale gleichzeitig erfassen kann. Um sehr eng benachbarte Signale auflösen zu können, lässt sich die Wobbelbandbreite variieren.

Wesentlich ist, dass diese Optionen nicht nur bei Neubestellungen möglich sind, sondern auch bereits ausgelieferte Geräte

können mit dieser Option nachgerüstet werden.

In Verbindung mit der VSA-Software 89600 lassen sich die erfassten komplexen Signale mithilfe von Modulations-, Zeit- und Frequenzanalyse-Tools noch weiter analysieren. Über diese VSA-Software sind auch andere Signalgeneratoren (Arbiträr- und Vektor-Signalgeneratoren) ansprechbar, und einmal aufgenommene Signale lassen sich reproduzieren und als Stimulus für Systemtests nutzen. Auch Manipulationen an diesen Stimuli sind möglich, um die Toleranzgrenzen des zu testenden Systems auszuloten.

■ *dataTec GmbH*
info@datatec.de
www.datatec.de

Die neuesten drahtlosen Kommunikationslösungen von Microchip erlauben eine schnelle Entwicklung von Bluetooth® und Wi-Fi® Verbindungen.



Microchips Bluetooth®- und Wi-Fi®-Module sind bereits mit Software-Stacks ausgestattet und tragen damit zur Verkürzung der Produktentwicklungszeit bei.

RN171- und RN131-Wi-Fi-Module

Microchip verfügt über ein umfassendes Portfolio an extrem energiesparenden 802.11-Konzepten für eingebettete Anwendungen. Ihr Formfaktor ist klein, sie sind reich an Funktionen und mit ihrer extrem niedrigen Leistungsaufnahme perfekt für mobile drahtlose Anwendungen geeignet.

- ASCII-Befehlsschnittstelle
- Extrem niedrige Leistungsaufnahme für Batterieanwendungen
- Drahtlose Firmware-Aktualisierung
- Unterstützung von SoftAP
- Schnittstelle über UART oder SPI-Slave
- Anwenderprogrammierbare GPIO und ADCs
- RTCC für Zeitmarkierung, Schlaf- und Weckzustand
- Adhoc- und Netzwerkinfrastrukturmodi
- Geschütztes Wi-Fi-Authentifizierungsschema

RN41 und RN42 Bluetooth-Module

Microchip bietet extrem energiesparende Bluetooth-Module von Roving Networks an. Diese Module stellen komplette, vollzertifizierte und einfach zu entwickelnde Bluetooth-Lösungen dar.

- Eingebetteter Bluetooth-Stack onboard
- Für Batterieanwendungen extrem niedriger Leistungsbedarf
- Auto-Suchfunktion / Pairing
- Unterstützung von Datenlinks zu iPhone / iPad / iPod
- Vollqualifiziert für Class 1, Class 2 Bluetooth 2.1 + EDR-Modul



Anwender von bereits vorhandenen Entwicklungsplatinen von Microchip können problemlos ab sofort die Evaluierung der RN131- und RN171-Wi-Fi-Module aufnehmen und die neuen RN131- und RN171- PICtail™-Platinen bestellen.

Bestellnummer:

RN-131-PICtail / RN-171-PICtail

**Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die Webseiten
www.microchip.com/wifi & www.microchip.com/bluetooth**



Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless

Hochspannungsprüfung – die erforderlichen Tests verstehen

Die Zertifizierung eines neuen Produktes nach den relevanten Sicherheitsnormen ist ein wesentlicher Bestandteil eines jeden Entwicklungsprozesses. Aber angesichts der Vielzahl von Normen benötigen Anwender manchmal Unterstützung hinsichtlich der Art und Durchführung der entsprechenden Tests. Dieser Artikel beschreibt einige der technischen Fragen an XP Power zu Hochspannungstests und den relevanten Normen.

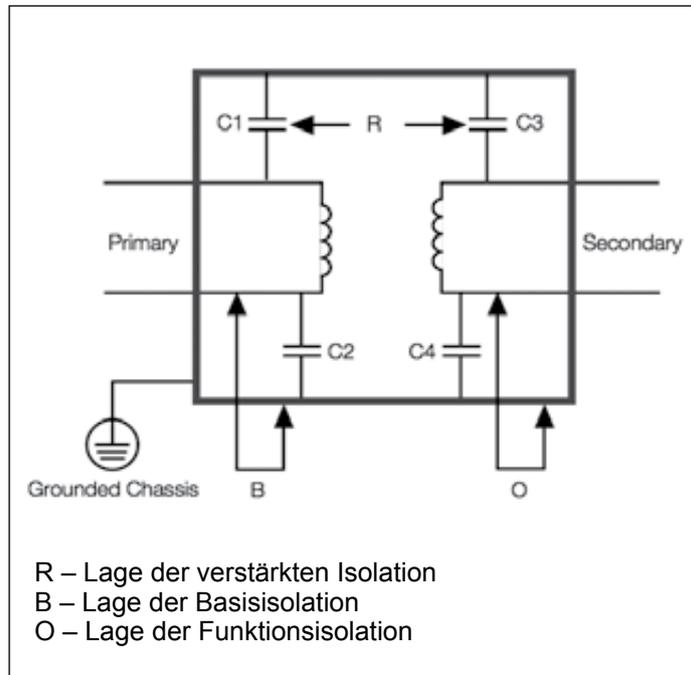


Bild 1: Typische Isolationsstrecken in einem Netzteil

Hochspannungsprüfung (HV-Test) an Endgeräten

Isolations- bzw. Hochspannungstests zwischen Primär und Sekundär werden typisch mit zwei verschiedenen Spannungen durchgeführt: 3 kVAC und 4 kVAC. Bei IT- und Industrie-Equipment, für das die Sicherheitsnorm IEC60950-1 gültig ist, wird bei AC/DC-Netzteilen in der Regel die Einhaltung einer Isolationsspannung von 3 kVAC zwischen Eingang und Ausgang gefordert. Die IEC61010, welche für Test- und Messgeräte gültig ist, fordert ebenfalls eine 3-kVAC-Isolation.

Medizingeräte unterliegen der IEC60601-1 und müssen, um diese zu erfüllen, eine Isolationsspannungsfestigkeit von 4 kVAC zwischen Eingang und Ausgang einhalten.

Bei der Durchführung von Hochspannungstests in Systemen kann es gelegentlich zu Missverständnissen kommen. Hierbei ist zu beachten, dass es zwei verschiedene Testversionen gibt. Dies

sind der Test zur Gerätesicherheit sowie die Prüfungen in der Fertigung. Fehlinterpretation der relevanten Normen kann daher zu Hochspannungstests mit zu hohen Prüfspannungen führen. Die entsprechenden Normen sagen aus, dass bei der Prüfung der Isolationsspannungsfestigkeit der doppelten bzw. verstärkten Isolation darauf zu achten ist, dass keine der Isolierungen mit niedrigerem Grad überbeansprucht wird.

Die 3-kVAC- bzw. 4-kVAC-Hochspannungsprüfung wird am Hauptübertrager außerhalb des Netzteils vorgenommen. Wenn die Prüfung mit diesen Spannungen am Fertigergerät durchgeführt wird, kommt es möglicherweise zu einem Isolationsfehler. Allerdings muss dies kein Ausfall der Isolationsbarriere zwischen Eingang und Ausgang sein, sondern es ist oft ein Ausfall der Basisisolation zwischen Eingang und Schutzleiter.

Mit der 1500-VAC-Prüfung werden im Netzteil die beiden Isolationsstrecken zwischen Eingang und Ausgang, sowie

zwischen Eingang und Schutzleiter geprüft.

Bei der Durchführung der Tests müssen bestimmte Voraussetzungen beachtet werden um sicherzustellen, dass das Gerät diese bestehen kann. Wenn diese Voraussetzungen nicht eingehalten werden, kann es zu „falschen“ Ausfällen und darüber hinaus zum Defekt des Gerätes kommen. Typischerweise können hierbei die Kondensatoren und / oder die Isolation, welche zwischen Eingang bzw. Ausgang zum Schutzleiter eingebaut sind, beschädigt werden. Auch können eingangsseitig platzierte MOSFETs und Bauteile zur Surfestigkeit geschädigt werden.

Eine aktuelle Anfrage an das XP-Power-Applikationsteam verdeutlicht den Punkt der Tests mit den korrekten Prüfspannungen: Ein Gerät aus unserer flexPowerserie, welche sowohl nach der IEC60950-1 als auch der IEC60601-1 zertifiziert sind, wurde einem Hochspannungstest zwischen Eingang und Ausgang mit 4242 VDC (der äquivalenten DC-Spannung von 3000 VAC) unterzogen. Dabei kam es zu einem Durchschlag zwischen Eingang und Chassis. Dies war nicht überraschend, da die Isolation zwischen Eingang und Chassis für ein Maximum von 1500 VAC (2121 VDC) ausgelegt ist und bei dem durchgeführten Test überbeansprucht wurde. Zur Prüfung kann entweder der Übertrager aus dem Gerät entfernt und mit 3000 VAC separat geprüft oder das Gerät aus dem Chassis ausgebaut, sowie alle Y-Kondensatoren entfernt werden. Dann wird es den Hochspannungstest mit 3000 VAC (4242 VDC) zwischen Eingang und Ausgang bestehen.

Diese Punkte stellen bei Schutzklasse-I-Anwendungen, bei denen Schutzerde verwendet wird, um sicheren Betrieb zu gewährleisten, ein Problem dar. In Geräten der Schutzklasse II

Kent Smith
 Applications Engineer
 XP Power
 www.xppower.com

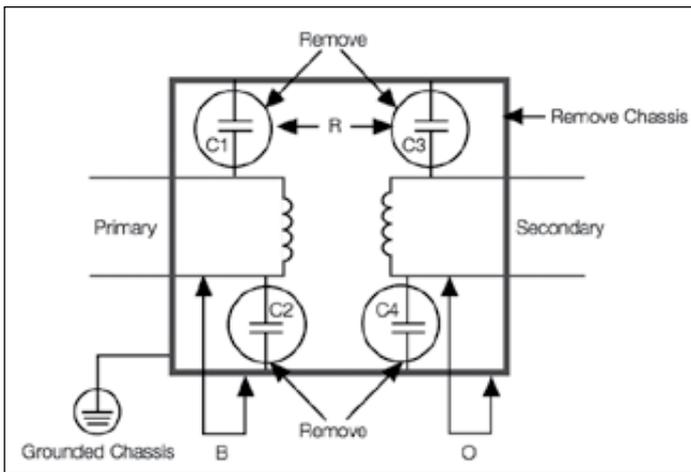


Bild 2: Für den Typtest kann der Ausbau von Bauteilen erforderlich sein.

wird zum sicheren Betrieb doppelte oder verstärkte Isolation eingesetzt, ohne die Notwendigkeit des Schutzleiters.

Beim Einsatz von Schutzklasse-II-Netzteilen kann der Anwender die Isolation bei IT-Equipment mit 3000VAC (oder 4242

VDC) und bei medizinischen Geräten mit 4000 VAC (5656 VDC) prüfen.

Ein weiteres gutes Beispiel wie wichtig die Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Netzteilhersteller ist, zeigt der nachfolgende Vorgang, der bei einem

unserer Kunden während der Systemzulassung auftrat. Unser Kunde testete ein neues System zur Überwachung von Handynetzen. Es wurden alle Prüfungen bestanden, mit Ausnahme der Hochspannungsprüfung. Dies war insofern überraschend, da das eingesetzte Netzteil zusätzlich zu den IT-Zulassungen auch über die Medizingerätezulassungen verfügt was bedeutet, dass die Isolation des Netzteils die Anforderungen der zutreffenden Norm deutlich überschreitet.

Nachdem sich bestätigte, dass das Netzteil korrekt installiert und das Prüfverfahren richtig war, stellte sich die Frage nach der Prüfspannung. Wir fanden heraus, dass die Prüfspannung zwischen Eingang und Schutzleiter deutlich über 1500 VAC war. Es war zunächst nicht ersichtlich warum das Gerät mit höherer Prüfspannung getestet wurde,

aber das Testhaus bestand darauf, dass dies richtig ist.

Nach weiteren Untersuchungen und einem gemeinsamen Gespräch zur Klärung des Testprozesses mit dem Kunden und dem Testhaus wurde festgestellt, dass der Kunde sein System mit dem für das Netzteil spezifizierten Eingangsspannungsbereich (80 – 264 VAC) gekennzeichnet hatte. Dies veranlasste das Testhaus, basierend auf der Eingangsspannungangabe auf dem Typenschild des Gerätes, die Prüfspannung höher anzusetzen. Nach der Korrektur der Eingangsspannung auf dem Systemtypenschild und der Wiederholung des Hochspannungstests mit nun 1500 VAC wurde dieser wie erwartet bestanden.

XP, der Kunde und das Testhaus waren in der Lage professionell für einen erfolgreichen Abschluss zusammenzuarbeiten: Die Sicherheitszulassung des Kundensystems. ◀

© 2013 AWR Corporation. All rights reserved.



A National Instruments Company™

AWR®, der Innovationsführer bei Hochfrequenz-EDA-Software, liefert Software, welche die Entwicklung von High-Tech-Produkten beschleunigt.

Mit AWR als Ihre Hochfrequenz-Design-Plattform können Sie neuartige, preiswerte Produkte schneller und zuverlässiger entwickeln.

Finden Sie heraus, was AWR für Sie tun kann:

- Microwave Office® für die Entwicklung von MMICs, Modulen und HF-Leiterplatten
- AXIEM® für 3D-Planar-Elektromagnetik-Analyse
- Analog Office® für das Design von RFICs
- Visual System Simulator™ für die Konzeptionierung von Kommunikationsarchitekturen

Laden Sie eine KOSTENLOSE 30-Tage-Testversion herunter und überzeugen Sie sich selbst. www.awrcorp.com

AWR
Germany

info@awrcorp.com
+49 89 4111 23 702

VNA-Modelle für das 15-GHz-Band



Anritsu stellt mit den MS2027C und den MS2037C die neusten Mitglieder der VNA-Master-Baureihe vor. Die beiden Gerätetypen sind ideal für anspruchsvolle Anwendungen im Außeneinsatz. Dazu gehören die

Luftfahrt-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie, Satellitenkommunikationssysteme, Wireless Backhaul-Anwendungen und der Bereich Forschung. Der MS2037C bietet neben dem VNA auch einen 15-GHz-

Spektrumanalysator, der eine unvergleichbare Performance im Hinblick auf Empfindlichkeit, Dynamikbereich, Phasenrauschen, Frequenzgenauigkeit und Sweep-Geschwindigkeit besitzt. Zudem verfügt er als einer der ersten Handheld-Geräte auch über einen Pre-Selector in der Eingangsstufe.

Der MS2027C VNA Master ist mit einem Arbeitsfrequenzbereich von 5 kHz bis 15 GHz besonders geeignet für komplexe Kabel-, Wellenleiter- und Antennenmessungen, bei denen es um präzise, vektorkorrigierte Zweiport-Magnitude- und Phasenmessungen im Zeit- und Frequenzbereich geht. Der vollreversierende Zweiport-VNA bestimmt zeitgleich alle vier S-Parameter und bietet eine ultraschnelle Sweep-Geschwin-

digkeit von 350 μ s je Datenpunkt, wodurch der MS2027C auch zu einem idealen Gerät für die Filterabstimmung wird.

Sowohl der MS2027C als auch der MS2037C nutzen die praxiserprobte Handheld-Plattform des Anritsu VNA Master. Mit ihrer Robustheit, der geringen Größe, einem Gewicht von nur 4,5 kg und dem Batteriebetrieb sind die Analysatoren den unhandlichen Tischgeräten oder tragbaren VNAs im Außendiensteneinsatz deutlich überlegen. Jedes Modell verfügt über eine hochauflösende, intuitiv zu bedienende grafische Benutzeroberfläche (GUI) sowie ein tageslichttaugliches 213-mm-Display.

■ *Anritsu Corp.*
www.anritsu.com

Steckverbindungen und Kabel höchster Qualität für HF-Anwendungen!

Made in Italy!



belco
apparecchiature e componenti elettronici

ELECTRADE
ELEKTRONIK-VERTRIEB
UND CONSULTING

www.electrade.com
Postfach 1743
D - 82159 Gräfelfing

anfrage@electrade.com
Tel.: 0 89 / 8 98 10 50
Fax: 0 89 / 8 54 49 22

Präzisions-Oszilloskope

Telemeter Electronic liefert mit der Oszilloskopserie HD04000 Messgeräte mit hoher Auflösung, bester 12-Bit-Wandlung und geringem Signalrauschen. Die Bandbreiten sind bei zwei- und vierkanaligen Geräten von 200 MHz bis 1 GHz gefächert.

Hervorzuheben ist ebenfalls der 12,1-Zoll-Touchscreen-Bildschirm mit klarer Benutzeroberfläche für schnelle und intuitive Bedienbarkeit.

Die leistungsstarken Debugging-Werkzeuge und die große Anzahl an automatischen Messparametern sowie die umfangreichen Mathematikfunktionen helfen bei der schnellen Analyse. Frequenzspektrum und Leistungsspektrummessung sind neue Funktionen, die von der 12-Bit-Technologie profitieren.

Diese Serie verfügt über eine Abtastrate von 2,5 GS/s und einen Erfassungsspeicher von



25 MPkte/K (50 MPkte/K kaskadiert). Die High-Definition-Technologie der HD4096 basiert auf 12-Bit-ADCs mit exakter Abtastrate, Eingangsverstärkern mit hohem Signal/Rausch-Verhältnis und einer rauscharmen Systemarchitektur.

Zusätzlich zur HD4096-Technologie verfügt das HDO über Teledyne LeCroys ERES (Enhanced RESolution) Filter, das dem Anwender bis zu drei zusätzliche Bit für eine vertikale Auflösung von insgesamt 15 Bit bietet.

■ *Telemeter Electronic GmbH*
MT@telemeter.de
www.telemeter.info



Fingerstreifen



Gestanzte
EMV-Dichtungen



EMV-Zelte und
-Räume



EMV-Fenster
und Gitter



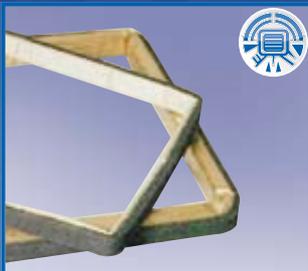
EMV-Gehäuse-
Dichtungen



EMV-Materialien aus einer Hand



IP68 und EMV-
Kombidichtungen



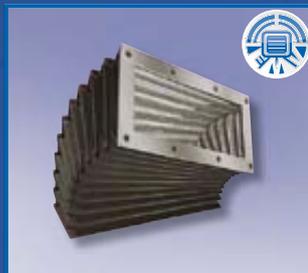
EMV-
Endlosdichtungen



EMV-Dichtungen



Blechgehäuse



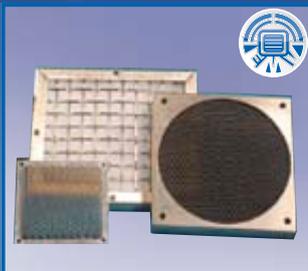
EMV-Faltenbälge



EMV-Mesh und
-Folien



EMV-Dichtung
Form In Place



Geschirmte
Lüftungsgitter



EMV-leitfähige
Klebstoffe



EMV-O-Ringe und
Rundprofile



EMV-Gehäuse-
Dichtungen

Echtzeit-Spektrumanalysatoren im mittleren Preissegment

Tektronix Inc. stellte den derzeit kostengünstigsten Echtzeit-Spektrumanalysator der mittleren Leistungsklasse vor, der sich durch die modernsten Signalerkennungs- und Trigger-Funktionen auszeichnet. Die Serie der RSA5000-Echtzeit-Spektrumanalysatoren wird außerdem um zwei neue 26,5- und 15-GHz-Modelle sowie um die Option für 110 MHz Bandbreite erweitert. Diese ist damit für alle Echtzeit-Spektrumanalysatoren von Tektronix verfügbar.



chen eine einfache Erkennung problematischer Signale unter verschiedenen Bedingungen.

Die RSA5000-Serie beinhaltet außerdem umfassende Trigger-Funktionen, die für die Fehlersuche in modernen digitalen Hochfrequenzsystemen unerlässlich sind. Diese beinhalten zeitqualifizierte Leistungs-, Runt-, Density-, Frequenz- und Frequenzmasken-Trigger. Zudem sind verschiedene DPX Trigger verfügbar, wie der DPX-Density-Trigger, der bei der gemessenen Frequenz auslöst.

Durch das Wachstum im Bereich digitaler Funksignale und das mittlerweile voll belegte Funkspektrum werden Signalanalytoren benötigt, die selbst sehr kurze Ereignisse im Spektrum

erfassen können. Nur so lassen sich ein korrekter Betrieb sicherstellen und Interferenzprobleme vermeiden. Gleichzeitig fordern die Kunden auf Grund des wirtschaftlichen Drucks, dass ihre

hohen Anforderungen bei der Spektrumanalyse mit einem einzigen Instrument erfüllt werden können. Dieses muss ausreichen, um die speziellen Probleme der heutigen kurzzeitigen Signale mit Frequenz-Hopping zu lösen. Die neuen Modelle der RSA5000-Serie erfüllen diese Anforderungen durch die einzigartige Kombination von High-End-Leistungsfähigkeit und Preis der mittleren Leistungsklasse.

Die 110-MHz-Bandbreiteoption ist nun erstmals in einem Spektrumanalysator der mittleren Leistungsklasse verfügbar. Dies ist besonders deshalb wichtig, weil die Ingenieure bei vielen der heutigen Funkkommunikationsstandards einen größeren Frequenzbereich betrachten müssen. Die größere Bandbreite ermöglicht zudem eine ununterbrochene Überwachung und Kontrolle von Signalen auf den interessierenden Frequenzbändern.

Das revolutionäre DPX-Spektrum-Display der RSA5000-Serie bietet eine intuitive Live-Farbdarstellung von kurzzeitigen Signaländerungen im Frequenzbereich. Eine derartige Live-Darstellung ist mit anderen Signalanalytoren nicht möglich. Eine Reihe von fortschrittlichen DPX-Funktionen, wie Swept DPX, lückenlose DPX-Spektrogramme und DPX Zero Span mit Echtzeit-Amplitude, Frequenz oder Phase, ermögli-

Die RSA5000-Serie beschleunigt die Fehlersuche und Analyse, indem die Ursache von Problemen in mehreren Domänen aufgezeigt wird. Ingenieure können erfasste Daten jederzeit über verschiedene Domänen hinweg mit korrelierten Markern analysieren. Zeitkorrelierte Messungen können über Frequenz-, Phase-, Amplitude- und Modulationsdomänen ausgeführt werden. Dies ist ideal für eine Signalanalyse, die Frequenzsprungverfahren, Impulscharakteristiken, eine Umschaltung des Modulationsverfahrens, Einschwingzeiten, Bandbreitenänderungen oder intermittierende Signale beinhalten.

Für eine tiefgehende Fehlersuche und Analyse können die mit dem RSA5000 erfassten Daten mit der SignalVu-PC-Software offline analysiert werden. Wie die RSA5000-Geräte bietet SignalVu-PC eine umfassende Vektorsignalanalyse-Funktionalität, die Spektrum, Spektrogramm und Hochfrequenzmessungen einschließlich analoger Modulationsanalyse, Nachbarkanalleistung, CCDF, belegte Bandbreite plus Amplitude, Frequenz und Phase vs. Zeit abdeckt. Optionen für weitere Analysefunktionen sind verfügbar.

■ Tektronix Inc.
www.tektronix.com

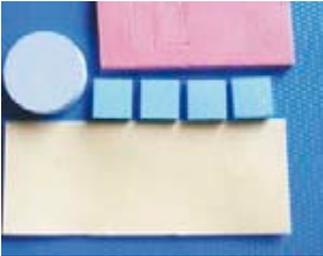


ELECTRONIC
SERVICE GmbH

THERM-A-GAP™ HCS10

von





- sehr geringe Verdrückungskräfte
- Härte: 4 (Shore 00)
- verfügbare Dicken: 0,25 mm bis 5,0 mm
- Wärmeleitfähigkeit: 1 W/m-K
- Temperaturbereich: -55 °C bis +200 °C
- Trägermaterial: Glasfaser oder Aluminiumfolie
- selbstklebende Version verfügbar
- UL 94 V-0-getestet
- RoHS-/REACH-kompatibel

Hohe Straße 3, 61231 Bad Nauheim
 Fon: 06032 9636-0, Fax: 06032 9636-49
 E-Mail: info@electronic-service.de
<http://www.electronic-service.de>

ANALOG- INTEGRATION- NICHT JEDER WILL SIE...

www.maximintegrated.com

PLEASE STAND BY



Mobilfunk



Mechanik
Präzisionsfrästeile & Gehäuse



Schalten & Verteilen
von HF-Signalen



HF- Komponenten



Distribution von IMS
Connector Systems

Neue PC-Oszilloskope mit USB 3.0-Schnittstelle

Pico Technology hat nach eigenen Angaben die weltweit ersten PC-Oszilloskope mit USB-3.0-Schnittstelle auf den Markt gebracht. Die meisten neuen Computer und Laptops verfügen über diesen Anschluss. Die neuen USB-3.0-PicoScopes ermöglichen eine deutlich schnellere Erfassung und Übertragung großer Datenmengen als bisher.



Das PicoScope 3207A hat zwei Kanäle mit 250 MHz Bandbreite, eine Abtastrate von 1 GS/s, 256 MS Pufferspeicher und integrierten Funktionsgenerator. Die Grundgenauigkeit der Zeitbasis beträgt 2ppm. Weitere Merkmale sind die digitale Triggerung für eine präzise, stabile Wellenformanzeige und die Echtzeitabtastung, mit der sich die effektive Abtastrate für wiederholte Signale auf bis zu 10 GS/s erhöhen lässt.

Das PicoScope 3207B verfügt über 512 MS Pufferspeicher und einen zusätzlichen Generator für anwenderdefinierte Wellenformen mit bis zu 32.000 Abtastungen und einer Aktualisierungsrate von 100 MS/s. Es wird kein zusätzliches Netzteil benötigt.

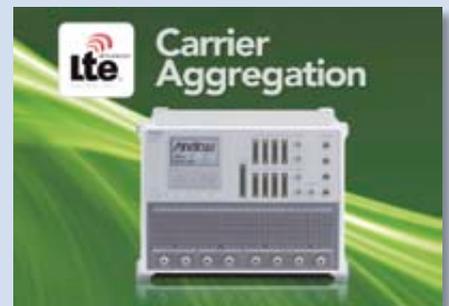
Die Oszilloskope werden mit der PicoScope-Software für Windows geliefert. Die Software bietet viele erweiterte Funktionen, wie automatische Messungen, die serielle Entschlüsselung von RS-232/UART-, SPI-, I2C-, CAN-, LIN- und FlexRay-Daten und Maskengrenzprüfungen. Softwareaktualisierungen sind kostenlos, ein kostenloses Software Development Kit (SDK) ermöglicht es Anwendern, eigene Datenaufzeichnungsprogramme zu entwerfen. Das Kit wird mit Beispielcode in mehreren Programmiersprachen geliefert.

■ Pico Technology
www.picotech.com

Testlösungen für LTE-Sprachanwendungen und LTE-Advanced

Beim diesjährigen MWC im Februar standen Systeme für LTE, LTE-Advanced und LTE-Service-Assurance-Lösungen auf dem Anritsu-Stand im Mittelpunkt. Vorführungen demonstrierten diese Möglichkeiten und die Zukunft von LTE und LTE-A sowie die Auswirkungen dieser neuen Technologien. So etwa eine Vorführung des Signaltesters MD8430A mit der neuen Lösung auf RTD-Basis (Rapid Test Designer) für VoLTE-Dienste. Diese Technik ist in der Praxis bereits eingeführt worden und bewährt sich als eine Komplettlösung für IMS- und LTE-Signalisierung in einer gemeinsamen Umgebung. Auf derselben Testplattform führte Anritsu außerdem umfassende Testmöglichkeiten für LTE-Advanced mit Carrier Aggregation vor. Die Carrier-Aggregation-Technologie wurde auch im Zusammenhang mit Lösungen für Konformitätsprüfungen in den Bereichen HF und Protokoll gezeigt.

Der kompakte Signalling-Tester MD8475A dient als effiziente, hochintegrierte Testlösung dafür, dass ein Mobilgerät den Entwicklungsspezifikationen entspricht, sowie zur Überprüfung der



Audioqualität und Batterielebensdauer eines Endgeräts. Der unlängst eingeführte tragbare MW82119A PIM Master bietet den Technikern, die PIM in schwer zugänglichen Bereichen messen sollen, eine Lösung mit einem 40-W-Test zur Messung zwischen Kabel und Antenne. Diese Funktion ist ein einzigartiges Merkmal der Anritsu Distance-to-PIM-Technologie. PIM-Quellen innerhalb der Antennenanlage können die Netzwerkeleistung erheblich beeinträchtigen, wenn sie nicht ermittelt werden. Daher ist dieses tragbare Gerät an schwer zugänglichen Standorten, z.B. bei Remote-Radio-Head-Anlagen (RRH) und Indoor-Antennenverteilanlagen (DAS), eine ideale Lösung.

■ Anritsu Corp.
www.anritsu.com

RF- und Mikrowellen- Messtechnik neu definiert

Modulare Hardware und offene Software



Erhöhen Sie Geschwindigkeit, Präzision und Flexibilität Ihrer Testanwendungen im RF- und Mikrowellenbereich mit der modularen Hardware und der offenen Software von National Instruments. Im Gegensatz zu traditionellen Messgeräten, die aufgrund des technologischen Fortschritts schnell veraltet sind, setzen Sie mit der Systemdesignsoftware NI LabVIEW und NI-PXI-Hardware die aktuellsten Technologien bei PC-Bussen, Prozessoren und FPGAs ein.

WIRELESS-TECHNOLOGIEN

National Instruments unterstützt zahlreiche Wireless-Standards, darunter:

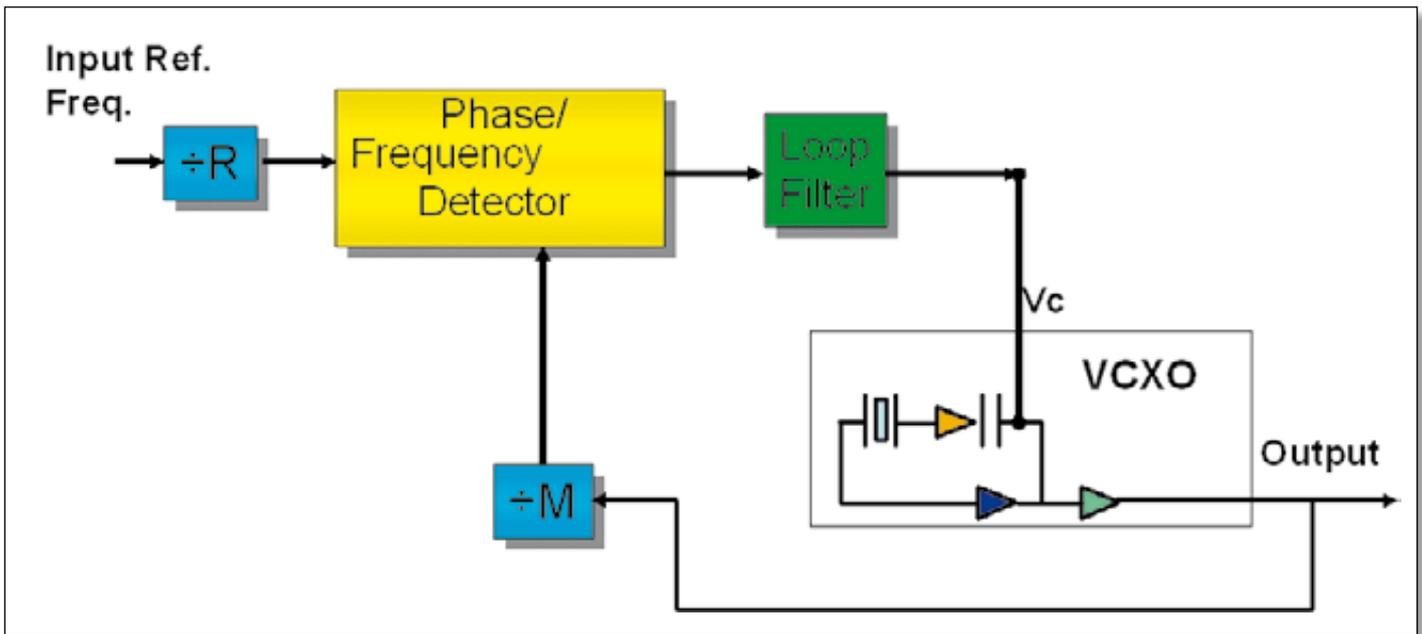
LTE	GSM/EDGE
802.11a/b/g/n/ac	CDMA2000/EV-DO
WCDMA/HSPA/HSPA+	Bluetooth

>> ni.com/define

089 7413130

**NATIONAL
INSTRUMENTS™**

Absoluter Ziehbereich von VCXO's



Ein VCXO ist ein Quarzoszillator, dessen Ausgangsfrequenz sich direkt proportional zur Höhe einer am Eingang angelegten Steuerspannung verhält.

Es gibt viele Bezeichnungen für diese Ausgangsfrequenz, die sich mit der Steuerspannung ändert. Das kann etwas verwirrend sein. Alle nachfolgend aufgeführten Ausdrücke, die alle diesen Vorgang bezeichnen, werden von den verschiedenen Herstellern verwendet.

- Deviation
- Frequency Deviation
- Modulation
- Frequency Modulation
- Pulling
- Pull
- Pullability
- Absolute Pulling Range (APR)
- Warping

Diese Ausdrücke und noch so manche andere findet man in den Datenblätter verschiedener VCXO-Hersteller. MIL-055310 verwendet den Term „Deviation“ aber die meisten Hersteller ziehen „Pullability“ (Ziehbarkeit) in ihren Datenblättern vor.

Bild 1 zeigt eine typische PLL-Applikation mit einem VCXO. In dieser Anwendung muss der Entwickler dafür sorgen, dass die PLL unter allen Umständen eingerastet bleibt, bis zum Lebensende des Produkts.

Der absolute Ziehbereich APR (= absolute pulling range) hat sich als sehr einfache Möglichkeit erwiesen, einen VCO mit nur einem Parameter zu spezifizieren, der garantiert, dass die

PLL unter allen Bedingungen eingerastet bleibt.

Ein VCXO hat seine ganz speziellen eigenen Fehler. Wenn man sie nicht ausreichend berücksichtigt kann es vorkommen, dass unter bestimmten Bedingungen nicht genug Ziehbereich für die Frequenz vorhanden ist. Zu diesen Bedingungen gehören z.B.:

- Die Frequenzänderung in Abhängigkeit von der Temperatur

- Die Alterung im Verlauf der Zeit
- Kalibrierung der Mittenfrequenz
- Änderungen der Last und der Versorgungsspannung

Der minimale Ziehbereich eines VCXOs ist bestimmt durch;

Minimaler VCXO-Ziehbereich = Summe der VXO-Fehler + gewünschter APR

Wie bestimmt man nun, welcher APR gewünscht ist? Dieser APR-Wert ist eine direkte Funktion der gesamten Frequenzgenauigkeit der Eingangsreferenz in Bild 1. Wenn die Genauigkeit der Eingangs-Frequenz $\pm 20\text{ppm}$ beträgt, dann ist der erforderliche APR ebenfalls $\pm 20\text{ppm}$ minimal. Tatsächlich ist der APR-Wert der Trackingbereich der PLL in ppm ausgedrückt.

Der VCXO-Hersteller bestimmt den minimalen Ziehbereich für einen VCXO mit $\pm 50\text{ppm}$ APR gemäß Beispiel (im Kasten).

Unter Berücksichtigung aller Einflüsse muss der VCXO für $\pm 100\text{ppm}$ minimalen Ziehbereich über den Steuerspannungsbereich bemessen sein.

■ Crystek
www.crystek.com

ABSOLUTE PULL RANGE (APR)

TEMPERATURE: +25 PPM
LOAD: +2 PPM
SUPPLY: +2 PPM
CALIBRATION: +10 PPM
AGING: +10 PPM

TOTAL ERROR = +49 PPM ← WORST CASE ERROR

MINIMUM PULL RANGE FOR THE VCXO IS :

TOTAL ERROR + APR DESIRED

EXAMPLE: FOR +/- 50PPM APR VCXO WITH ABOVE ERROR

49 PPM + 50 PPM = 99 PPM

THEREFORE, THE VCXO MUST BE RATED FOR +/- 100 PPM MIN FREQUENCY PULL OVER CONTROL VOLTAGE RANGE

ANALYSIEREN IN ECHTZEIT.

MESSEN UND DARSTELLEN IN HIGH-SPEED – LÜCKENLOS UND
MIT KONSTANTER GESCHWINDIGKEIT.



Agilent Technologies

N9030A PXA Performance
Spektrum-Analysatoren



NEU!
Real-Time Option:

- Signale erkennen mit 100 %
POI in 3,57 μ s
- 85 / 160 MHz Echtzeit-
Signalerfassung mit bis zu
50 GHz Frequenzbereich



Lassen Sie ihren neuen oder bereits vorhandenen Spektrum-Analysator aufrüsten.
Auf der Rückseite erfahren Sie mehr zur neuen Real-Time Option für die PXA-Serie.

Ihr Spezialist für
Mess- und Prüfgeräte

MESSBAR MEHR.
dataTec

www.datatec.de/real



Agilent Technologies

Autorisierter Technologie Partner

ECHTZEIT-SPEKTRUM-ANALYSE.

PERFORMANCE SPEKTRUM-ANALYSATOREN: FREQUENZBEREICH AB 3 Hz ... 50 GHz.

Der PXA ist die erste Wahl für alle Bereiche Ihrer High-Performance Signal-Analyse. Er hilft Ihnen, bisherige Leistungen aufrecht zu erhalten, aktuelle Designs zu verbessern und zukünftige Innovationen zu beschleunigen.



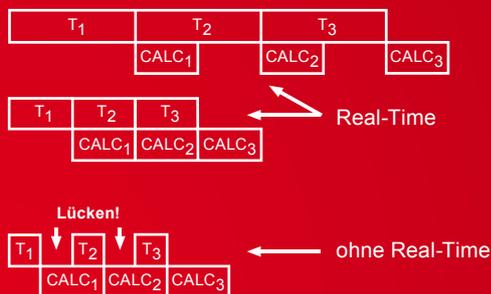
Merkmale der N9030A PXA-Serie:

- Frequenzbereich von 3 Hz bis 3,6 / 8,4 / 13,6 / 26,5 / 44 oder 50 GHz
- Phasenrauschen bei 1 GHz von **-129 dBc/Hz**
- Intermodulationsverzerrung (TOI) bei 1 GHz von +20 dBm
- Amplitudengenauigkeit bei 1 GHz von **±0,35 dB**
- optional: **89600 VSA-Software** zur Signalanalyse von komplexen, digital modulierten Signalen

Mit der neuen Real-Time Option kann aus einem PXA Signal-Analysator N9030A ein **Echtzeit-Spektrum-Analysator** werden. Hervorragend eignet sich diese Messmethode in der Radartechnik, Mobilkommunikation, Satelliten- und Wehrtechnik.

Merkmale der Real-Time Option N9030AK-RT:

- Echtzeit-Signalerfassung mit 85 (N9030AK-RT1) oder 160 MHz (N9030AK-RT2) Bandbreite mit bis zu **50 GHz** Frequenzbereich
- Signalerfassung ab ca. **5 ns** Signaldauer; 100 % Erfassung (POI) und amplitudengenaue Messung ab **3,57 µs** Signaldauer
- unterbrechungsfreie Messungen **ohne Totzeiten** zwischen den Erfassungen



www.datatec.de/real

AUCH DIE KÖNNTEN ETWAS FÜR SIE SEIN:

HF-GENERATOREN DER EXG- UND MXG-SERIE: FREQUENZBEREICH AB 9 kHz ... 40 GHz.

Die Signal-Generatoren der Familien MXG und EXG gibt es jeweils als Analog- und Vektormodell. Die Familie umfasst mehrere Modelle, vom hochgenauen MXG für Anwendungen, bei denen es auf höchste Signalqualität ankommt, bis zum kostengünstigen

Einstiegsmodell EXG. Die vielfältigen Möglichkeiten der Geräte unterstützen den Anwender bei der Entwicklung von neuen Empfängern und Komponenten mit höchsten Anforderungen an Datendurchsatz, Störsicherheit und Signalqualität.

Merkmale der N517xB EXG-Serie:

- Phasenrauschen bei 1 GHz von -122 dBc/Hz
- maximale Ausgangsleistung +21 dBm
- Frequenzbereich von 9 kHz bis 3 oder 6 GHz



Merkmale der N518xB (N5183A) MXG-Serie:

- Phasenrauschen bei 1 GHz von -141 (-116) dBc/Hz
- maximale Ausgangsleistung +24 (+19) dBm
- Frequenzbereich von 9 kHz bis 3 oder 6 GHz (100 kHz bis 20 / 31,8 oder 40 GHz)



www.datatec.de/hf



Ihr Spezialist für
Mess- und Prüfgeräte



Bestellung und Beratung unter: Tel. 07121 / 51 50 50

Verstärker, lokaler Oszillator und Phasenschieber in einem SSB-Sender II

In diesem zweiten Teil wird das moderne Konzept für gemischt digitale und analoge SSB-Aufbereitung vorgestellt. Man findet es in vielen aktuellen Funksendern.

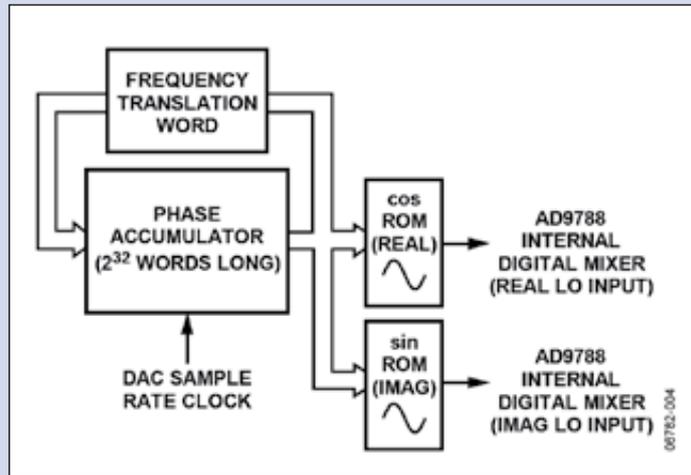


Bild 5: Grundaufbau des NCOs im AD 9788

Die Bausteine AD 9788 und ADL 5372 wurden entwickelt, um am DAC-Ausgang ein ZF-Signal mit hohem Dynamikbereich zu generieren. Möglich wird dies durch eine Architektur mit einem NCO, dem komplexen Numerically Controlled Oscillator im AD 9788.

Der NCO

Der AD 9788 bietet einen exzellenten Dynamikbereich und kann komplexe ZF-Signale bis 400 MHz erzeugen. Nutzt man den NCO allein, so hat man schon eine Unterdrückung von LO- und Spiegel-Frequenz von 40 dB, und zwar im gesamten Arbeitstemperaturbereich. Hier

werden nun Abgleichverfahren beschrieben, die bis über 60 dB erzielen, allerdings bei geringerer Temperaturstabilität.

Die hier beschriebene SSB-Aufbereitungsmethode ist einfach. Als Grundlage benötigt man vom LO die im ersten Teil erläuterten zwei Komponenten, nämlich das Cosinussignal zur Repräsentation des „realen Los“ und das Sinussignal, welches den gespiegelten LO-Anteil darstellt. Diese Anteile liefert der NCO. Die Länge des Phasenakkumu-

lators im NCO beträgt 232, was eine sehr hohe Auflösung bedeutet. Weil die Aufbereitung voll digital erfolgt, kann die 90°- bzw. Quadratur-Bedingung bei allen Betriebsspannungen und Umgebungstemperaturen garantiert werden. Denn die zugrundeliegende Mathematik ist von solchen Parametern unabhängig.

Bild 5 zeigt ein Blockschaltbild des komplexen NCO im AD 9788. Die Programmierung erfolgt über die beiden Register links. Mehr Informationen enthält das Datenblatt.

Quadraturmodulation

Der mathematische Hintergrund eines Quadraturmodulators fußt wieder auf der Eulerschen Signaldarstellung, mit der man einen komplexen Träger beschreibt. Man beginnt mit der Festlegung des Basisbands, bestehend aus Realteil Re und Imaginärteil Im :

$$Re(bb[t]) + j \times Im(bb[t])$$

Erfolgt nun die Modulation mit dem komplexen Träger

$$e^{j\omega t} = \cos\omega t + j \times \sin\omega t$$

Quelle: Gain, LO, and Phase Compensation in a Single Sideband Transmitter Using the AD9788 TxDAC and ADL5372 Quadrature Modulator, Analog Devices Application Note AN-920

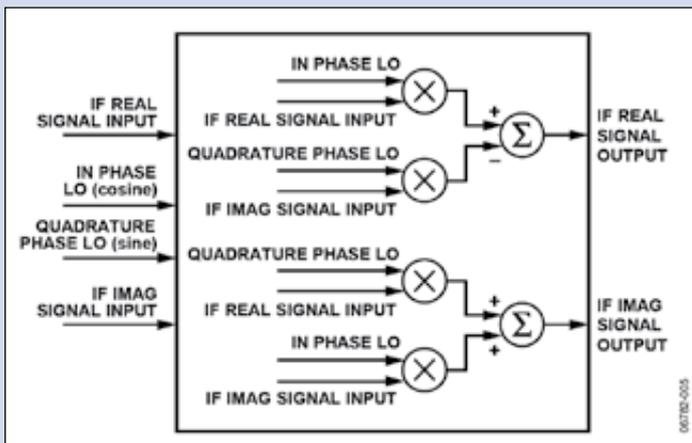


Bild 6: Struktur des digitalen Quadraturmodulators im AD 9788

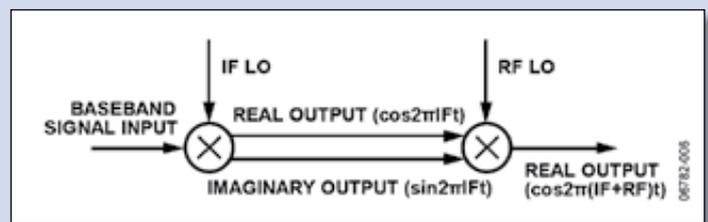


Bild 7: Komplexe SSB-Modulation in zwei Schritten

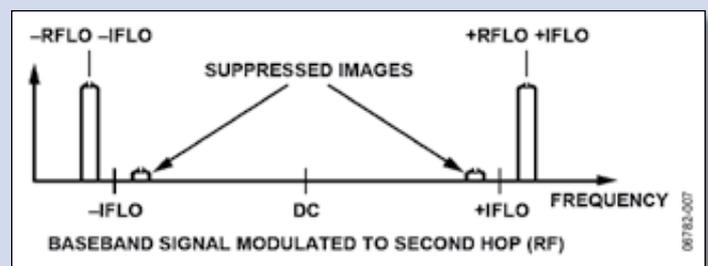


Bild 8: Ausgangsspektrum der SSB-Aufbereitung

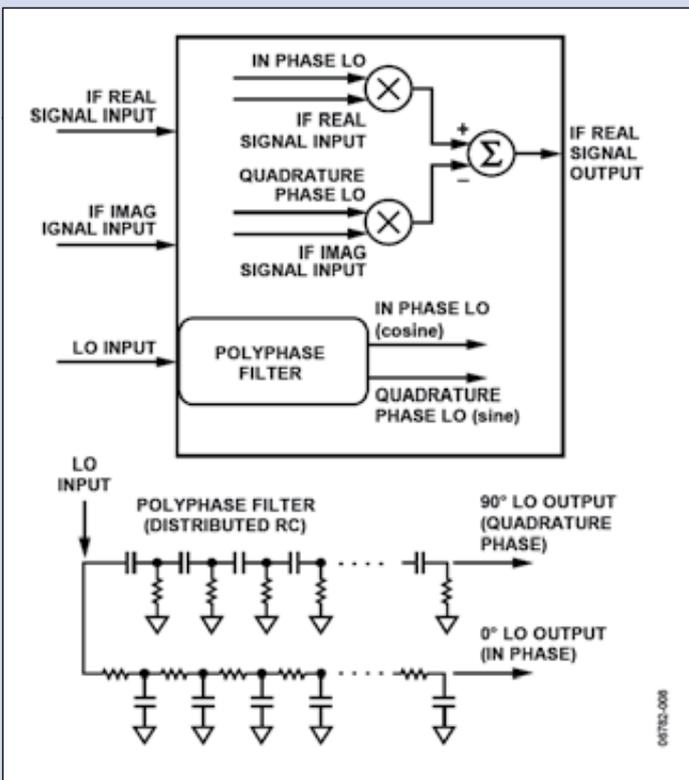


Bild 9: Blochaufbau des analogen Quadraturmodulators und Grundstruktur eines Polyphasen-Netzwerks

so erhält man als Ergebnis zwei neue Signale, eines ist real, das andere imaginär:

$$\text{Re}(t) = \text{Re}(\text{bb}[t]) \times \cos\omega t - \text{Im}(\text{bb}[t]) \times \sin\omega t$$

$$\text{Im}(t) = \text{Re}(\text{bb}[t]) \times \sin\omega t - \text{Im}(\text{bb}[t]) \times \cos\omega t$$

Fasst man diese beiden Signale in einem komplexen Kanal zusammen, so hat dieser die Form

$$\text{complexIF} = \text{Re}(t) + j \times \text{Im}(t).$$

Das Spektrum entspricht dem in Bild 4.

Digitaler Quadraturmodulator und weitere Stufen

In Bild 6 sieht man das Blockdiagramm des digitalen Qua-

draturmodulators im AD 9788. Die beiden Ausgänge bilden den komplexen Kanal, bestehend aus den Signalanteilen $\text{Re}(t)$ und $\text{Im}(t)$, auch als I (In Phase) und Q (Quadratur) bekannt. Durch interne Umschaltung der Eingangssignale der beiden Summierer ist es möglich, entweder das Ausgangsszenario $\pm(\text{RF} - \text{IF})$ oder $\pm(\text{RF} + \text{IF})$ zu erzeugen. Die Seitenband-Unterdrückung wird hier noch nicht realisiert.

Um den SSB-Aufbereitungsprozess zu komplettieren, wird ein zweiter komplexer Modulator hinzugefügt. Dabei handelt es sich meist um eine analoge Stufe, da Frequenzen im Gigahertzbereich nicht mit einfachen DACs erzeugt werden können. In Bild 7 ist der zweistufige

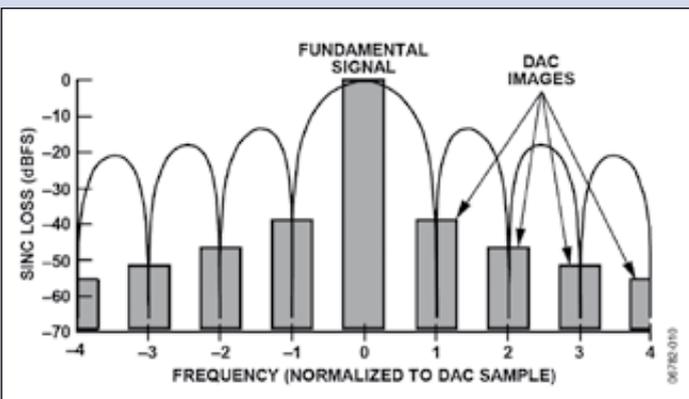


Bild 11: Fundamentale Signale und Images am DAC-Ausgang

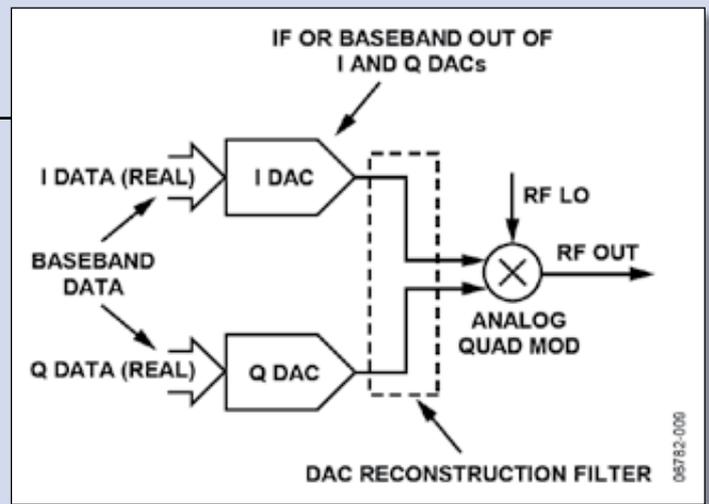


Bild 10: SSB-Aufbereitung mit DAC und analogem Quadraturmodulator

Aufbau skizziert. Bei analogen Modulatoren sind jedoch Verstärkung, Offset und Phasenbeziehung mehr oder weniger abhängig von Betriebsspannung und Temperatur. Daher bietet der AD 9788 programmierbare Möglichkeiten, um diese Driften zu kompensieren.

Bild 8 zeigt das Spektrum nach der zweistufigen Modulation.

Die Seitenband-Unterdrückung erfolgt an einem der beiden Ausgänge des zweiten Modulators. Die Nutzung beider Ausgänge zusammen ist also nicht erforderlich. Hier wird angenommen, dass man den realen Anteil nutzt, was typisch für einen analogen Modulator ist.

Um jedoch ein qualitativ hochwertiges SSB-Signal zu erhalten, müssen noch einige andere Komponenten eingesetzt werden. Dazu gehören Widerstände, Kondensatoren, Spulen und verschiedenartige Filter. Weiter folgt oft ein VGA (Variable Gain Amplifier) zur Leistungseinstellung und schließlich ein Leistungsverstärker.

Der analoge Quadraturmodulator

Die analoge Quadraturmodulation ist in der herkömmlichen Technik gut bekannt. Bild 9 zeigt einen typischen Blochaufbau. Zu den Signalen vom digitalen Quadraturmodulator kommt hier noch ein LO-Signal hinzu. Die Signale I und Q können beispielsweise mit einem Polyphase-Netzwerk erzeugt werden. Dieses Netzwerk benötigt viele Kondensatoren und Widerstände und wird diskret realisiert, wie

unten im Bild angedeutet. Einige neuere Quadraturmodulatoren, wie der ADL 538x, benötigen kein Polyphase-Netzwerk, sondern lediglich eine LO-Frequenz, die doppelt so hoch ist, wie I bzw. Q.

Allgemeine Anwendungspraxis

In modernen Funksendern bereitet ein DAC die digitale Information so auf, dass sie letztendlich gesendet werden kann. Das analoge Format benötigt einen analogen Quadraturmodulator, wenn die Sendefrequenz relativ hoch sein soll. Die Aufbereitung erfolgt oft wie in Bild 10 skizziert.

Der digitale Inhalt am Eingang des DACs kann verschiedene Formate besitzen. Er kann aus realen oder komplexen Basisbanddaten bestehen oder bereits auf eine ZF moduliert sein. Beim aktuellen Stand der Technik kann diese ZF einige hundert Megahertz betragen. Andererseits erlauben Basisbanddaten einen einfacheren DAC und eine exaktere Ausführung der komplexen Modulation vor der D/A-Wandlung. Unausweichlich bei der D/A-Wandlung sind die Spiegelfrequenzen (Images). Sie erscheinen gemäß Bild 11 auch auf den Frequenzen

$n \times \text{Sampling Rate} \pm \text{Fundamental}$,

wobei n ganze Zahlen bis unendlich sind und die Sample Rate am Eingang des DACs gemeint ist. Wie man sieht, gibt es auch ein Überlappen der Funktion sinc/x über die Signalbandbreite.

Teil 3 in Heft 5

Quarze & Oszillatoren

Top Preise · Kurze Lieferzeiten



- Top quality for low cost
- Wide frequency range
- Tight frequency stabilities
- Temperature range up to -40/+125°C
- Various packages available
- Complete design-in support
- Worldwide logistic concepts

PETERMANN-TECHNIK GmbH
 Time & Frequency Components
 Lechwiesenstr. 13 · D-86899 Landsberg · info@petermann-technik.de
 Fon: 00 49 (0) 81 91 / 30 53 95 · Fax: 00 49 (0) 81 91 / 30 53 97

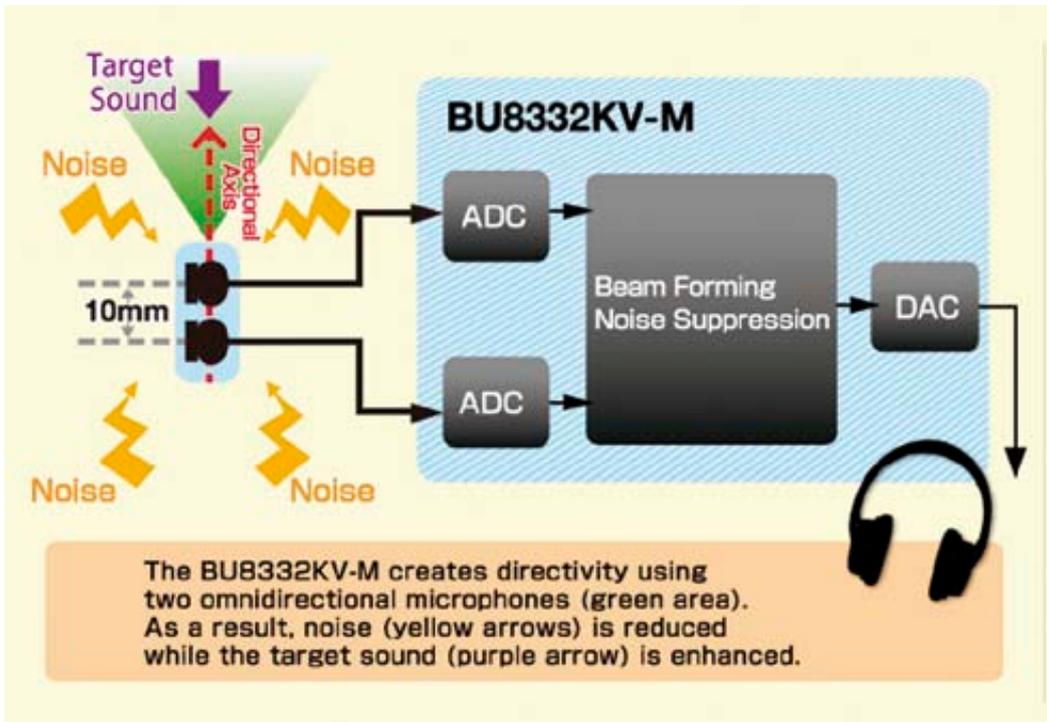
- > Crystals
- > Crystals for Automotive Electronics
- > Crystal-Filters
- > Crystal-Oscillators
- > SAW-Resonators
- > SAW-Filters
- > Ceramic-Resonators
- > Ceramic-Filters
- > Ceramic-Traps
- > Ceramic-Discriminators
- > VCXO with PLL Multiplier IC
- > Crystal Oscillator (XO) ICs
- > PLL Multiplier Clocks (0.75 MHz - 1 GHz)
- > Analog Frequency Multiplier ICs (AFM™)
- > PhasorV™ Frequency Multiplier ICs
- > VCXO-ICs
- > Clock Distribution ICs
- > Zero Delay Buffers
- > Fanout Buffers
- > Translator Buffers
- > Spread Spectrum Clock ICs
- > LAN and Multimedia Clock Source ICs
- > Low Cost Programmable Clock ICs

www.petermann-technik.de



Starten Sie jetzt Ihre Online-Anfrage!

Signalverarbeitungs-IC für Mikrophone mit Ultra-Richtwirkung



In den letzten Jahren haben Fortschritte in der Spracherkennungs-Technologie zu einem vermehrten Einsatz von Spracheingabesystemen in portablen Applikationen wie z.B. Navigationssystemen oder Smartphones geführt.

Darüber hinaus haben auch Video-Telefonate und Video-Telekonferenzen immer weiter an Bedeutung gewonnen. Bei allen diesen Anwendungen ist jedoch eine erhöhte Klarheit des Sprachklangs erforderlich. Konventionelle Mikrophone sorgen für Richtwirkung aufgrund ihrer zylindrischen Struktur.

In dem Fall gibt es aber Probleme, wenn man die Richtwirkung verbessern will, da dann die Abmessungen des Mikrophons vergrößert werden müssen. Darüber hinaus lassen sich das Richtwirkungsdiagramm und die Richtschärfe nicht ohne physikalische Veränderungen am Mikrophon beeinflussen.

Bild 1: Arbeitsweise des BU8332KV-M von ROHM: Das IC erzeugt Richtwirkung unter Verwendung von zwei omnidirektionalen Mikrofonen. Als Ergebnis wird einerseits das Rauschen unterdrückt und der gewünschte Sound verstärkt.

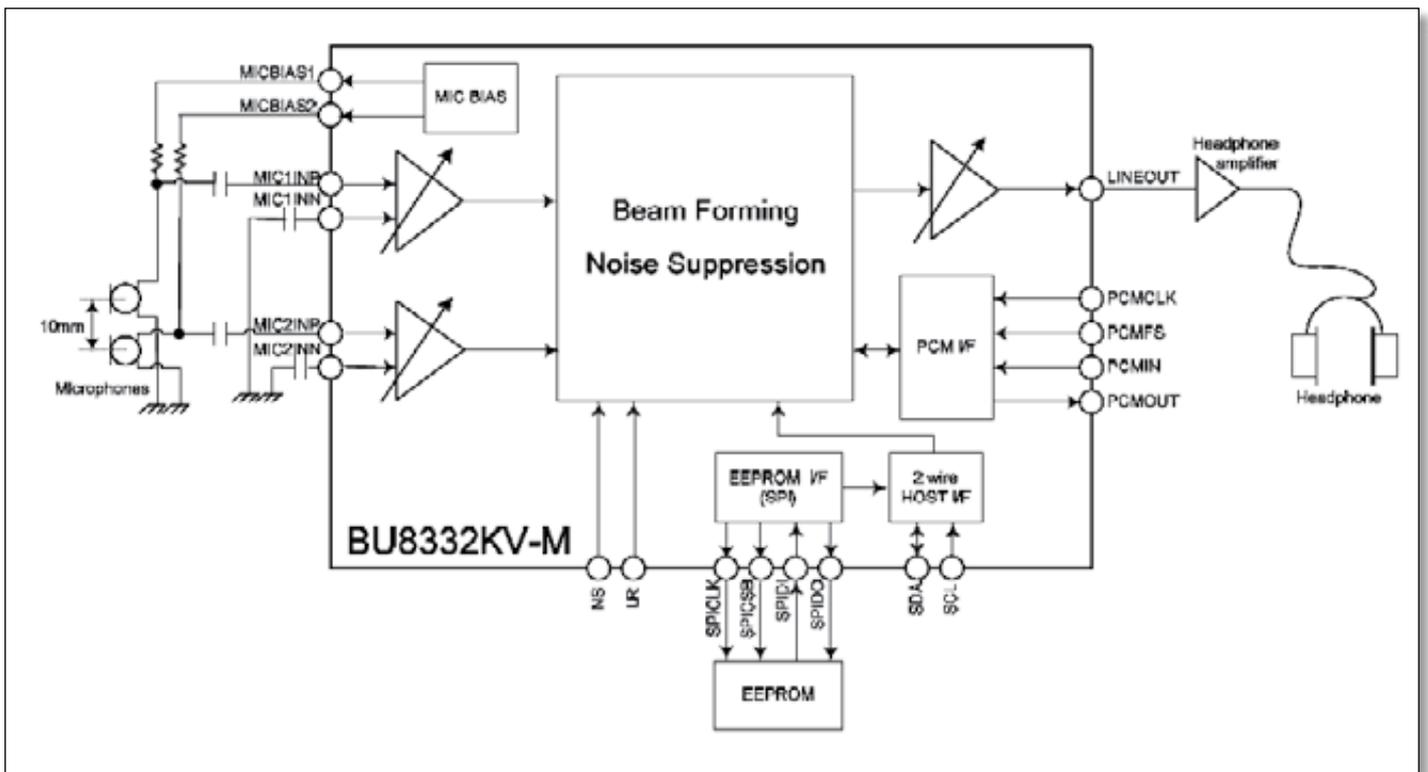
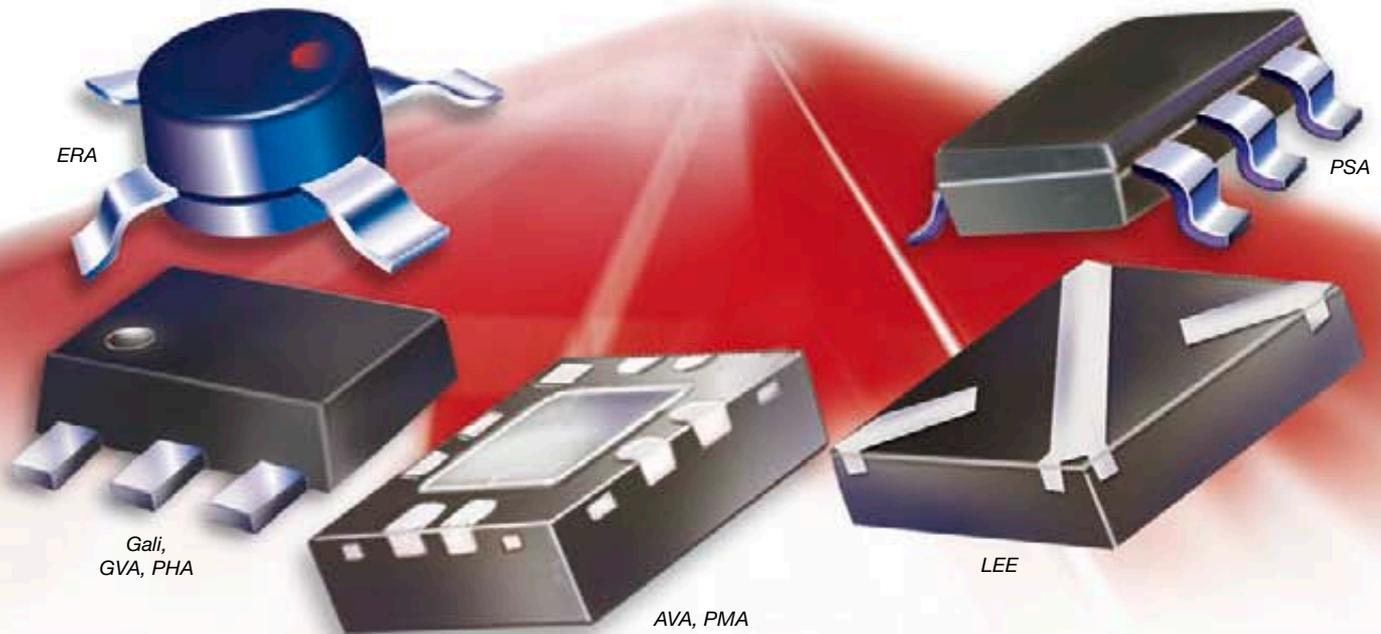


Bild 2: Anwendungsschaltung mit dem BU8332KV-M

MMIC AMPLIFIERS

DC to 20 GHz from 73¢ qty.1000



NF from 0.5 dB, IP3 to +48 dBm, Gain 8 to 31 dB, Pout to +30 dBm

Sie wollen verstärken? Mit über 145 Katalogtypen bietet Mini-Circuits eine der breitesten Paletten von Low-Cost-MMIC-Verstärkern. Diese ultra-breitbandigen Bausteine in den Technologien InGaP HBT und PHEMT kombinieren geringes Rauschen mit hohem IP3 und einer breiten Verstärkungsauswahl. Damit erzielen Sie optimale Lösungen bei Ihren kommerziellen, industriellen oder militärischen Anwendungen.

Hohe Produktionsstandards und ein strenger Kontrollprozess garantieren die angegebene Leistungsfähigkeit, sodass Sie sich auf jedes Bauteil verlassen können. So erzielen Sie auch beim Kaskadieren von Verstärkern meist weniger als 1 dB Verstärkungsabweichung. Diese MMIC-Verstärker sind mit Versorgungsspannungen unter 2,8 V, Stromaufnahmen bis herab zu 20 mA und winzigen Gehäusegrößen wie SOT-363 auch dann richtig, wenn Leistungsaufnahme und Platzbedarf besonders hohe Anforderungen stellen.

Besuchen Sie unsere Web Site, um genau den Verstärker zu finden, den Sie benötigen! Zu jedem Typ erhalten Sie ausführliche Informationen, wie Grenz- und Kennwerte, Diagramme und Abmessungen sowie S-Parameter. Bestellen Sie noch heute und staunen Sie, wie schnell wir liefern!

Mini-Circuits... wir definieren WERT neu!

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS9100

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly • For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

U.S. Patents
7739260, 7761442

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

476 Rev F

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

D-65760 Eschborn, Germany
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929
www.industrialelectronics.de
info@industrialelectronics.de

Mini-Circuits Europe

Registered in England No 1419461
Wharf Road, Frimley Green Camberley, Surrey GU16 6LF, England
Tel 0044-1252-832600 Fax 0044-1252-837010

municom®

D-83278 Traunstein, Germany
Tel. 0049-861-16677-0 Fax 0049-861-16677-88
info@municom.de www.municom.de

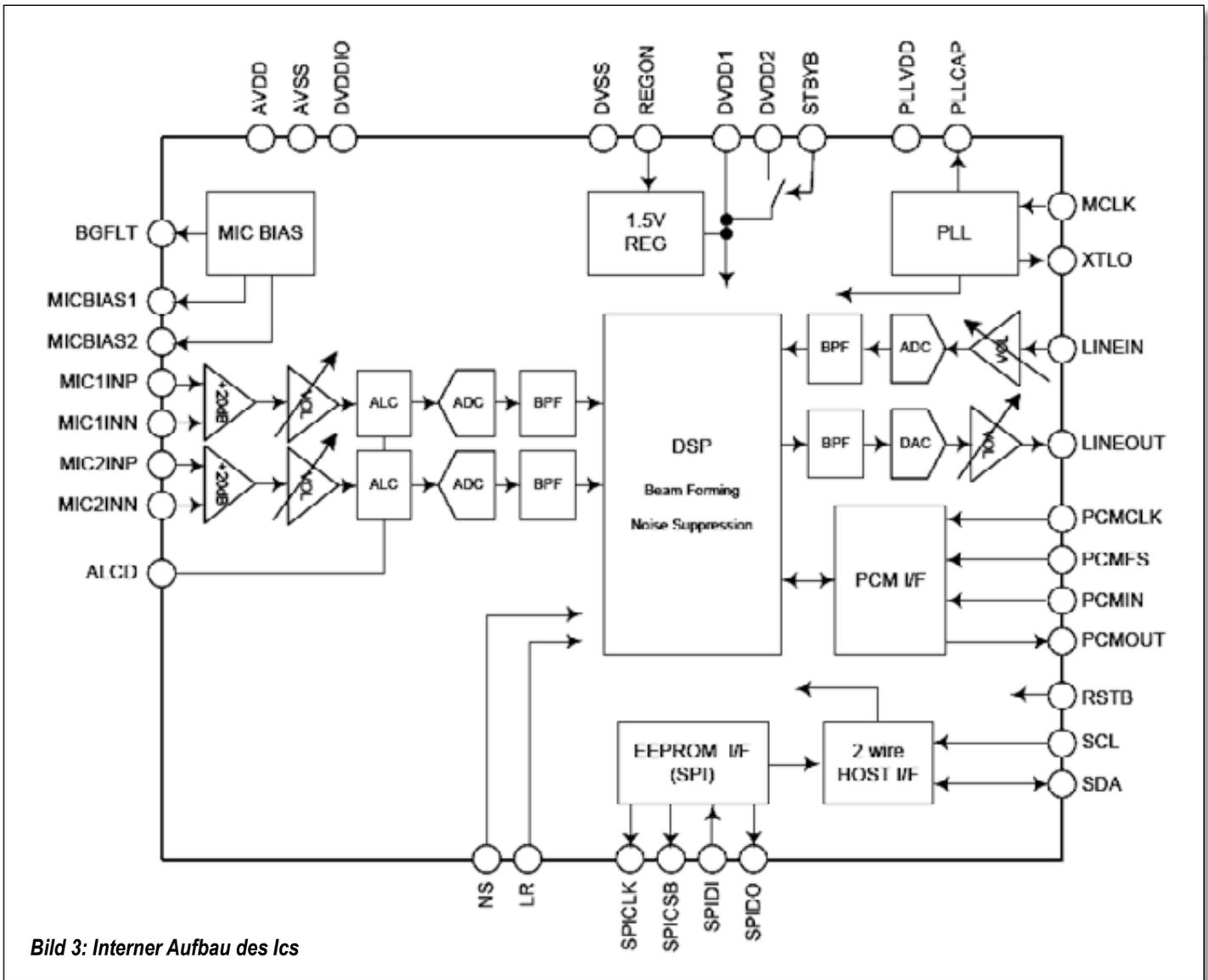


Bild 3: Interner Aufbau des Ics

Mit dem BU8332KV-M ist es gelungen, einen integrierten Baustein unter Verwendung der Richtwirkungs-Kontroll-Technologie von DIMAGIC Corporation zu entwickeln, der mit zwei omnidirektionalen Mikrofonen in 10 mm Abstand ein Kardioiden-Richtdiagramm erzeugt, das eine erhebliche Reduzierung der Umgebungsgeräusche bewirkt. Unerwünschte Geräusche werden durch eine spezielle „Strahlformungs-Technologie“ und eine Erhöhung der Empfindlichkeit längs der Richtwirkungsachse in Richtung auf den gewünschten Sound erreicht. Eine zusätzliche Rauschunterdrückungsfunktion ist ebenfalls vorhanden, um das restliche stationäre Rauschen entlang der Richtwirkungsachse im Hinblick auf größere Klarheit der Sprache zu unterdrücken. Das Ergebnis ist eine signifikant verbesserte Unterdrückung um 30 dB oder mehr, verglichen mit konventionellen Mikrofonen.

Der geringe Abstand der beiden omnidirektionalen Mikrophone von nur 10 mm Abstand macht diese Technik zudem auch für kompakte portable Geräte geeignet. Optimierte Verarbeitungsabläufe im IC reduzieren die Verzögerungszeit auf weniger als 10 ms während der Beam-Formierung, wodurch der Einfluss auf andere Applikationen minimiert wird. Die Signalverarbeitung ermöglicht dabei eine Reihe nützlicher Funktionen für universelle Einsetzbarkeit:

- Auswahl verschiedener polarer Richtdiagramme
- Einstellbare Schärfe der Richtwirkung über eine Zoom-Funktion
- Schaltbare Richtungsempfindlichkeit
- Rauschunterdrückung
- Eingebaute Mikrofonvorspannung und Vorverstärker

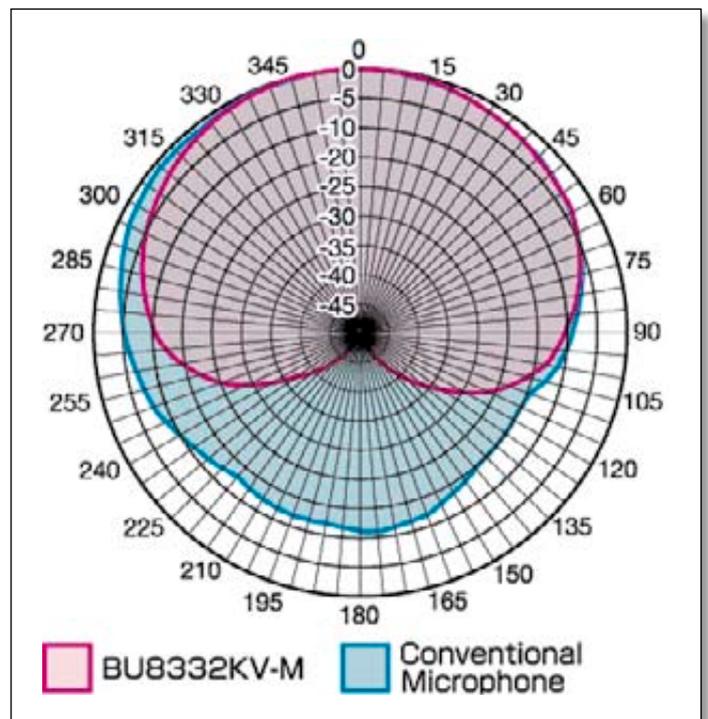


Bild 4: Vergleich der Richtwirkungen eines konventionellen Mikrophons und eines Mikrophons mit dem BU8332KV-M

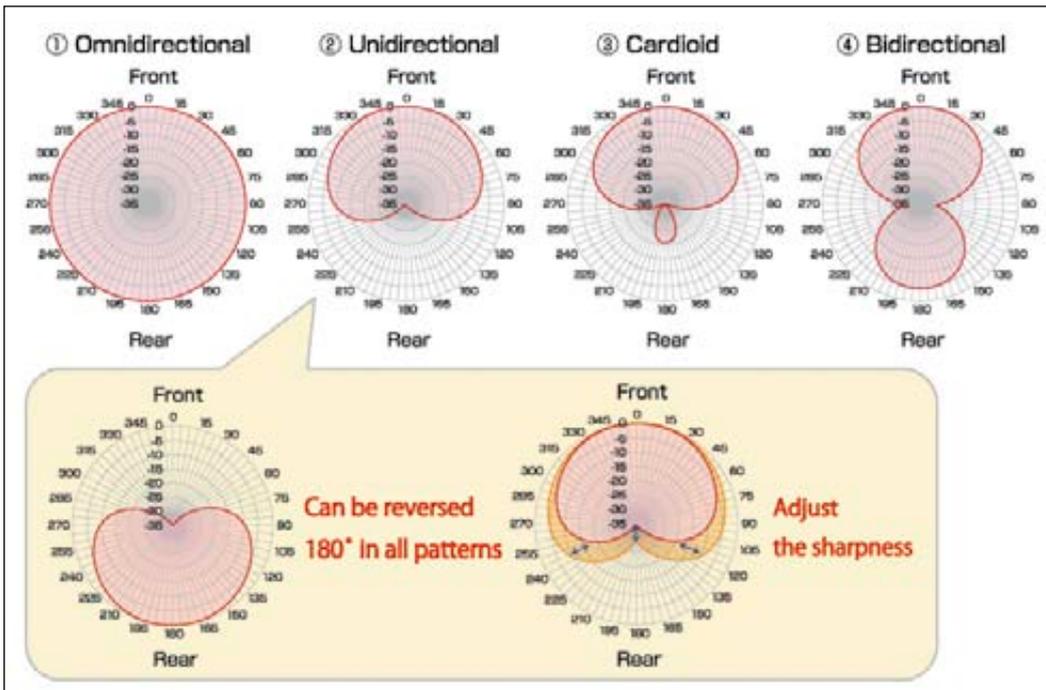


Bild 6: Steuerung des Richtdiagramms und der Richtschärfe

• PCM-Ausgang

Eine typische Anwendungsschaltung des BU8332KV-M zeigt Bild 2, Bild 3 zeigt den internen Aufbau im Detail.

Die wichtigsten technischen Merkmale des BU8332KV-M im Überblick:

1: Klarer Empfang durch Kardioiden-Richtdiagramm

Schärfere Richtwirkung im Vergleich zu konventionellen Mikrofonen wird durch eine

eigene Signalverarbeitungstechnologie erreicht. Töne an der Rückseite (180°) des Zielsounds (0°) werden erheblich unterdrückt, und zwar um 30 dB gegenüber konventionellen Mikrofonen (Bild 4). Zusätzlich können die Mikrophone jetzt in einem Abstand von nur 10 mm montiert werden.

2. Wesentlich größere Spracherkennungs-Effizienz

Das Umgebungsrauschen wird reduziert, ohne dass die Klang-

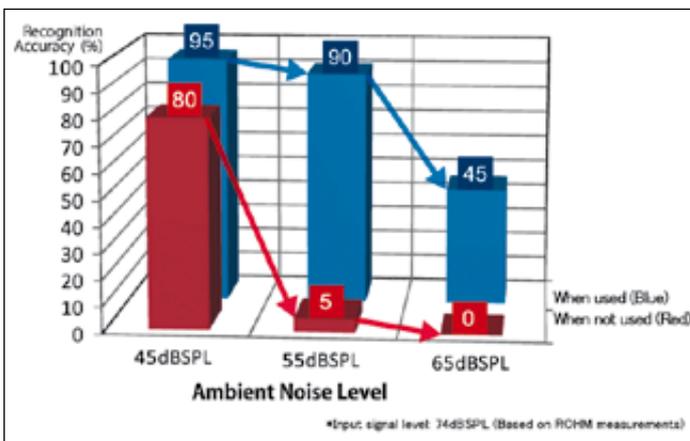


Bild 5: Spracherkennungs-Genauigkeit: Ohne den BUC8332KV-M sinkt die Spracherkennungs-Genauigkeit bei einem Geräuschpegel von 55 dB SPL drastisch ab. Mit dem IC wird eine Genauigkeit von 45% sogar noch bei 65 dB SPL erreicht.

qualität leidet, wodurch die Spracherkennungsgenauigkeit sogar in Umgebungen mit Umweltgeräuschen verbessert wird (Bild 5), und zwar von 5% auf 90% bei einem Umgebungsgeräuschpegel von 55 dB SPL.

3. Wählbares Richtdiagramm

Das Richtdiagramm kann auf vier verschiedenen Typen umgeschaltet werden. Es ist auch möglich, die Schärfe der Richtwirkung zu erhöhen und die Richtcharakteristik um 180° zu drehen. Diese Einstellungen können über Register-Einstellungen vorgenommen werden, ohne dass man die Position des Mikrophons ändern muss. Bild 6 zeigt die verschiedenen Richtdiagramme und die Wirkung der Einstellung der Richtschärfe.

■ ROHM
www.rohm.com/eu

Wainwright Instruments GmbH
HF-Filter • Mikrowellen-Filter • Diplexer • Multiplexer

Seit nun 34 Jahren entwickeln und fertigen wir in Deutschland HF & Mikrowellenfilter.
Auf unserer Webseite finden Sie tausende Standarddesigns mit ausführlichen Spezifikationen und Preisen. Selbstverständlich erstellen wir Ihnen auch Angebote über Filter, die Ihren Bedürfnissen genau angepasst sind. Wir liefern direkt an unsere Kunden und haben keinen Mindestauftragswert.

Diplexfilter (Cavity Design) Bandpass/Bandsperre
mit sehr steilen Flanken und hoher Sperrdämpfung für breitbandige Messungen der HF-Abstrahlung von Mobilfunk Basisstationen

Zum Beispiel:
WDCGV1930/1990-1920/2000-90/32+16S3
Band 1, Band Reject Section
90 dB min. von 1930 bis 1990 MHz
Flanken von nur 10 MHz
Einfügedämpfung: 2.0 dB max., 3.5 dB max. an den Passbandecken
Returnloss: 14 dB min.
Band 2, Band Pass Section
45 dB min. von DC bis 1920 MHz und von 2000 bis 4000 MHz
Einfügedämpfung: 3.0 dB max. @ Fo, 4.0 dB max. an den Passbandecken
Returnloss: 14 dB min.
Steckverbinder: SMA, N und andere möglich

Weitere Angaben und ein Angebot hierzu senden wir Ihnen gerne zu. Selbstverständlich erstellen wir Ihnen auch Angebote über andere Filter, die Ihren Bedürfnissen genau angepasst sind.

RoHS
Unsere Filter entsprechen den gültigen RoHS-Richtlinien

TÜV
AUSTRIA
ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001

PIM-Testing

www.wainwright-filters.com

Graf-Rasso-Str. 1
82346 Andechs
Germany

Tel.: +49 (0) 8152-9182-30
Fax: +49 (0) 8152-9182-55
E-Mail: info@wainwright-filters.com

Microchip stellt Bluetooth-Modul für Audio-Streaming vor

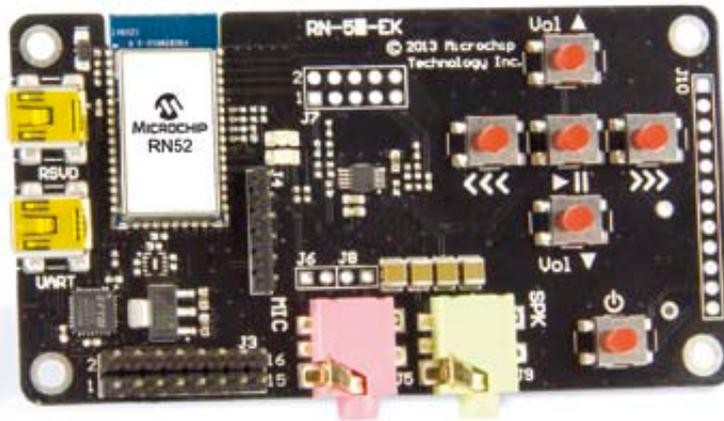


Bild 1: Bluetooth-Audio-Evaluation-Kit RN52



Bild 2: Bluetooth-Audio-Modul

Microchip erweitert mit einem zertifizierten Bluetooth-Audio-modul sein Portfolio an drahtlosen Komponenten, die das Streamen von Musik und Sprachen unterstützen. Das Modul

mit der Typenbezeichnung RN52 ist als kleines oberflächenmontierbares Gehäuse ausgeführt und hat einen extrem niedrigen Energieverbrauch. Es stellt Audio- und Datenprofile

Audio-Modul RN52

Eigenschaften

- vollständig qualifiziertes Bluetooth V3-Modul, kompatibel mit Bluetooth V2.1+EDR, 1.2 und 1.1
- Software-konfigurierbar durch Befehle über das UART-Konsolen-Interface
- GPIO-Pins ermöglichen MCUs effizienten Zugriff auf Kontroll- und Status-Funktionen
- Abmessungen: 13,5 x 26,0 x 2,7 mm
- Embedded Bluetooth-Profil: A2DP, AVRCP, HFP/HSP, SPP
- Differentieller Zweikanal-Audio-Ein- und -Ausgang für höchste Audioqualität
- Integrierter Verstärker für 16-Ohm-Lautsprecher
- UART (SPP) Dateninterfaces
- Externe Audio-Codex werden über S/PDIF- und I2S-Interfaces unterstützt
- RoHS konform
- Bluetooth SIG zertifiziert

Anwendungen

- 2-Kanal-Audio-Streaming mit hoher Qualität
- drahtlose Stereo-Kopfhörer
- drahtlose Audio-Docking-Station für Smartphones
- drahtlose Lautsprecher
- Fernsteuerung für Media-Player
- Medizinische Komponenten
- Computer-Zubehör

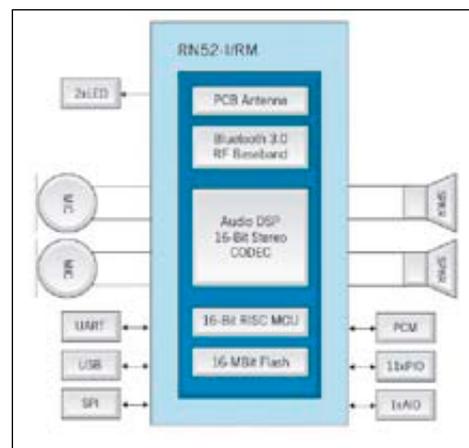


Bild 3: Blockdiagramm des RN52

gration des Stacks auf dem Modul stellt eine einfache und robuste Lösung dar, die mit jedem Mikroprozessor oder Mikrocontroller realisiert werden kann und dem Designer hilft, seine Anwendung schneller auf den

für den Bluetooth-Standard in allen Smartphone-Plattformen zur Verfügung. Diese Eigenschaften erleichtern es dem Designer, qualitativ hochwertige Ton- und Datenübertragung in seine drahtlose Anwendung zu übernehmen. Das sind drahtlose Stereolautsprecher, Kopfhörer, Freisprecheinrichtungen, medizinische Geräte und Computerzubehör. Die Vorteile der Funkübertragung und die rasch expandierenden Smartphone- und Tablet-Märkte fördern geradezu die Nachfrage nach drahtlosem Bluetooth-Zubehör. Microchips RN52-Modul, das auf der von Roving Networks erworbenen Technologie beruht, hat den Bluetooth-Stack an Bord. Die Inte-

Markt zu bringen. Der eingebaute Bluetooth-Stack des RN52 schließt die gängigen SPP-, A2DP-, HFP/HSP- und AVRCP-Profilen ebenso ein, wie das iAP für das iPhone und den iPod. Zusätzlich unterstützt das RN52 unterschiedliche Audio-codex, wie SBC, aptX, AAC und MP3. Um das Design von RN52-basiertem Bluetooth-Zubehör zu vereinfachen, hat Microchip das Bluetooth-Audio-Evaluierungskit RN-52-EK entwickelt. Das Bluetooth-Audio-modul RN52 hat die Bestellnummer RN-52-I/RM und ist ab sofort als kompaktes SMD lieferbar.

■ **Microchip**
www.microchip.com

EMV-Labor in Betrieb genommen



Seit Anfang des Jahres ist das Rosenberger EMV-Labor am Standort Fridolfing in Betrieb. Kernstück des EMV-Labors ist eine hochmoderne Absorberkabine, in der Störemissionsmessungen auf Komponentenebene nach EN 55025 (CISPR 25) sowie Störfestigkeitsprüfungen nach ISO 11452 durchgeführt werden. Die Absorberkabine ist mit Ferrit- und Hybridabsorbieren ausgekleidet, Mes-

sungen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 18 GHz sind sowohl mit Antenne, Koppelzange als auch mit Streifenleitung möglich. Darüber hinaus werden viele entwicklungsbegleitende Untersuchungen durchgeführt. Beispiele hierfür sind Messungen der Signalintegrität von Hochgeschwindigkeits-Datenverbindungen, Kopplungsmechanismen an Hochvoltsystemen oder das Abstrahlungsverhalten passiver und aktiver HF-Komponenten im Fernfeld. Entwicklungsbegleitende EMV-Messungen werden im Kundenauftrag auf Anfrage durchgeführt. Rosenberger ist zertifiziert nach ISO/TS 16949:2002, ISO 9001 und ISO 14001.

■ *Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG*
www.rosenberger.com

Messtechnik für Konformitätstests

Auf der EMV-Messe vom 5. bis 7. März 2013 in Stuttgart war auch dataTec mit Geräten vertreten, die speziell für Konformitätstests ausgestattet sind.

Neben den einschlägigen Spektrumanalysatoren der MXE-, CXA-, PXA-, MXA-Serien, den Vektor-Signalgeneratoren der EXG- und MXG-Serien als Stimulus für die zu testenden Schaltungen und Geräte und den Netzwerkanalysatoren der ENA-Serien von Agilent zeigte dataTec alle Gerätekombinationen inklusive der einschlägigen Optionen und der möglichen Software-Pakete.

Speziell der EMI Receiver N9038A aus der MXE-Serie wurde in Verbindung mit einer Netznachbildung und Antennen für die gestrahlte als auch leitungsgebundene Compliance-Analyse vorgeführt. Zusätzlich zeigte man USB-Power-Sensoren und an einem Messplatz, wie diese zu Störfestigkeitsmessungen eingesetzt werden können.

Um aufzuzeigen, wie eine ganzheitliche Betrachtung des DUT von der Pre- und Full-Compliance-EMV-Messungen bis zur Analyse des Prüflings mit Spektrumanalysatoren, Oszilloskopen und Impedanzmetern aussehen kann, stellte dataTec weitere Geräte aus, wie Oszilloskope der Serien 3000 X, 9000A / H und die neue Serie

der 4000 X. Mit diesen Geräten und auch den neuen Nahfeldsonden werden die Lösungen möglich, die in Verbindung mit Compliance-Tests Fehler im DUT finden.

Auch die Netznachbildung HM-050-2D von Hameg war zu sehen. Zum ersten Mal zeigte dataTec die Netzwerk- und Spektrumanalysatoren der FieldFox-Serie von Agilent. Sie eignen sich besonders für den mobilen Einsatz, sind aber von ihrer Genauigkeitsklasse den großen „Brüdern“ ebenbürtig. Abgerundet wurde das Ausstellungsprogramm durch eine Vielzahl von Handheld-Geräten, wie Multimeter, Scopes und Thermografiekameras.

Hervorzuheben ist der neue Spektrumanalysator PXA N9030A von Agilent mit den entsprechenden Optionen. Diese verwandeln den PXA N9030A in einen Real-Time-Spektrumanalysator und ermöglichen es, Signale mit einer minimalen Dauer von 3,57 μ s zu erfassen und darzustellen, und das bis in einen Frequenzbereich von 50 GHz, einer Messbandbreite von 85 oder 160 MHz (je nach Option) und mit einer Empfindlichkeit von -157 dBm bei 10 GHz.

■ *dataTec GmbH*
info@datatec.de
www.datatec.de

EMV-MESSTECHNIK

Echtzeit-Spektrumanalysatoren
Feldstärkemessgeräte
Leistungsverstärker
Breitbandverstärker
ESD, Surge, Burst
SAR-Mess-Geräte
Messem Empfänger
EMV-Systeme
GTEM-Zellen
Stromzangen
Antennen
Software

HF-KOMPONENTEN

Hohlleiter-Komponenten
PIN-Dioden-Schalter
Dämpfungsglieder
Leistungssteiler
Koax-Adapter
Vorverstärker
Kalibrier-Kits
Richtkoppler
DC-Blocks
Bias Tees
HF-Kabel
Mischer
Filter

Synthesizer
Schaltfelder
Antennentester
Pulsgeneratoren
Leistungsmesser
Referenzquellen
GPS-Simulatoren
Signalgeneratoren
Rauschgeneratoren
Pattern-Generatoren
Netzwerkanalysatoren
Spektrumanalysatoren
LWL-Datenübertragungssysteme
Highend-Frequenzzähler (Timer)

HF- UND μ W-MESSTECHNIK

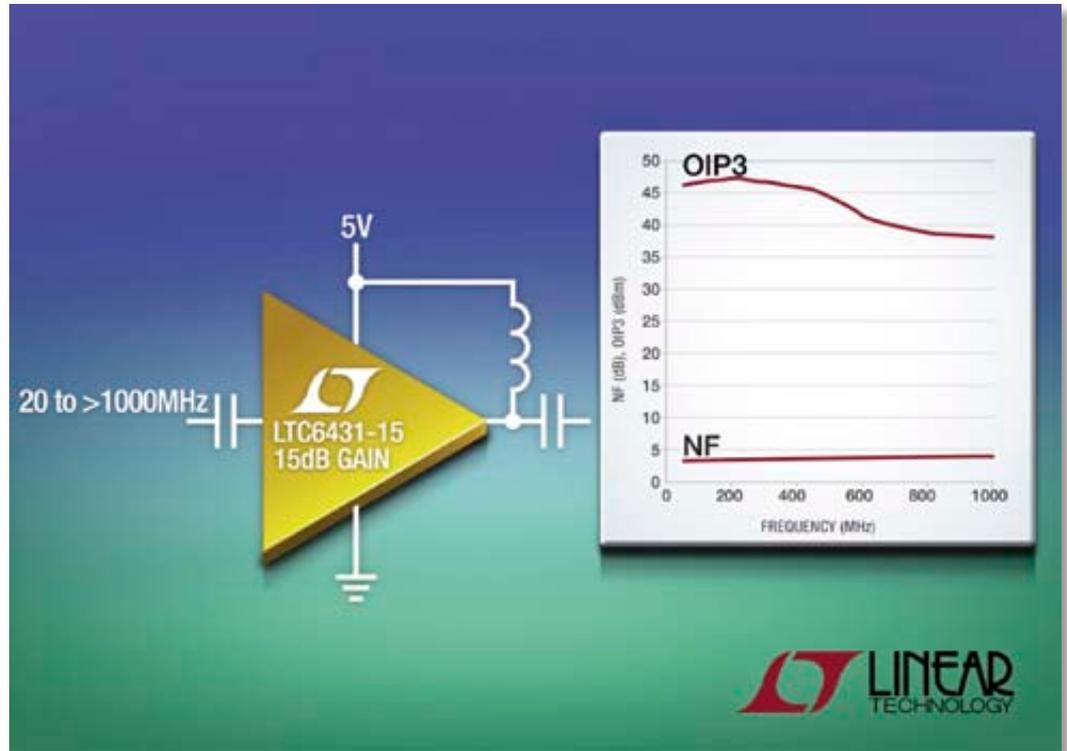


EMCO
ELEKTRONIK GMBH

Tel. 089-895 565 0 * Fax 089-895 90 376
Email: info@emco-elektronik.de
Internet: www.emco-elektronik.de

Vielseitig einsetzbarer, hochlinearer IF-Verstärkerblock

Der LTC6431-15 von Linear Technology liefert im Bereich von 20 MHz bis 1 GHz und darüber in einer 50-Ohm-Umgebung eine Verstärkung von 15,5 dB und erreicht eine hohe Dynamik. Er wird in einem modernen SiGe-BiCMOS-Prozess hergestellt und ist in zwei Graden A und B erhältlich.



Bei der A-Ausführung erreicht der vollständig getestete LTC6431-15 einen OIP3 von 47 dBm bei 240 MHz, wobei mindestens 44 dBm garantiert werden.

Der Verstärker hat eine Rauschzahl von 3,33 dB, was einem auf den Eingang bezogenen Verstärkerrauschen von 1 nV/√Hz entspricht. Der Leistungsverbrauch beträgt weniger als 450

mW. Diese Kombination aus niedrigem Rauschen und geringen Verzerrungen sorgt für den großen Dynamikbereich, der für Hochleistungs-ZF-Kommunikation und CATV-Anwendungen benötigt wird.

Die auf dem Chip befindliche Biasspannungserzeugung und die Temperatur-Kompensation sorgen dafür, dass die hervor-

ragenden Daten des Verstärkers auch bei Änderungen der Umgebungsbedingungen erhalten bleiben.

Der LTC6431-15 ist leicht einzusetzen. Er arbeitet unter allen Anschlussbedingungen unbedingt stabil. Ein- und Ausgang sind intern auf 50 Ohm abgeglichen, so dass lediglich wenige externe Bauelemente wie DC-Abblockkondensatoren und eine RF-Bias-Drossel benötigt

Linear Technology
www.linear.com

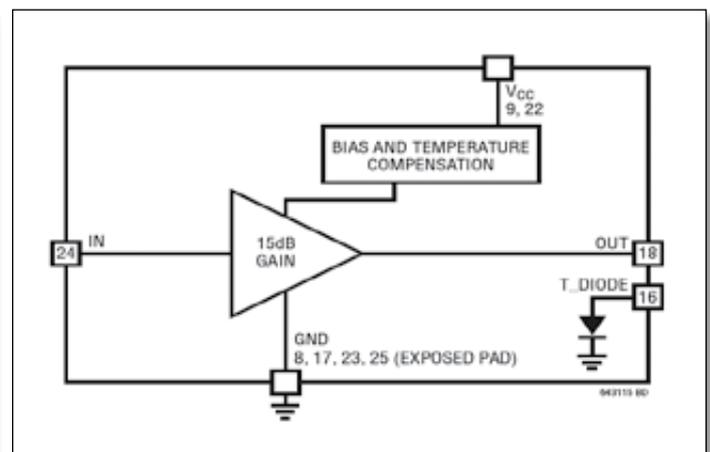
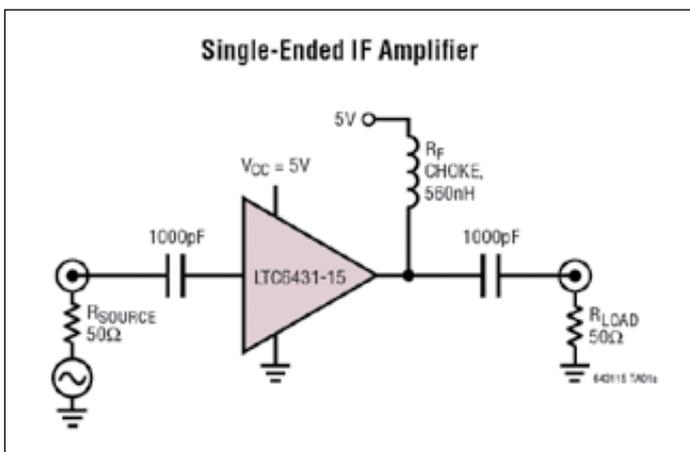


Bild 1: Der LTC6431-15 als unsymmetrischer ZF-Verstärker

Bild 2: Blockdiagramm des lcs

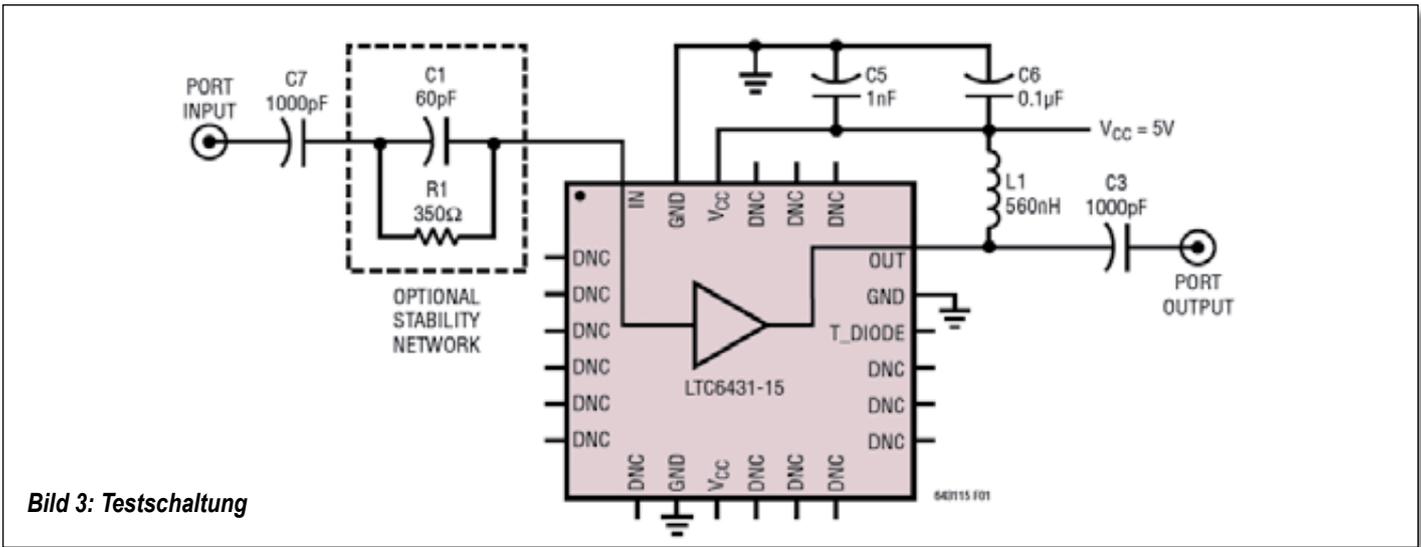


Bild 3: Testschaltung

Technische Daten des LTC6431-15

Bandbreite	20 MHz bis 1700 MHz
Leistungsverstärkung	15,5 dB
OIP3 bei 240 MHz	A: 47 dBm typ., 44 dBm min B: 45,5 dBm typ.
Rauschzahl	3,33 dB bei 240 MHz
S11	<-15 dB bis zu 1,2 GHz
S22	<-15 dB bis zu 1,2 GHz
Linearer Ausgangshub	>2 Vpp
Ausgang	50 Ohm, unsymmetrisch
P1dB	20,6 dBm
Betriebsspannung	5 V, 90 mA
Unbedingt stabil	
Gehäuse	4 x 4 mm, 24-lead QFN-Gehäuse

werden. Bei Betrieb an einer einzelnen Spannung von 5 V liefert er einen Ausgangsspannungshub von mehr als 2 V. Die P1dB beträgt typisch 20,6 dBm, die Linearität bleibt erhalten bis zu 17 dBm Ausgangsleistung.

einem Pad für bestes thermisches Verhalten und niedrige Induktivität untergebracht. Er ist für Betrieb bei -40 °C bis +85 °C Gehäusetemperatur spezifiziert.

Der LTC6431-15 ist in einem 4 x 4 mm QFN-24-Gehäuse mit

Mögliche Anwendungen sind beispielsweise der Einsatz als unsymmetrischer ZF-Verstärker, als ADC-Treiber oder als Verstärker im Kabelfernsehen.

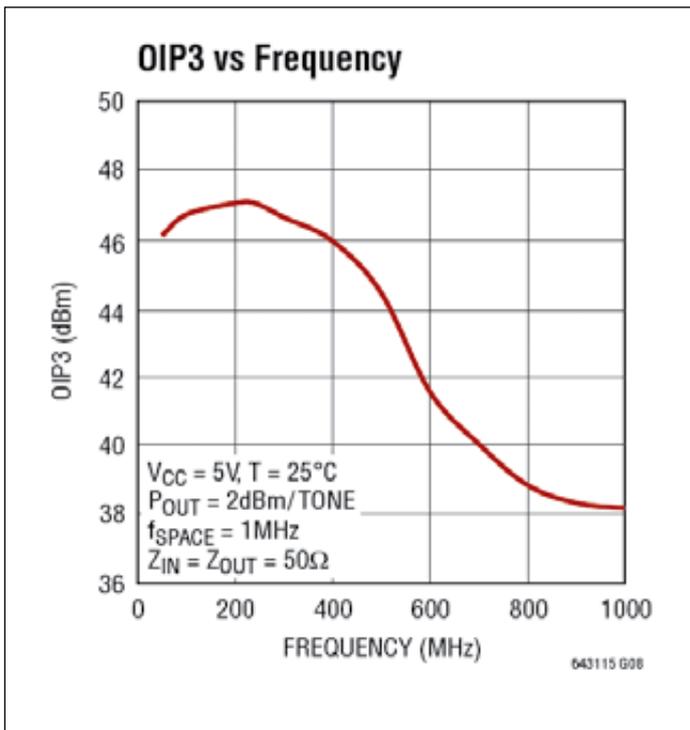


Bild 4: OIP3 in Abhängigkeit von der Frequenz

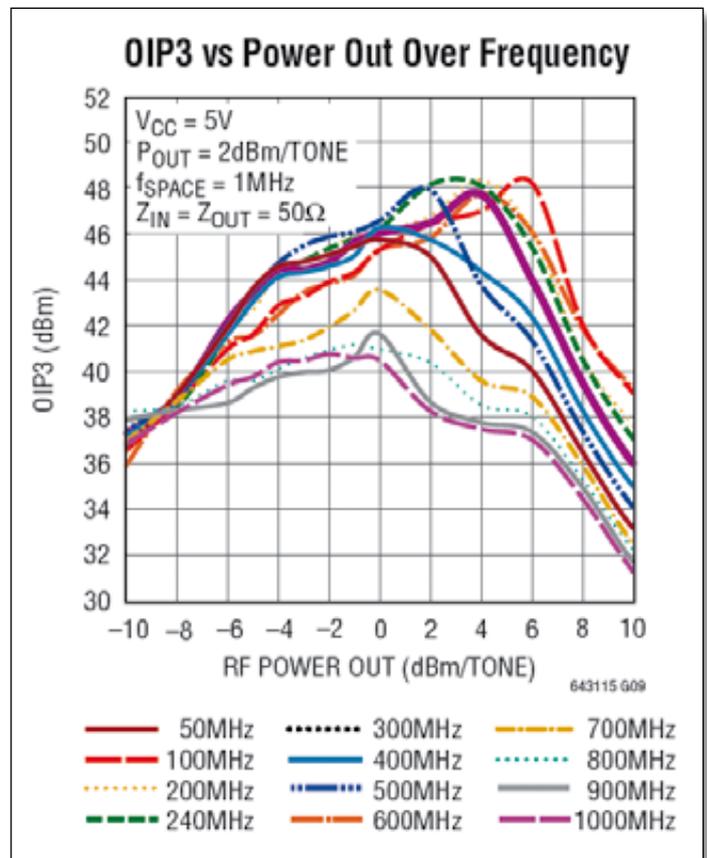


Bild 5: OIP3 in Abhängigkeit von der Leistung über der Frequenz

Moderne Mini-Quarze ermöglichen hohe Grundtonfrequenzen

Neue Produkte der Firma Petermann-Technik sind eindrucksvolle Beispiele dafür, dass die Entwicklung von Schwingquarzen in den letzten Jahren weitere Fortschritte gemacht hat.

Während man mit konventionellen Bauweisen von Schwingquarzen einen Grundtonbetrieb nur bis maximal 30 MHz ermöglichen kann, ist mit modernen Mini-Quarzen der Grundwellenbetrieb bis etwa 60 MHz realisierbar. Petermann-Technik bietet günstige Lösungen, gepaart mit technischen Dienstleistungen.

48-MHz-Grundtonquarz für USB



Immer mehr USB-ICs können mit einem 48-MHz-Grundtonquarz anstatt einem Quarzoszillator getaktet werden. Im zwischenzeitlich günstigsten Mini-SMD-Keramikgehäuse mit den Abmessungen 3,2x2,5 mm² erhält man von Petermann-Technik Grundtonquarze bis 60 MHz der Serie SMD03025/4.

Die in Reinräumen gefertigten Quarze verfügen über einen Keramikkörper mit verschweißtem Kovardeckel. Damit lassen sich Frequenztoleranzen ab 8ppm mit einer Alterung von 1ppm pro Jahr sehr günstig fertigen und für Temperaturbereiche von bis zu -40/+125 °C liefern.

Für Bluetooth-Applikationen können 48-MHz-Grundtonquarze mit den Standard-Lastkapazitäten 10, 12, 18 und 20 pF oder anhand von Kundenvorgaben geliefert werden.

Die Low-Cost/High-Performance-Mini-SMD-Quarze der Serie SMD03025/4 bietet dem Anwender vielfältige Vorteile. Eine AECQ200-Qualifizierung ist kein Problem.

Low-Cost-Mini-Quarze für Bluetooth LE



Der Vertikalmarkt Bluetooth Low Energy wächst weiter sehr stark. Gepaart mit einer sehr umfangreichen Entwicklungsunterstützung, bietet Petermann-Technik Low-Cost-Mini-SMD-Quarze im Keramikgehäuse 3,2x2,5 mm² mit sehr engen Frequenztoleranzen an.

Die in Reinräumen gefertigten höchstqualitativen SMD-Quarze können im Frequenzbereich von 12 bis 60 MHz im Grundton und mit Frequenztoleranzen ab 10 ppm geliefert werden.

Arbeitstemperaturbereiche sind von 0/+40 °C bis -40/+125 °C möglich. Selbstverständlich kann jeder Quarz der Serie SMD03025/4 anhand der Automotive-Norm AECQ200 qualifiziert werden.

Für das 32,768-kHz-Clocking von Bluetooth-Low-Energy-Chipsets bietet das Produktspektrum der Petermann-Technik zum Beispiel Quarze im 3,2x1,5 mm² messenden Keramikgehäuse mit 20 ppm und den Standardlastkapazitäten von 7, 9 und 12,5 pF an. Diese Quarze sind auch mit Frequenztoleranzen ab 10ppm lieferbar.

Werden noch kleinere Quarze benötigt, kann der Kunde das 2x1,6x0,45 mm messende Keramikgehäuse (Serie SMD02016/4 – 24...50 MHz Grundton) oder das 1,6x1,2x0,3 mm messende Gehäuse (Serie SMD01612/4 – 32...52 MHz Grundton) ver-

wenden. Die Pendants mit 32,768 kHz können auch im 2,05x1,2x0,6 mm³ großen Gehäuse der Serie SMD02015 geliefert werden.

Low-Cost-Mini-Quarze für TI CC2540



Speziell auf den Bluetooth-Low-Energy-Baustein CC2540 von Texas Instruments abgestimmte Mini-Low-Cost-SMD-Quarze in Keramikgehäusen mit den Abmessungen 3,2x2,5 und 2,5x2 mm² mit 32,000 MHz bietet man ebenfalls an.

Für Schmalbandkonzepte sind Standard-Frequenztoleranzen ab 10ppm lieferbar. Zudem verfügen die Quarze über eine Alterung von 10ppm nach zehn Jahren und sind in den Arbeitstemperaturbereichen von 0/+40 °C bis -40/+125 °C verfügbar. Für das 32,768-kHz-Clocking gibt es zum Beispiel Quarze im 3,2x1,5 mm² großen Keramikgehäuse mit 20ppm und den Standardlastkapazitäten von 7, 9 und 12,5 pF an, ebenfalls mit Frequenztoleranzen ab 10ppm lieferbar.

Mehr für den Kunden

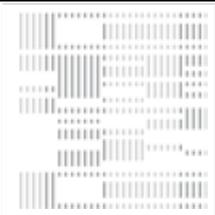
Darüber hinaus bietet der Leistungskatalog der Petermann-Technik Applikationsanalysen, Schaltungsanalysen, Schaltungsentwicklung, Schaltungssimulationen und Design-in-Support – getreu dem Firmenmotto „Your Success is our Mission“. Auch Referenzdesigns stehen zur Verfügung.

■ Petermann-Technik GmbH
info@petermann-technik.de
www.petermann-technik.de



Telemeter Electronic

- Temperaturmanagement
- Industriekomponenten
- Messtechnik
- HF-/Mikrowellentechnik
- Luftfahrtelektronik
- Entwicklung und Service



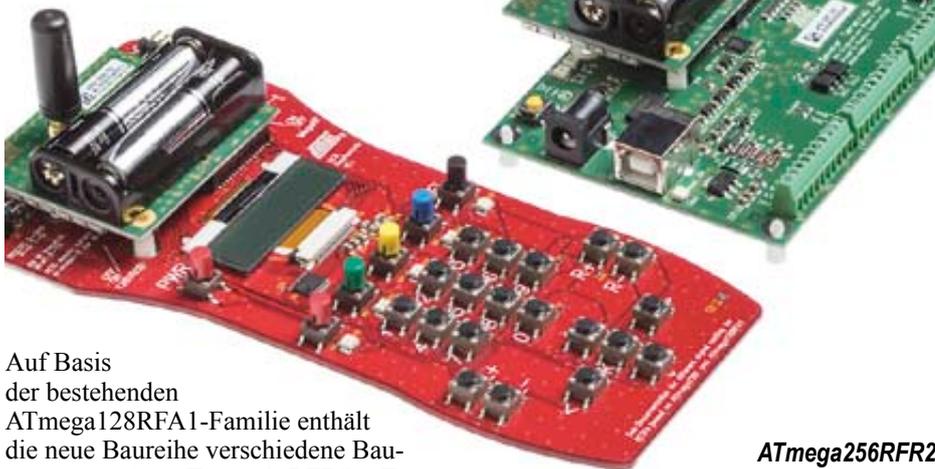
Link zu:
Telemeter Electronic GmbH
HF-/Mikrowellentechnik

Wir liefern Lösungen ...

www.telemeter.info

Strom sparende Wireless-MCU für 2,4 GHz

Atmel Corp. kündigte mit der Reihe Atmel ATmegaRFR2 AVR seine nächste Generation Strom sparender Single-Chip-Wireless-MCU-Lösungen für weltweite Anwendungen im 2,4-GHz-ISM-Band an.



Auf Basis der bestehenden ATmega128RFA1-Familie enthält die neue Baureihe verschiedene Bausteine, wie den ATmega64RFR2, ATmega128RFR2 und ATmega256RFR2 mit neuen Speicherderivaten, die einen kleineren 64K- bis hin zum größeren 256K-Baustein enthalten.

Die ATmegaRFR2-Reihe bietet führende Leistungsmerkmale, wie z.B. geringe Stromaufnahme mit Hardware-Assist-Funktion, hohe HF-Performance und zusätzliche Speicheroptionen. Damit werden die heutigen Anforderungen im Wireless-Bereich erfüllt. Die neuen Single-Chip-Wireless-MCUs bieten <6 mA Stromaufnahme im Listen-Modus, <14,5 mA im Sendemodus sowie <1,5 μ A im Deep-Sleep-Modus und somit bis zu 50% weniger Stromaufnahme als andere Bausteine am Markt.

Die neue Baureihe bietet auch einen Betrieb mit 1,8 V bei 16 MHz und einen Betriebstemperaturbereich bis 125 °C. Damit eignet sie sich für den Einsatz in anspruchsvollen Umgebungen, wie z.B. funkgesteuerten Beleuchtungsregelungen.

Um Wireless-Designs weiter zu vereinfachen und zu beschleunigen, steht ein Wireless Composer über Atmels Studio 6 Gallery bereit, dem neuen App-Store von Atmel, der mit einer wachsenden Anzahl von Erweiterungen und Plug-ins ausgestattet ist. Der Wireless Composer bietet eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) für die HF-Leistungsmessung mit dem ATmegaRFR2 Evaluierungskit. Weitere Informationen über den Composer unter www.atmel.com/studio.

Atmels ATmegaRFR2-Bausteine können zusammen mit proprietären Kommunikations-Stacks und Lösungen nach IEEE 802.15.4 verwendet werden. Atmel hat für

**ATmega256RFR2
Evaluierungskit**

seine neue ZigBee-Light-Link-Referenzimplementierung bereits den Golden Units Status der ZigBee Alliance erhalten. Die neue Baureihe eignet sich auch für andere ZigBee-PRO-konforme Wireless-Netzwerke, die auf ZigBee Home Automation (ZHA), ZigBee Building Automation (ZBA) oder ZigBee Smart Energy (ZSE) basieren. Die Atmel ZigBee PRO und ZigBee RF4CE Referenzimplementierungen stehen kostenlos als Download über Atmel zur Verfügung.

Zu den weiteren wichtigen Leistungsmerkmalen der ATmegaRFR2-Reihe zählen:

- hardwareunterstützte RPC-Funktion (Reduce Power Consumption) im Listen-Modus
- HF-Link-Budget mit 103,5 dB
- verbesserte Link-Effizienz und Zuverlässigkeit mit Receive Override
- verbesserte Kanalmaske auf CH25/CH26
- Datenraten bis zu 2 MBit/s
- Antennen-Diversity
- AES-128-Bit-Verschlüsselungs-Engine für schnelle Datenkommunikation

Das ATmega256RFR2-Evaluierungskit ist ebenfalls erhältlich unter <http://store.atmel.com>. Das Kit enthält zwei Funk-Controllerboards mit einem ATmega256RFR2-Baustein und einen voll funktionstüchtigen, tragbaren Funkknoten, ein Sensor-Terminal-Board und ein Fernsteuerungsboard, das die Demonstration/Evaluierung von Fernsteuerungsanwendungen ermöglicht.

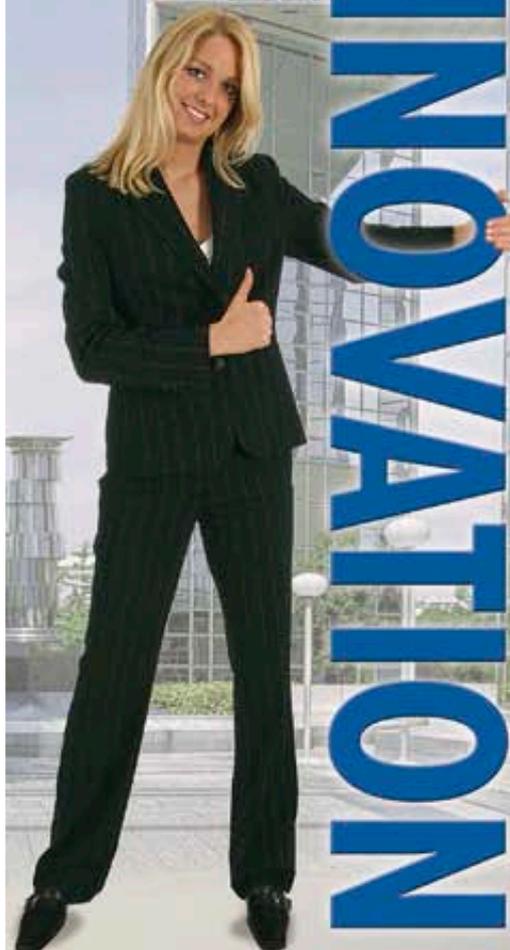
■ **Atmel Corp.**
www.atmel.com



Quarze Oszillatoren Filter

Innovation ist der Motor des Fortschritts. Wir halten ihn am Laufen - durch neue Ideen, neue Technologien und neue Produkte „Made in Germany“ - und das seit 60 Jahren!

LEADERSHIP DURCH



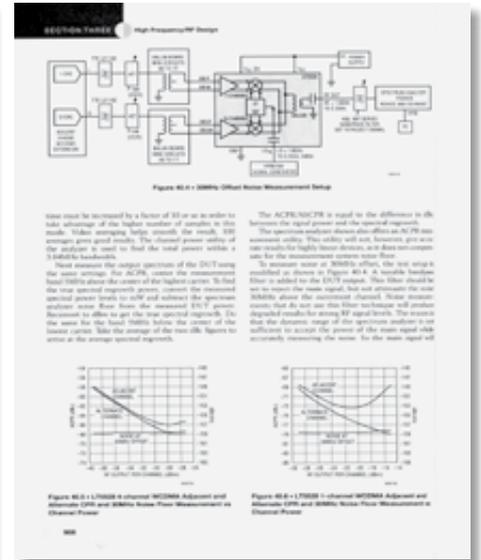
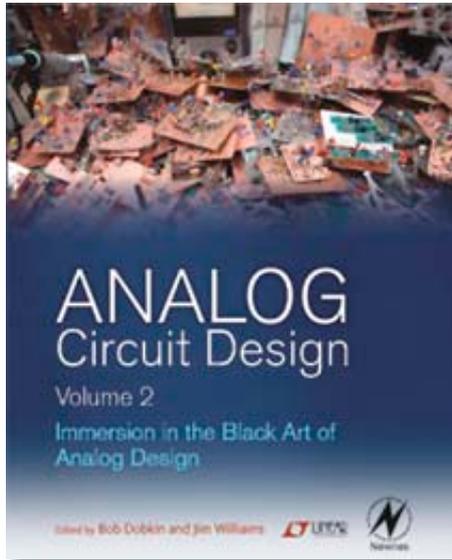
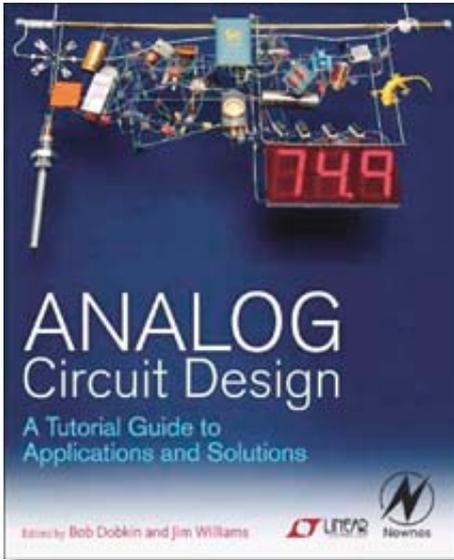
KVG Quartz Crystal Technology GmbH
Waibstadter Str. 2-4
D-74924 Neckarbischofsheim
Telefon: +49 (0) 7263/ 648-0
Fax: +49 (0) 7263/ 6196
www.kvg-gmbh.de

Analog Circuit Design, Vol. 1 und Vol. 2

Diese beiden Bücher sind für den Entwicklungsingenieur, der im Bereich Analogtechnik arbeitet, eine umfangreiche, wertvolle Fundgrube zu unzähligen aktuellen Problemen der Analogentwicklung. Die umfangreichen Bücher sind aus technischen

Applikationsberichten von Linear Technology zusammengestellt.

Ein Überblick über die behandelten Themenbereiche macht weitere Kommentare zur praktischen Nutzbarkeit überflüssig.



Analog Circuit Design, Vol. 1

A tutorial Guide to Applications and Solutions

Bob Dobkin, Jim Williams, Herausgeber, zahlreiche Autoren

Vol 1: 932 Seiten, Hardcover, Format 215 x 280 mm, Elsevier/Newnes, 2011,

ISBN 978-0-12-385185-7

Band 1:

Part 1: Power Management

- Section 1: Power Management Tutorials
- Section 2: Switching Regulator Design
- Section 3: Linear Regulator Design
- Section 4: High Voltage and High Current Applications
- Section 5: Powering Lasers and Illumination Devices
- Section 6: Automotive and Industrial Power Design

Part 2: Data Conversion, Signal/Conditioning and High Frequency/RF

- Section 1: Data Conversion
- Section 2: Signal Conditioning:
- Section 3: High Frequency/RF Design: LT5528 WCDMA, ACPR, AltCPR and noise measurements; Measuring phase and delay errors accurately in I/Q-Modulators

Analog Circuit Design, Vol. 2

Immersion in the Black Art of Analog Design

Vol 2: 1268 Seiten, Hardcover, Format 215 x 280 mm, Elsevier/Newnes 2012, ca. 68 €, ISBN 978-0-12-397888-2

Band 2:

Part 1: Power Management

- Section 1: Power Management Tutorials: Performance Enhancement Techniques for 3-Terminal Regulators; Transient Load Testing for Voltage Regulators, A closed-loop wideband, 100 A active load
- Section 2: Switching Regulator Design: Some thoughts on DC/DC-Converters, Theoretical Considerations for Buck Mode Switching Regulators
- Section 3: Linear Regulator Design: High Efficiency Linear Regulators
- Section 4: High Voltage and High Current Applications
- Section 5: Powering Illumination Devices: A fourth Generation of LCD-Backlight Technology, Simple circuitry for Cellular Telephone/Camera Flash Illumination
- Section 5: Automotive and Industrial Power Design

Part 2: Data Conversion, Signal Conditioning and High Frequency/RF

- Section 1: Data Conversion
- Section 2: Signal Conditioning: Designs for High Frequency Voltage-to-Frequency Converters, Composite Amplifiers, Filter-CAD Users Manual, Wideband Amplifiers, An Introduction to Acoustic Thermometry
- Section 3: High Frequency/RF Design: Low Noise Varactor Biasing with switching Regulators; Low Cost Coupling Methods for RF Power Detectors Replace Directional Couplers
- Improving the Output Accuracy over Temperature for RMS Power Detectors

Part 3: Circuit Collections

- Circuit Techniques for Clock sources
- Measurement and Control Circuit Collection
- Video Circuit Collection
- Practical Circuitry for Measurement and Control Problems
- Circuitry for Signal Conditioning and Power Conversion
- Signal Sources, Conditioners and Power Circuitry
- Current Sense Circuit Collection
- Power Conversion, Measurement and Pulse Circuitry

Neue Maßstäbe in punkto Zuverlässigkeit von Hochtemperatur-Oszillatoren

Eine gleichbleibend hohe Stabilität von ± 25 ppm über einen extrem weiten Betriebsbereich von -55 bis $+125^\circ\text{C}$ und ein Stromverbrauch von unter 4 mA zeichnen den neuen, von MSC auf der embedded world in Halle 02, Stand 219 vorgestellten Hochtemperatur-Oszillator SiT8920 von SiTime aus.

Auch mit 50.000 g Schock- bzw. 70 g Vibrationsfestigkeit, einer Vibrationsempfindlichkeit von $0,1$ ppb/g und einer MTBF von $500.000.000$ Stunden (2 FIT) setzt der Baustein neue Maßstäbe in punkto Zuverlässigkeit. Eine spezielle Technologie zur Steuerung der



Flankensteilheit ermöglicht außerdem ohne jegliche zusätzliche Maßnahmen eine deutliche Verringerung der EMI-Abstrahlung. Der uneingeschränkt als Ersatz für gängige Quarzoszillatoren einsetzbare SiT8920 ist in fünf Standard-Gehäusevarianten mit Abmessungen von $2,0 \times 1,6$ mm², $2,5 \times 2,0$ mm², $3,2 \times 2,5$ mm², $5,0 \times 3,2$ mm² und $7,0 \times 5,0$ mm² verfügbar, ausführliche Informationen können unter frequency-sitime@msc-ge.com angefordert werden.

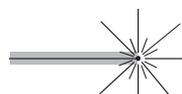
■ **MSC Vertriebs GmbH**
frequency-sitime@msc-ge.com
www.msc-ge.com

SMD-Speicherdrosseln

Die Viking Tech Corp. stellte die magnetisch ungeschirmte SMD-Speicherdrosseln der PD-Serie vor. Vertrieben werden sie von der WDI AG. Diese Serie zeichnet sich durch hohe Leistungsdichte und sehr niedrige innere Widerstände ab 8 mOhm aus. Sie ist damit optimal geeignet für DC/DC-Schaltregler. Weitere Anwendungsmöglichkeiten finden sich in der Funkentstörung, in LCD-TVs, in Notebooks, Handhelds und industriellen Stromversorgungen. Die Ver-

treter der PD-Serie gibt es mit Werten von $0,47$ bis 1.000 μH bei 20% oder 30% Toleranz. Der Nennstrom ist zwischen 100 mA und 40 A spezifiziert. Die fünf Standardbaugrößen entsprechen denen von anderen Herstellern und reichen von Bauform 1608 ($6,6 \times 4,45$ mm²) über 3316 ($13,2 \times 9,9$ mm²) bis 5022 ($22,35 \times 16,26$ mm²).

■ **WDI AG**
info@wdi.ag
www.wdi.ag



SI

... die bessere Technik

NEU

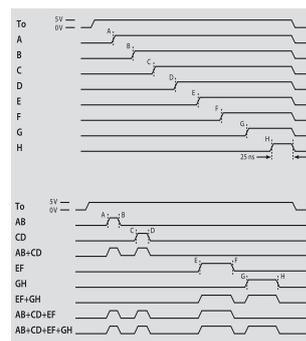
PULS-/VERZÖGERUNGSGENERATOREN • HF-SINUS- UND TAKTGENERATOREN



- GPIB-, RS232- und Ethernet Schnittstelle
- Ausgangsamplituden: Variabel $0,5 \dots 5$ V/50 Ω , CMOS, $0 \dots 30$ V (optional)
- schnelle Anstiegszeit von < 100 ps
- halbe 19"-Gehäusebreite

Puls-/Verzögerungsgeneratoren

- 8 Verzögerungskanäle
- 4 Pulsbreitenkanäle
- Frequenzbereich: 100 $\mu\text{Hz} \dots 10$ MHz
- Auflösung: 1 μHz
- Betriebsarten: kontinuierlich, Einzelschuss, Burst (Pulspaket)
- interner und externer Trigger
- Verzögerungsbereich: $0 \dots 2000$ s
- Verzögerungsauflösung: 5 ps
- Quarz-, OXCO- oder Rubidium-Zeitbasis
- Stabilität bis 10^{-10} ($20 \dots 30^\circ\text{C}$)
- Pulskombinationsausgänge

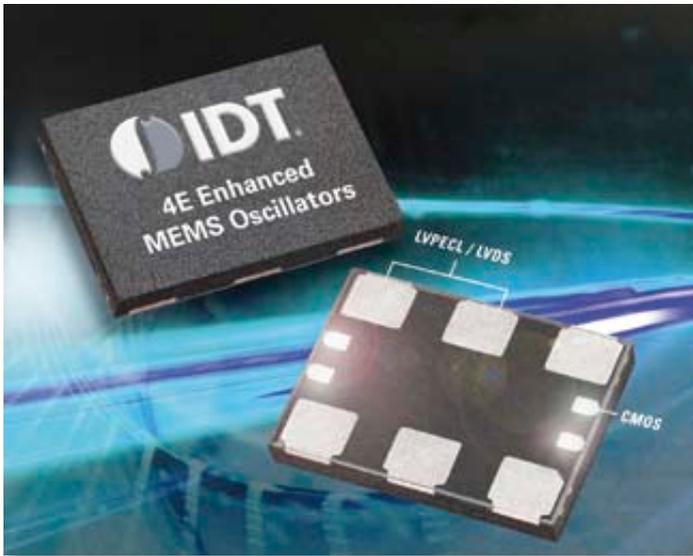


Hochfrequenzsinus-/Taktgeneratoren

- DC bis $2, 4, 6$ oder 8 GHz
- Auflösung: 1 μHz
- Phasenrauschen: -116 dBc/Hz (20 kHz Offset, 1 GHz)
- Ausgang: $-110 \dots 13$ dBm/50 Ω
- AM, FM, PM, \emptyset M und Sweep

SI Scientific Instruments GmbH · Postfach 1326 · 82198 Gilching · Tel.: 08105/7794-0 · Fax: 08105/7794-22 · Email: Info@SI-GmbH.de · Internet: www.SI-GmbH.de

Hochleistungsfähiger Quad-Frequency-MEMS-Oszillator



Integrated Device Technology Inc. stellte den ersten hochleistungsfähigen Quad-Frequency-MEMS-Oszillator mit mehreren synchronen Ausgängen vor.

Die Bausteine bieten konfigurierbare Ausgänge im Standardgehäuse/Footprint und sparen

Platz auf der Leiterplatte sowie Stücklistenkosten in Kommunikations-, Netzwerk-, Storage-, Industrie- und FPGA-Anwendungen ein.

IDTs 4E-MEMS-Oszillatoren (50ppm) bieten einen LVDS- oder LVPECL-Ausgang mit

einem synchronen CMOS-Ausgang in einem Baustein. Damit erübrigt sich ein externer Quarz oder zweiter Oszillator.

Die neuen Oszillatoren sind mit Frequenzen bis 600 MHz erhältlich, vereinfachen Schaltungen und verringern die Stückliste in hochleistungsfähigen Anwendungen, die eine LVDS- oder LVPECL-Frequenzquelle benötigen.

Die Bausteine bieten auch zwei Steuereinsparungen zur Wahl zwischen vier ab Werk einstellbaren Ausgangsfrequenzen. Damit lassen sich vier Bauteile durch ein einziges ersetzen. Kunden können so ihre Stückliste und den Lager-/Bestellaufwand verringern sowie Kosten einsparen.

IDTs Oszillatoren der 4E-Serie weisen die Abmessungen und die Anschlussbelegung von Standard-6-Pin-CMOS-, LVDS- oder LVPECL-Oszillatoren auf – nur mit vier zusätzlichen Pins (zehn

Pins insgesamt), die so platziert sind, dass die Rückwärtskompatibilität zu bestehenden 6-Pin-Sockeln erhalten bleibt. Die Oszillatoren lassen sich damit in bestehende Sockel einsetzen und bieten so in neuen Designs zusätzliche Funktionen.

Entwickler können aus drei verschiedenen Ausgangskombinationen wählen: LVDS- und CMOS-Ausgänge, LVPECL- und CMOS-Ausgänge oder drei synchrone CMOS-Ausgänge. Damit steht genügend Flexibilität bereit, die Oszillatoren in einer Vielzahl von Anwendungen einzusetzen.

IDTs 4E-MEMS-Oszillatoren stehen im Standardgehäuse 7x5 mm² VFQFPN zur Verfügung und bieten die meisten Standardfrequenzen.

■ **IDT GmbH**
ideurope@idt.com
www.idt.com
www.idt.com/go/MEMS

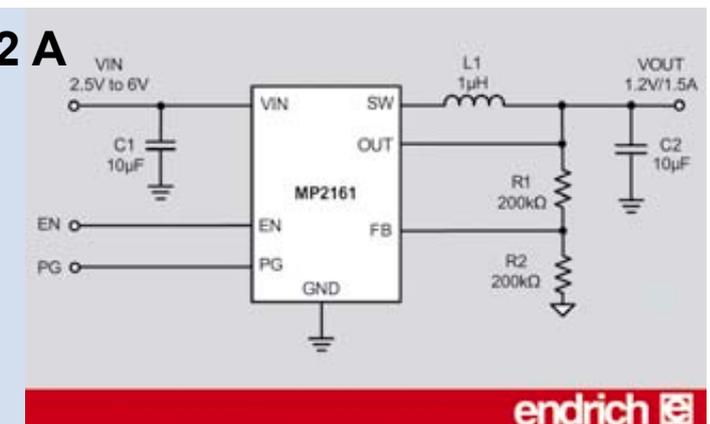
Kleine Schaltregler für bis zu 2 A

Neu im Portfolio von Endrich ist eine Serie vollintegrierter synchroner Abwärtsschaltwandler mit nur 2x1,5 mm großem QFN-Gehäuse.

Die Produkte der MP215x/MP216x-Familie eignen sich zur Umwandlung von Eingangsspannungen im Bereich von 2,5 bis 6 V zu Ausgangsspannungen von 0,6 bis 5,5 V bei bis zu 1 bzw. 2 A. Sie sind für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet und werden unter anderem in Speichersystemen (SSDs/HDDs), Netzwerkkarten, tragbaren und batteriebetriebenen Geräten, embedded Lösungen sowie Point-of-Load-Stromversorgungen eingesetzt.

Ein Merkmal der MP215x/MP216x-Familie ist die sogenannte adaptive Regelmethode

COT (Constant-on-Time), die eine komplizierte Regelkreis-kompensation überflüssig macht und so das Design vereinfacht. Die von MPS selbst entwickelte COT-Regelung gewährleistet das beste Transientenverhalten branchenweit. Ein schnelles Einschwingen reduziert nicht nur den Bedarf an Pufferkapazität, sondern erhöht auch die Flexibilität bei der Auswahl des Ausgangskondensators. Ein weiterer Vorteil der COT-Regelung ist der nahtlose Übergang von hoher zu niedriger Last sowie eine hohe Effizienz bei Niedriglasten. Darüber hinaus enthält die MP215x/MP216x-Familie Power-FETs mit einem sehr niedrigen Durchgangswiderstand (unter 100 mOhm). Dank einer von MPS eigens entwickelten Technik zur Reduzie-



rung von Schaltverlusten und einem Stromverbrauch von nur 17 µA erreicht man bei einer Eingangsspannung von 5 V und einer Ausgangsspannung von 3,3 V einen maximalen Wirkungsgrad von 96%. Enthalten ist auch ein Power-Good-Indikator zur Überwachung der Ausgangsspannung und Vereinfachung der Stromversorgungssequenzierung. Weitere

Schutzmechanismen sind ein Cycle-by-Cycle-Stromlimit, Hiccup-Mode bei Kurzschluss und Überhitzungsschutz. Weitere Informationen finden Sie unter <http://tinyurl.com/www-endrich-com-schaltregler> und <http://www.monolithicpower.com/>.

■ **Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH**
www.endrich.com

HF-Prüfungs-Workflow für das Leiterplattendesign

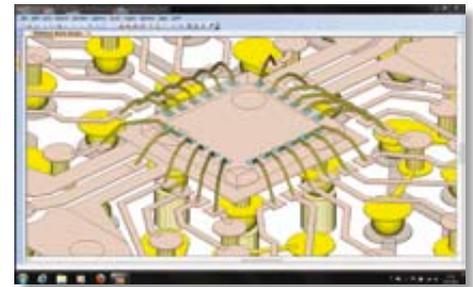
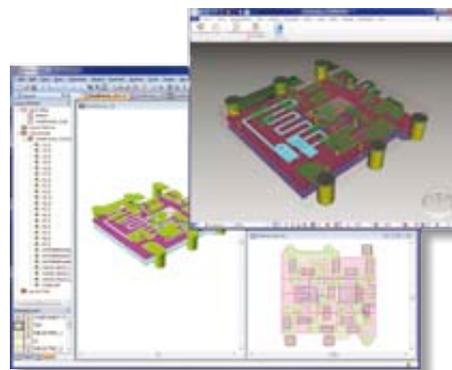


AWR Corporation und Zuken stellen AWR Connected für Zuken vor. Dieser Verifikations-Flow für HF-Leiterplatten vereinfacht das PCB-Design und verkürzt den Entwicklungszyklus durch eine schnelle und einfache Simulation und Prüfung integrierter HF-Funktionalitäten.

AWR Connected für Zuken stellt eine Verbindung zwischen Zukens Design-Force-PCB-Design-Software CR-8000 und AWRs

Microwave-Office-Hochfrequenz-Simulationslösung her.

Die neue Schnittstelle sorgt für einen intelligenten gemeinsamen Design-Workflow für die Entwicklung und Prüfung von HF-Leiterplatten. Bei der Durchführung elektromagnetischer Analysen können Anwender flexibel ein vollständiges Design einbringen oder bestimmte HF-Signale und andere Design-Strukturen auswählen. Anwender, die heutzutage mit nichtintelligenten Datenformaten arbeiten, sparen somit Zeit- und



Aufwand, da eine erneute Modellierung vor der Simulation nicht mehr nötig ist. Die Lösung extrahiert benutzerspezifische Daten aus der Zuken-Plattform, erzeugt eine 3Di-Ausgabedatei, welche anschließend in Microwave Office importiert wird, um weitere elektromagnetische Simulationen mit einer der AWR-Lösungen ACE (Automated Circuit Extraction), AXIEM 3D Planar EM Analysis oder Analyst 3D Finite Element Method (FEM) EM Analysis, durchzuführen.

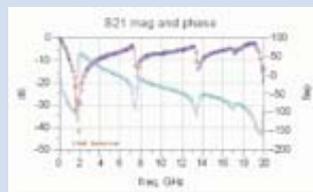
■ AWR, www.awrcorp.com
Zuken, www.zuken.com

Modell-Bibliothek mit erweitertem Zugang

Modelithics hat die erfolgreiche Modell-Bibliothek nun auch für Agilent Genesys freigegeben. Damit können auch Genesys-Nutzer von der Vielzahl an neuen Modellen profitieren.

Mit der MDLX Complete Release 9.X wartet Modelithics mit einem Sonderangebot auf: Mit Kauf der Complete-Version erhält der Anwender ein bislang nicht vorhandenes, kommerziell verfügbares passives (LRC) oder aktives (Diode, Transistor) Bauteil zu Sonderkonditionen extrahiert. Wenn also Ihre Bauteil-S-Parameter über 1 GHz stark von der Messung abweichen (Eigenresonanzen, Serienwiderstände etc), ist es Zeit, mit Modelithics's Hilfe an die Aufgabe heranzugehen. Das Diagramm demonstriert dies anhand einer Spule.

Was ist neu an Release 9? Hier die Fakten:



- mehr als 30 neue passive Modelle (insgesamt ca. 210 „Global Models“)
- elf neue nichtlineare Dioden-Modelle (insgesamt 53 Modelle)
- elf neue nichtlineare Transistor-Modelle (insgesamt 90+ Modelle)
- diverse Modellverbesserungen
- neue vordefinierte Substrat-Templates
- kompatibel mit ADS2009U1, ADS2011 and ADS2012, AWR MWO und Agilent Genesys

Eine kostenlose Testversion können Sie bei Modelithics anfordern: www.modelithics.com/swrf.asp.

■ TSS GmbH
info@tssd.com
www.tssd.com



Ideen, die **FUNK**tionieren!

Sie haben die Ideen, wir die Lösung. Auch im stark frequentierten 2,4 GHz-Band ist eine zuverlässige Kommunikation möglich: dank DSSS-Modulation und zwei True-Diversity-Empfängereinheiten im Low-Power-Funktransceiver **STD-502-R** von Circuit Design. Niedriger Stromverbrauch und Batteriebetrieb machen das Modul ideal für Anwendungen, bei denen es auf Zuverlässigkeit bei großer Reichweite ankommt. STD-502-R erfüllt die EU-Norm EN 300440, die japanische Norm ARIB STD-T66 und die US-Norm FCC Part 15.247.



Nutzen Sie unsere Technologie und Kompetenz für Ihre Ideen.



Vertrieb durch:
 **Reimesch**
 Kommunikationssysteme GmbH
 Friedrich-Ebert-Str. · D-51429 Bergisch Gladbach
 Tel.: +49 / 89 / 58 47 51 · Fax: 0 22 04 / 58 47 67
www.reimesch.de · kontakt@reimesch.de

Vertrieb durch:
CIRCUIT DESIGN GmbH
 Schleißheimer Str. 263 · D-80809 München
 Tel.: +49 / 89 / 35 82 83-60 · Fax: +49 / 89 / 35 82 83-66
www.circuitdesign.de · info@circuitdesign.de

Frontplatten für Baugruppenträger



Die Baugruppenträgerserie KM6 von Verotec ist mit den vier Systemen KM6-II, KM6-RF, KM6-EC und KM6-HD die vielfältigste Serie auf dem Markt, da jedes der Systeme optimiert ist, um eine ganze Reihe von An- und Verwendungen zu ermöglichen.

Die Frontplatten sind wichtige Bauteile für alle Systeme; drei Arten sind verfügbar: nicht abgeschirmt gemäß IEC 60297, abgeschirmt gemäß IEEE 1101.10 und eine weitere Ausführung, die auf die VXI-Architektur abgestimmt ist. Abgeschirmte Platten haben eine neue Extrusionsbauweise, die eine aufschieb- bare doppelzügige Edelstahl-EMV-Dichtung ermöglicht, und weisen eine umweltfreundliche, chromfrei leitfähig ausgeführte iridite NCP, eine chromfreie Konversionsschicht, auf. Sie sind

als Frontplatte zur Leerplatzabdeckung mit einem befestigten Griff und Einschub-/Auszugverriegelungsklammer in verbessertem Design, mit welchem bei Gebrauch von Steckern mit vielen Pins eine größere Kraft zum Hineinschieben/Herausziehen aufgewendet werden kann, erhältlich.

Die Einschub-/Auszugverriegelungskammern verfügen standardmäßig über einen im Voraus eingesetzten Pin und einen ESD-Schutz-Pin; ein Mikroschalter zur Direktausgabe und zusätzliche Schraubverbindungen sind optional. Abgeschirmte Platten sind in Standardgrößen mit 3, 6 und 9 HE (Höhe) und 4, 5, 6, 8, 10 und 12 TE (Breite) erhältlich; andere Breiten können auf Anfrage geliefert werden. Nicht abgeschirmte Ausführungen sind als glatte Platten oder mit Zieh-

griffen erhältlich. Beide Arten sind entweder beidseitig eloxiert und mit Befestigungsbuchsen mit Kunststoffschrauben oder, wenn elektrische Leitfähigkeit mit dem Rahmen erwünscht ist, mit einer eloxierten Vorderseite und einer Rückseite, die mit einer chromfreien Konversionsschicht beschichtet ist und Metallbefestigungsbuchsen aufweist, verfügbar.

Standardgrößen sind 3 und 6 HE; die Breiten reichen von 2 TE bis zur vollen Breite 84 TE, wobei klappbare Ausführungen bei den gebräuchlichsten Breiten Standard sind. Für VXI-Systeme sind abgeschirmte Platten in Hoch-

leistungsextrusion, die Stifte aus Byrilliumkupfer zur Abschirmung aufnehmen können, standardmäßig in den Größen 6 und 9 HE und 6 TE erhältlich. Im eigenen Werk können alle Typen an individuelle Bedürfnisse angepasst werden, der Service umfasst das Bohren und Fräsen von Löchern, Aussparungen, Einschnitte und Kerben für Schalter, Anschlüsse, Displays und Anzeigen. Beschriftung mit Siebdruck und Firmenfarben ist über den TecServ+ Wertschöpfungsservice ebenfalls erhältlich.

■ *Verotec Ltd.*
sales@verotec.co.uk
www.verotec.co.uk

Online-Auswahlhilfe für Stift- und Buchsenleisten

Für die Suche nach passenden Stift- und Buchsenleisten bietet Infracron jetzt eine Lösung an: die Online-Auswahlhilfe. Dazu einfach auf der Infracron-Website www.infracron.de bei Steckverbindern auf Stift- und Buchsenleisten klicken und die gewünschten Parameter auswählen. Und schon wird eine Liste der in Frage kommenden Typen angezeigt, komplett mit Produktfoto und einer Auswahl der wesentlichen Eigenschaften angezeigt. So kann



man auf einen Blick erkennen, welche Produkte in die engere Wahl kommen, und sich bei Bedarf gleich die gewünschten Datenblätter im PDF-Format herunterladen.

■ *Infracron GmbH*
info@infracron.de
www.infracron.de

Geschirmter 19-Zoll-Einschub

Die MTS Systemtechnik GmbH hat den 19-Zoll-Einschub EGD6-4500-Klappe-CN entwickelt, um Prüflinge, Komponenten oder Geräte elektromagnetisch von der Umgebung abzuschirmen. Das äußerst stabile und robuste Gehäuse ist aus 4 mm starkem Aluminium gefertigt. Die Profilnuten in den Seitewänden geben dem Anwender die Möglichkeit, verschiedene Komponenten zu befestigen. Über die Klappe mit Drehverschluss erhält man schnell und einfach Zugriff auf den Innenraum. Im Frequenzbereich von 200 bis 1.000



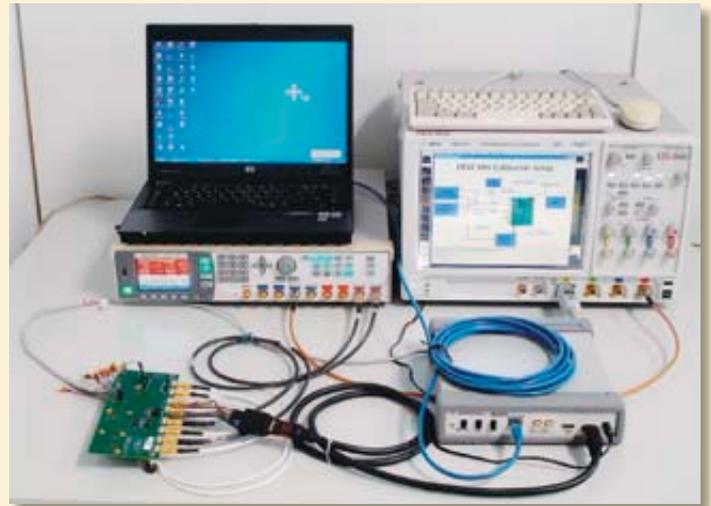
MHz wird eine Schirmdämpfung von 60 dB typisch erreicht. Die Standardabmessungen betragen 19 Zoll x 6 HE x 450 mm Tiefe. Auf Kundenwunsch werden ver-

schiedene Höhen und Tiefen, eine andere Oberfläche sowie der Einbau von diversen Schnittstellen, HF-Absorbermatten und/oder Lüftungen realisiert. Spezielle Bohrungen, Ausbrüche und Beschriftungen sind ebenfalls möglich. Als Zubehör können Antennen, Steckverbinder, Kabel usw. mitgeliefert werden.

■ *MTS Systemtechnik GmbH*
info@mts-systemtechnik.de
www.mts-systemtechnik.de

Test & Measurement

Single-Box Arbitrary Waveform Generator Support for HDMI and MHL Sink Tests



Agilent Technologies Inc. announced support for the High-Definition Multimedia Interface (HDMI) and Mobile High-Definition Link (MHL) sink tests through its M8190A arbitrary waveform generator and enhanced N5990A test-automation software. The Agilent solution gives engineers a new way to conduct sink testing and provides a cost-effective and

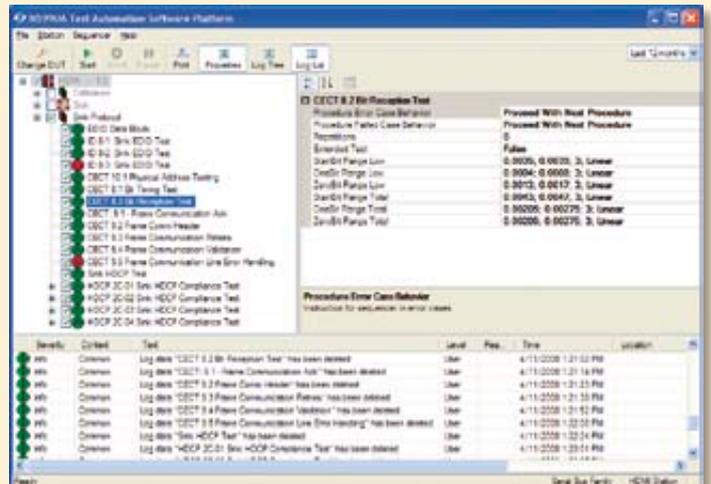
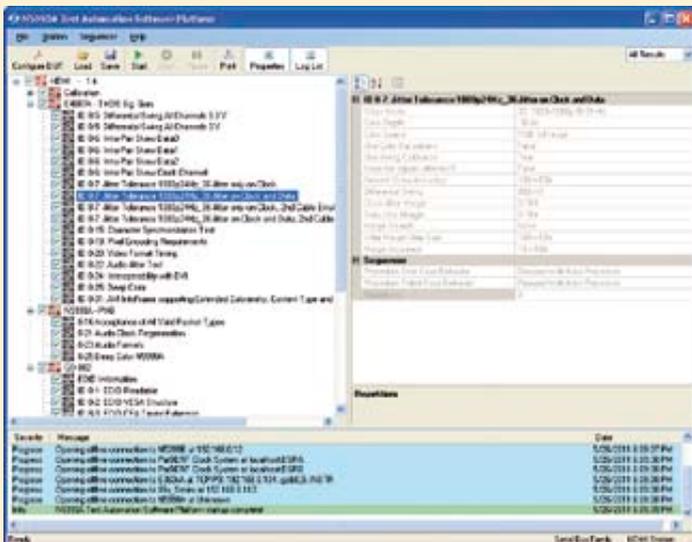
compact alternative to Agilent's well-established E4887A HDMI TMDS signal generator platform. The new test solution reduces development costs while providing accurate test results with greater flexibility than other HDMI and MHL test solutions. Agilent's HDMI and MHL test solution is the only single-box generator solution available today. Full test-

automation software is available, which speeds up testing. It allows engineers to test the performance of HDMI and MHL-enabled devices efficiently and with fast test throughput, increasing productivity.

The two AWG modules required for HDMI sink testing fit in a single mainframe. Other benefits of the Agilent HDMI and MHL 2.0 AWG sink testing solution include:

- Cost-effective configurations.
- Compact setups that eliminate the need for external clock and jitter sources and cable emulators.
- Unique test-automation capabilities with industry's broad test coverage, using N5990A software to control the HDMI and MHL signal generators and oscilloscope.

■ Agilent
www.agilent.com



News

Wearables - The Next 'Smart' Thing

Classified as a 'future form factor' for computing devices, next generation wearables, including smart glasses and other head-mounted displays, will provide a multitude of functions either independently or in conjunction with a third party platform.

The new report, Smart Wearable Devices: Fitness, Healthcare, Entertainment & Enterprise 2012-2017 identifies 2014 to be the watershed year for wearable devices - in terms of roll outs and market traction. Large influential players such as Google and Apple have already made key strategic moves in this sector.

Wearables Today

The use of wearable devices connected to the smartphone in the fitness and sports environment has grown rapidly in the last two years with applications such as Nike+ and Fitbit Tracker allowing data from training sessions to be uploaded and analysed.

Report author Nitin Bhas added: „With consumers embracing new technologies and form factors, wearable devices ranging from fitness accessories to heads-up displays will be more prevalent in the consumer market. While fitness and entertainment will have the greatest demand from consumers, within an enterprise environment, the demand for wearable devices will be greatest from the aviation and warehouse sectors“.

Other key findings include:

- The market will be dominated by North America and Western Europe, representing over 60% of the global wearable device sales
- Even though the number of fitness and sports devices bought per year is higher than the number of healthcare devices sold, the health sector will be slightly larger in terms of retail value.

The 'Wearables - The Next 'Smart' Thing' whitepaper is available to download from the Juniper website together with further details of the full report.

Juniper Research provides research and analytical services to the global hi-tech communications sector, providing consultancy, analyst reports and industry commentary.

■ Juniper Research Ltd
www.juniperresearch.com

Wireless

Wireless Excellence adds 4G / LTE backhaul to its "CableFree" portfolio of wireless links for mobile telecoms operators



Wireless Excellence is launching a new set of solutions for LTE/4G and 3G backhaul. Adding to the company's versatile and capable range of existing products, which are well proven in cellular applications, the new products combine the best of Millimeter-Wave (MMW) using E-band and 60 GHz technologies, with FSO (Free Space Optics) to provide high capacity Gigabit backhaul networks to power today's and tomorrow's cellular networks.

The new CableFree MMW links offer full-speed Gigabit capacities and advanced, user-friendly features such as 1Gbps Full Duplex capacity with Forward Error Correction (FEC), Power-over-Ethernet and Fibre Optic interface options, and can be fed by either AC or DC power as site conditions permit. With ultra-low power con-

sumption, the MMW links can be powered off existing sources such as street lighting fixtures, and for remote areas, alternative power sources such as solar with batteries. Using integrated advanced high gain antennas, the MMW links utilise narrow "pencil beam" transmissions which minimise potential sources of interference and maximise spatial re-use for the dense network deployments needed in busy cities.

The 60 GHz frequencies, which are ideal for sub-kilometre applications, are used for short links. To implement longer links, E-band (70 – 80 GHz) frequencies are used up to 8 km (depending on rain zone region). For ultra high availability, dual-technology links combining MMW and FSO are used which provide 2 Gbps of capacity, falling back to 1 Gbps when either path is disrupted. As FSO and MMW have complementary fade patterns in fog and rain, high availability exceeding 99.999% as well as high throughput of 1 Gbps minimum are ensured in all conditions, as well as adding path protection and equipment resilience.

The new set of backhaul products is available immediately for volume shipment, for live deployments as well as trials, with full references available. Stringent environmental, safety and regulatory requirements are met for homologation in all key global markets. A full range of support and training services are available.

■ Wireless Excellence Limited.
www.wirelessexcellence.com/

Products

962 - 1213 MHz, Drop-in Circulator, 3G2BDL

Renaissance's new broadband circulator is ideal for transmitter protection application. Operating over 962 - 1213 MHz, this device can withstand 2000 W Peak and 20 W average power levels. It is designed to sustain temperatures from -55 to +120 C while the loss is maintained below 0.5 dB.

Datasheet available on this website:
www.rec-usa.com/Data%20Sheets/
962-1 21 3mhzcirculator3G2BDL.pdf

■ Renaissance
www.rec.usa.com



NEW!
ultra small
ATTENUATORS

DC up to 20GHz P_{MAX} 2W 0 to 30dB



\$2⁹⁹
from **2** *ea. (qty. 20)*

Perfekt geeignet für fast alle PCB-Lösungen! Unsere neusten Surface-Mount-Dämpfungsglieder gibt es sowohl im Stickstoffgefüllten, hermetisch dichten LTCC-Gehäuse für militärische und industrielle Applikationen als auch im Kunststoffgehäuse, das knappen kommerziellen Budgets entgegenkommt. Sie sind unverzichtbar in Breit- wie in Schmalbandsystemen und reduzieren die Einflüsse von Fehlanpassungen, unerwünschten Harmonischen und Intermodulation. Sie verbessern die Entkopplung und passen Signalpegel optimal an. Um Ihnen genau die Dämpfung zu liefern, die Sie benötigen, gibt es die Dämpfungsglieder mit 1-dB-Schritten von 0 bis 10 dB sowie mit 12, 15, 20 oder 30 dB!

Die RCAT-Familie mit ihrem keramischen und hermetisch dichten Gehäuse wurde entwickelt, um eine von Grund auf zuverlässige und exakt reproduzierbare Leistungsfähigkeit auch unter den härtesten Bedingungen sicherzustellen. Und dies beweist sie beim MIL-Test, unter Vibration, bei thermischen Schocks bzw. Temperaturen bis zu 125 °C! Die YAT-Familie verwendet den gleichen Chip und bietet ebenfalls eine exzellente elektrische Performance und hohe thermische Belastbarkeit im noch kleineren Plastikgehäuse! Passend zu den Produkten gibt es das Designer Kit K1-YAT+ zusammen mit 20 YAT Dämpfungsgliedern! Mehr Informationen erhalten Sie auf www.minicircuits.com!

Model Family	Freq. (GHz)	P_{MAX} (W)	Atten. (dB)	Op. Temp (°C)	Size (mm)	\$ Price ea. (Qty. 20)
 RCAT	DC-20	2	0-30	-55 to +125	2.3 x 2.3 x 1.1	4.95
 YAT	DC-18	2	0-30	-40 to +85	2.0 x 2.0 x 0.8	2.99

Actual Size  RoHS compliant

Keep a few extras on hand! Order Designer Kit K1-YAT+ and get 20 YAT attenuators for only \$59.95! (4 each: 3, 6, 10, 15, & 20 dB)

Mini-Circuits... wir definieren Werte neu!



P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly • For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

U.S. Patents
7739260, 7761442

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

510 rev A

DISTRIBUTORS



D-65760 Eschborn, Germany
 Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929
www.industrialelectronics.de
info@industrialelectronics.de



Registered in England No 1419461
 Wharf Road, Frimley Green Camberley, Surrey GU16 6LF, England
 Tel 0044-1252-832600 Fax 0044-1252-837010



D-83278 Traunstein, Germany
 Tel. 0049-861-16677-0 Fax 0049-861-16677-88
info@municom.de www.municom.de



New DRO Series VCOs with Electrical Tuning 8 to 12 GHz

Z-Communications, Inc., the leader in Voltage Controlled Oscillator (VCO) technology, has raised performance standards to new heights through the introduction of the DRO Series of high performance oscillators. DRO oscillators are sure to meet the demands of any Up/Down Converter system requiring an ultra-low phase noise LO solution. The DRO Series of high frequency oscillators use high-Q dielectric resonators and are currently available at 8 to 12 GHz. The electrical tuning option for the DRO operating at 10 GHz has a control range of 0-12 Vdc, providing ultra-fine tuning precision. The electrical tuning provides ± 3 MHz of frequency control allowing the oscillator to be quickly and easily phase-locked. DRO Series oscillators provide a low phase noise and an exceptional spectral purity as good as -110 dBc/Hz, typically, at 10 kHz from the carrier. DROs minimize power consumption by operating off a 5 Vdc bias while drawing only 20 mA, typically, and are available in a surface mount packages measuring 0.91 x 0.91 x 0.40 inches. For rugged applications, DROs are available in a connectorized metal enclosure measuring 1.25 x 1.25 x 0.85 inches.

In addition to the superior phase noise performance and electrical tuning advantage, the DRO series oscillators deliver 0 ± 3 dBm of output power into a 50 ohm load. DROs are designed to operate over the industrial temperature range of -40 to 85°C making them a good fit for the toughest environmental applications. These exceptional devices will enhance any PLL control system due to their low tuning sensitivity figure of approximately 1 MHz/V. The DRO Series oscillators have second harmonic attenuation of better than -25 dBc. The pushing specification for the 10 GHz DRO is less than 1 MHz/V within a 5% change of the supply voltage while pulling is less than 2 MHz with a 12 dB return loss, any phase.

■ Z-Communications
www.zcomm.com

Products

New BAW Filters Provide Greater Power Handling and High Rejection for Infrastructure Applications



TriQuint Semiconductor, Inc. has released three new bulk acoustic wave (BAW) RF bandpass filters that can handle more power while providing greater temperature stability and superior signal rejection for high performance infrastructure applications.

TriQuint's new filter solutions fully exploit the benefits of BAW technology, which is superior to other products available for these applications. TriQuint BAWs provide greater temperature stability at microwave frequencies in addition to a compact footprint. They are well suited for use in base stations, repeaters, distributed antenna systems, tower-mounted amplifiers and many other wireless applications. All three BAW filters have narrow transition bandwidths between their passbands and stopbands for better signal rejection, and do not need external 50 Ohm matching circuits.

New 4812 MHz Coaxial Resonator Oscillator (CRO)

Crystek's new CVCO55CXT-4812-4812 Coaxial Resonator Oscillator (CRO) is a coaxial-based VCO with an internal proprietary frequency doubler. The CVCO55CXT family's frequency doubling, 2X fundamental technology reaches new performance levels of lower phase noise and much lower harmonics over the competition, while achieving lower current consumption in the process. The CVCO55CXT-4812-4812 operates at 4812 MHz with a tuning voltage range of 0.3 Vdc to 4.7 Vdc. This coaxial VCO features a typical phase noise of -102 dBc/Hz @ 10 kHz offset and has good linearity. The CVCO55CXT-4812-4812 CRO exhibits an output power of 3.0 dBm typ. into a 50 ohm load with a supply of +5.0 Vdc and a current consumption of 25 mA (max.). Engineered and manufactured in the USA, the CVCO55CXT-4812-4812 CRO is packaged in the industry-stan-

Technical Details:

- **885024:**

Band 2 BAW RF bandpass filter: 1960 MHz center frequency; 1930 - 1990 MHz pass-band; +33 dBm RF power handling; 20 dB rejection at 1920 MHz; 5.5 dB maximum insertion loss. Offered in a 3x3 mm hermetic ceramic package.

- **885025**

Band 2 BAW RF bandpass filter: 1880 MHz center frequency, 1850 - 1910 MHz pass-band; +30 dBm RF power handling; 20 dB rejection at 1920 MHz, 5.5 dB maximum insertion loss. Offered in a 3x3 mm hermetic ceramic package.

- **885009**

Band 7 BAW RF bandpass filter: 2535 MHz center frequency, 2500 - 2570 MHz pass-band; +30 dBm RF power handling; 30 dB rejection at 2170 MHz, 3.5 dB maximum insertion loss. Offered in a 3x3 mm hermetic ceramic package.

TriQuint's new BAW bandpass filters are in production; samples and evaluation fixtures are available.

■ TriQuint
www.tqs.com



standard 0.5-in x 0.5-in package. Pushing and Pulling are both minimized to 1.5 MHz/V and 0.5 MHz, respectively. Second harmonic suppression is -30 dBc typical. The CVCO55CXT-4812-4812 is ideal for use in applications such as digital radio equipment, fixed wireless access, satellite communications systems, and base stations.

■ Crystek Corporation
www.crystek.com

Frequency Planning Wizard for Determining Spurious Free Bandwidths in Communication System Design



AWR Corporation announced RFP™, an innovative new frequency planning wizard within Visual System Simulator™ (VSS) that enables engineers to effortlessly and efficiently determine spurious free bandwidths when designing complex radio communication systems. Whether developing satellite

communication, cellular, or military radio links, RFP is an essential part of the design process in that it provides greater insight into unwanted signals or spurs generated in a specified bandwidth. As well as analyzing spurs generated by a lineup of mixers, RFP analyzes the entire RF lineup of common components (amplifiers, mixers, filters, etc.) found in radio communication links.

RFP excels as a frequency planning simulation tool in two ways. First, in addition to spur analysis, RFP gives engineers the first cut of cascaded measurements such as noise figure (NF), gain compression (P1dB), signal-to-noise-ratio (SNR) and third-order intermodulation (IM3), as well as spurious free dynamic range. Second, RFP is seamlessly integrated with AWR's VSS communications system design software so that with a single mouse click the RF link constructed in RFP is automatically translated to a VSS system diagram. VSS can then be used to account for mismatch

between components, account for noise at image frequency, and run yield analysis and optimization. Engineers then have a choice of modulated signals and can perform, for example, error vector magnitude (EVM), adjacent channel power ratio (ACPR), and bit error rate (BER) measurements. RFP is available now as an add-on, cost-option module to VSS.

■ AWR
www.awrcorp.com

WiFi Front End Modules

RFMD's new RFFM8xxx series provide complete integrated solutions in single front end modules (FEMs) for WiFi systems. The ultra-small form factor and integrated matching minimizes the layout area in the customer's application and greatly reduces the number of external components. This simplifies the total front end solution by reducing the bill of materials, system footprint, and manufacturability cost. Each device is provided in a 2.5 mm x 2.5 mm x 0.45 mm, 16-pin QFN package.

Features

- Frequency:
RFFM8202 and RFFM8204: 2.4GHz to 2.5GHz
RFFM8502: 4.9GHz to 5.85GHz
- Integration:
RFFM8202: PA, LNA with bypass mode, power detector, SP3T, and filtering
RFFM8204: PA, SP3T, power detector and filtering
RFFM8502: 5GHz PA, SP2T, switch, LNA, and power detector
- POUT
RFFM8202 and RFFM8204: 19dBm 11g OFDM 2.5% EVM, 21dBm meeting 11b spec mask
RFFM8502: 17.5dBm, 11a, OFDM at 2.5% EVM



- High Performance FEM
- Excellent Linearity
- Input and Output Matched to 50Ω; High Level of Integration
- Supports Wide Voltage Supply Range
- Able to Meet Demands of Evolving WiFi Market
- Low Height Package, Suited for SiP and CoB Designs

Applications

- Cellular Handsets
- Mobile Devices
- Tablets
- Consumer Electronics
- Gaming
- Netbooks/Notebooks
- TV/Monitors/Video
- Smart Energy

These products are currently available in production quantities.

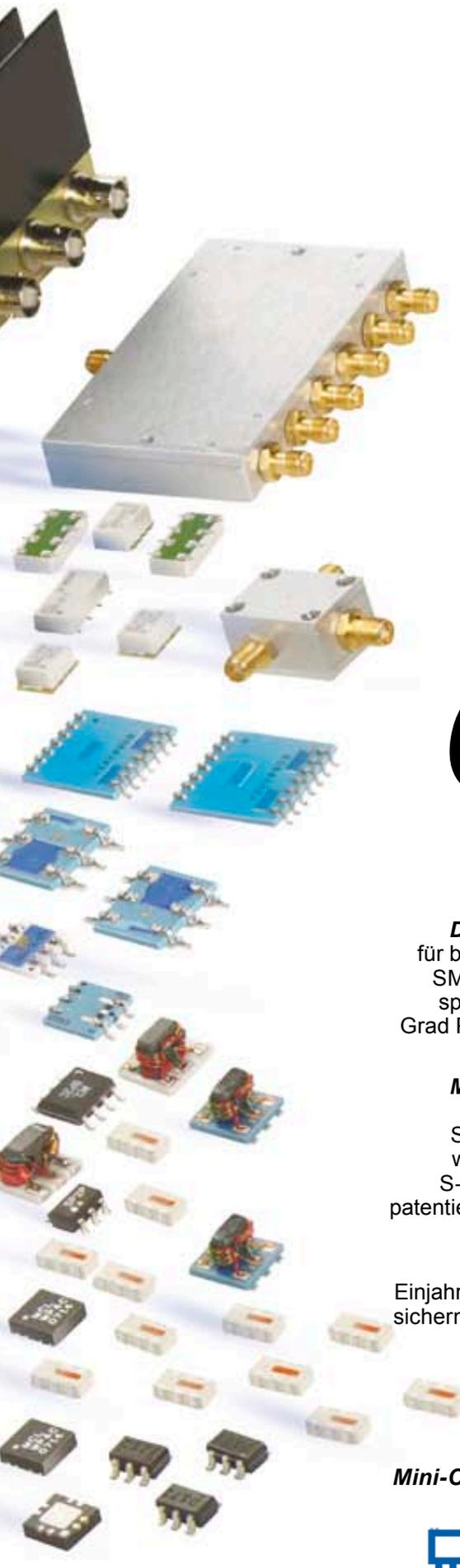
■ RFMD
<https://estore.rfmd.com>

New DOCXO from Bliley



RFMW, Ltd. provides design and sales support for a new Double Oven Crystal Controlled Oscillator (DOCXO) from Bliley Technologies, Inc. Developed for critical applications where exceptional Frequency vs. Temperature performance is required, the N6B series stability is rated at ± 0.4 ppb over an operating temperature range of -20 to +70 degrees Celsius. Two variations of the N6B series, the N6B-ABA-D1A-10M and N6B-ABA-D1B-10M, provide a sine wave output of +5 dBm (typ.) into 50 ohms.

Bliley's N6B series DOCXO operate from a +5 VDC supply with or without Electronic Frequency Control and offer aging performance per year of less than ± 0.1 ppm. Phase noise at 10 kHz offset is -150 dBc/Hz. With an attractive performance vs. price ratio, the N6B series is well suited for network timing and general precision applications where exceptional stability is required. The N6B series DOCXO are housed in a standard Double Oven through-hole package measuring 36.2 mm (L) x 27.3 mm (W) x 23.8 mm (H). Additional information on these devices are available on the RFMW web site at: www.rfmw.com



POWER SPLITTERS/ COMBINERS

NOW! from **2 kHz to 18 GHz** as low as **79¢**

Dieses größte industrielle Angebot enthält Tausende von Typen für bis zu 300 W Signalleistung in koaxialer Ausführung, mit Flat-Pack-, SMT- oder Rack-Mount-Gehäusen für 50- oder 75-Ohm-Systeme. Es spannt sich von Zweiweg- bis zu 48-Weg-Designs mit 0, 90 oder 180 Grad Phasendrehung. Ob Einfügedämpfung, Isolation oder Anpassung – hervorragende Werte sind garantiert.

Mini-Circuits jahrzehntelange Erfahrung mit vielen Technologien machte dies möglich, von Kern und Draht, über Microstrip und Stripline bis zu Halbleitern und LTCC-Keramik. Leicht finden Sie auf www.minicircuits.com alle Daten, die Sie benötigen, wie Kennlinien, S-Parameter, Gehäusemaße, Layout-Vorschläge. Dafür sorgt unsere patentierte Suchmaschine Yoni2, der Sie nur Ihre Anforderungen mitteilen müssen.

Alle Katalogtypen liegen auf Lager und sind mit unserer Einjahresgarantie ausgestattet. Hohe Vorräte und eine schnelle Lieferung sichern Ihnen bei fairen Preisen die baldmöglichste optimale Realisierung Ihrer Applikation. Schauen Sie noch heute bei uns vorbei!

 **RoHS Compliant**
Product availability is listed on our website.

Mini-Circuits... wir definieren WERTE neu!

**Mini-Circuits®**
ISO 9001 ISO 14001 AS9100

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661



The Design Engineers Search Engine finds the model you need, Instantly • For detailed performance specs & shopping online see minicircuits.com

U.S. Patents
7739260, 7761442

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

448 rev K

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL GMBH
ELECTRONICS

D-65760 Eschborn, Germany
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929
www.industrialelectronics.de
info@industrialelectronics.de

Mini-Circuits Europe

Registered in England No 1419461
Wharf Road, Frimley Green Camberley, Surrey GU16 6LF, England
Tel 0044-1252-832600 Fax 0044-1252-837010

municom®

D-83278 Traunstein, Germany
Tel. 0049-861-16677-0 Fax 0049-861-16677-88
info@municom.de www.municom.de

Bidirektionaler Koppler für hohe Leistungen



Bei dem Power Splitter ZGBDC10-362HP+ von Mini-Circuits handelt es sich um eine Baugruppe, die bis zu 250 W dauernd verarbeiten kann. Sie ist im Frequenzbereich von nominell 380 bis 3.600 MHz verwendbar, wobei die Einfügedämpfung 0,04 bis 0,24 dB beträgt. Der Power Splitter besitzt ein robustes wetterfestes (IP67) Metallgehäuse.

Neben der hohen HF-Leistung kann der ZGBDC10-362HP+ bis zu 3 A DC führen. Die Anschlüsse haben 50 Ohm Impedanz bei einem Return Loss von typisch 28 dB. Das beidseitige Coupling beträgt typisch etwa 10 dB ab 1 GHz, die Directivity z.B. etwa 32/30 dB bei 600 MHz und etwa 26/21 dB bei 3 GHz.

Technische Daten im Detail

- Mainline Loss bei 380 (1.500, 3.800) MHz 0,04 (0,11, 0,24) dB in/out
- Coupling in bei 380 (1.500, 3.800) MHz 12,54 (10,23, 10,49) dB
- Coupling out bei 380 (1.500, 3.800) MHz 12,55 (10,36, 10,83) dB
- Directivity in bei 380 (1.500, 3.800) MHz 32,72 (22,99, 22,57) dB
- Directivity out bei 380 (1.500, 3.800) MHz 34,14 (25,89, 22,6) dB
- Return Loss in bei 380 (1.500, 3.800) MHz 34,71 (42,48, 29,65) dB
- Return Loss out bei 380 (1.500, 3.800) MHz 34,24 (35,31, 32,53) dB

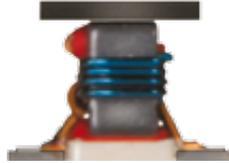
Adapter SMA auf M



Der koaxiale Adapter SF-35M50+ von Mini-Circuits verbindet einen SMA-Stecker mit einer 3,5-mm-Buchse, bietet also die Anschlüsse SMA-F und 3,5-mm-M (50 Ohm). Das SWR wird mit typisch 1,08 (1,1)

bis 18 (28,5) GHz angegeben, die Einfügedämpfung mit typisch 0,1 dB bis 28,5 GHz. Damit ist der Adapter vielseitig einsetzbar, beispielsweise bei der Verlängerung von Kabeln. Arbeits- und Lagertemperaturbereich sind mit -55 bis +85 °C identisch. Der Adapter wiegt nur drei Gramm, ist aber recht robust mit seiner nichtrostenden Stahlumhüllung.

Breitbandiger Transformator



Zum Aufbau passiver Mischer, zur DC-Trennung und zum Transformieren ist der SMD-RF-Transformator TTCM4-4+ von Mini-Circuits geeignet. Die Nennbandbreite beträgt 0,5 bis 400 MHz.

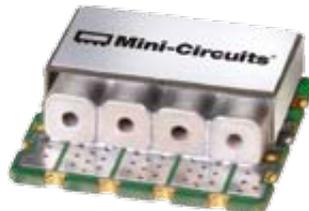
Die Wicklungen sind identisch mit Mittelanzapfung. Die Impedanz ist 50 Ohm.

Der kleine Transformator zeichnet sich durch eine sehr geringe Amplituden- und Phasen-Unbalance aus, nämlich typisch 0,1 dB bzw. 1°. Der mechanische Träger ist aus Plastik und waschbar. Die Grundfläche misst 4,06x3,81 mm².

Wichtige technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -20 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Durchgangsleistung max. 250 mVA
- DC-Strom maximal 30 mA
- Einfügedämpfung bei 1 (16, 100, 400) MHz typ. 1,02 (0,64, 0,82, 1,9) dB

Miniatur-Bandpassfilter



Das Bandpassfilter CBP-1307C+ von Mini-Circuits für SMT hat 50 Ohm Impedanz und einen nominellen Durchlassbereich von 1,215...1,4 GHz. Technisch handelt es sich um ein keramisches koaxiales Resonatorfilter. Das Gehäuse wirkt schirmend.

Das Filter verbindet eine gute Außerband-Unterdrückung mit einer geringen Einfügedämpfung und einer hohen möglichen Durchgangsleistung und erschließt sich damit vielseitige Anwendungen in den Bereichen Flugwesen, Mobilfunk, Breitbanddienste und drahtlose Feststationen.

Wichtige technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Durchgangsleistung max. 5 VA
- Einfügedämpfung bei 35 (1.000, 1.215, 1.400, 2.500) MHz typ. 85 (29, 0,63, 0,54, 63) dB

■ Mini-Circuits
www.minicircuits.com

hf-Praxis

ISSN 1614-743X

Fachzeitschrift für HF- und Mikrowellentechnik

• Herausgeber und Verlag:

beam-Verlag
35001 Marburg, Postfach 1148
Tel.: 06421/96140
Fax: 06421/961423
E-Mail: info@beam-verlag.de
www.beam-verlag.de

• Redaktion:

Dipl.-Ing. Reinhard Birchel (RB)
Dipl.-Ing. Dirk Matuszczak (DM)
Joachim Müller (JM)
Ing. Frank Sichla (FS)
redaktion@beam-verlag.de

• Anzeigen:

Frank Wege
Tel.: 06421/961425
Fax: 06421/961423
frank.wege@beam-verlag.de

• Erscheinungsweise:

monatlich

• Satz und Reproduktionen:

beam-Verlag

• Druck:

Strube Druck & Medien oHG

• Auslieferung:

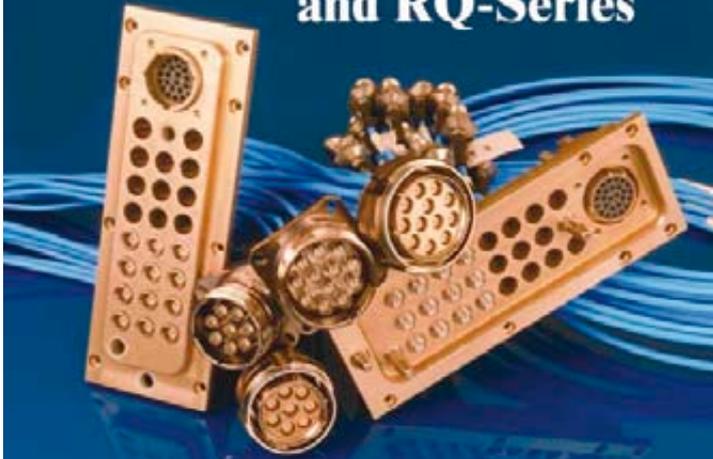
VU Verlagsunion KG
Wiesbaden

Der beam-Verlag übernimmt trotz sorgsamer Prüfung der Texte durch die Redaktion keine Haftung für deren inhaltliche Richtigkeit.

Handels- und Gebrauchsnamen, sowie Warenbezeichnungen und dergleichen werden in der Zeitschrift ohne Kennzeichnungen verwendet.

Dies berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten sind und von jedermann ohne Kennzeichnung verwendet werden dürfen.

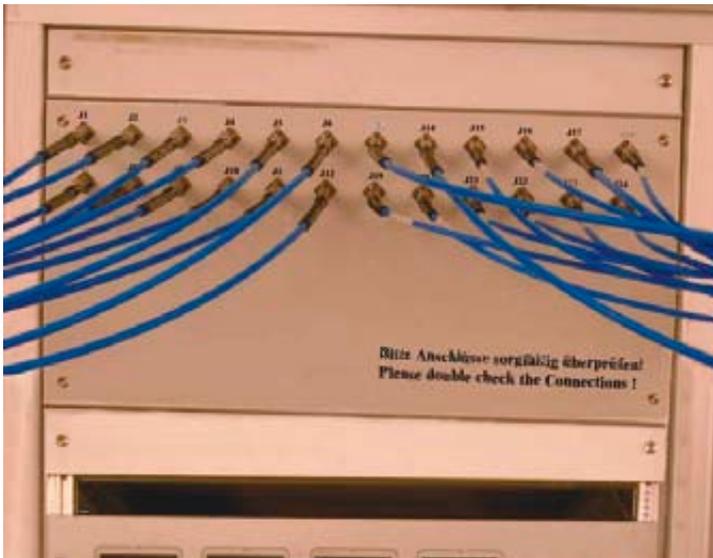
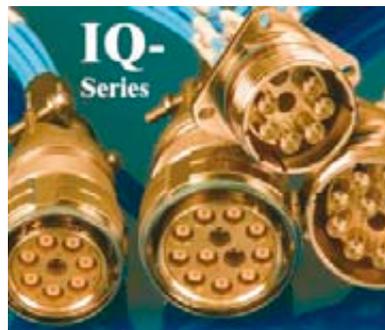
RF Multipin Connectors SQ-, TQ-, IQ-, and RQ-Series



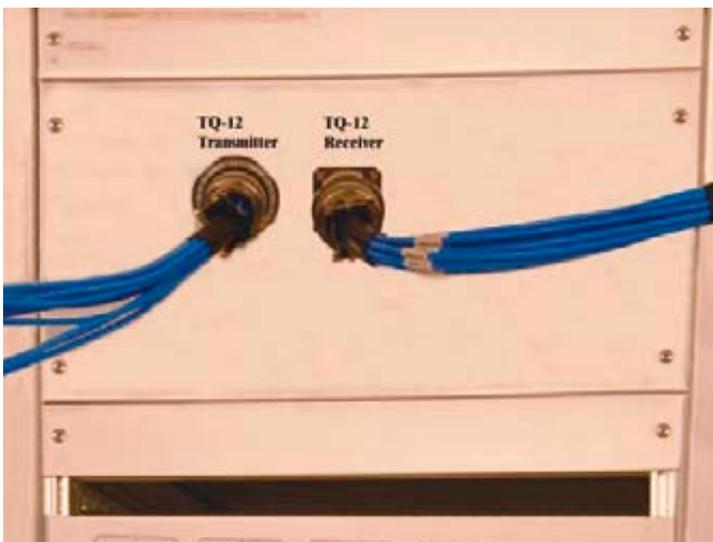
Spectrum
Elektrotechnik GmbH

P.O. Box: 450533 80905 Munich, Germany
Telephone: +49-89-3548-040 Facsimile: +49-89-3548-0490
Email: Sales@Spectrum-et.com WWW:Spectrum-et.com

Catalogue RF Multipin Connectors
52 pages showing in detail 4 coaxial Multipin Connector Series, demonstrating how to connect and disconnect up to 23 coaxial lines in seconds and saving space.

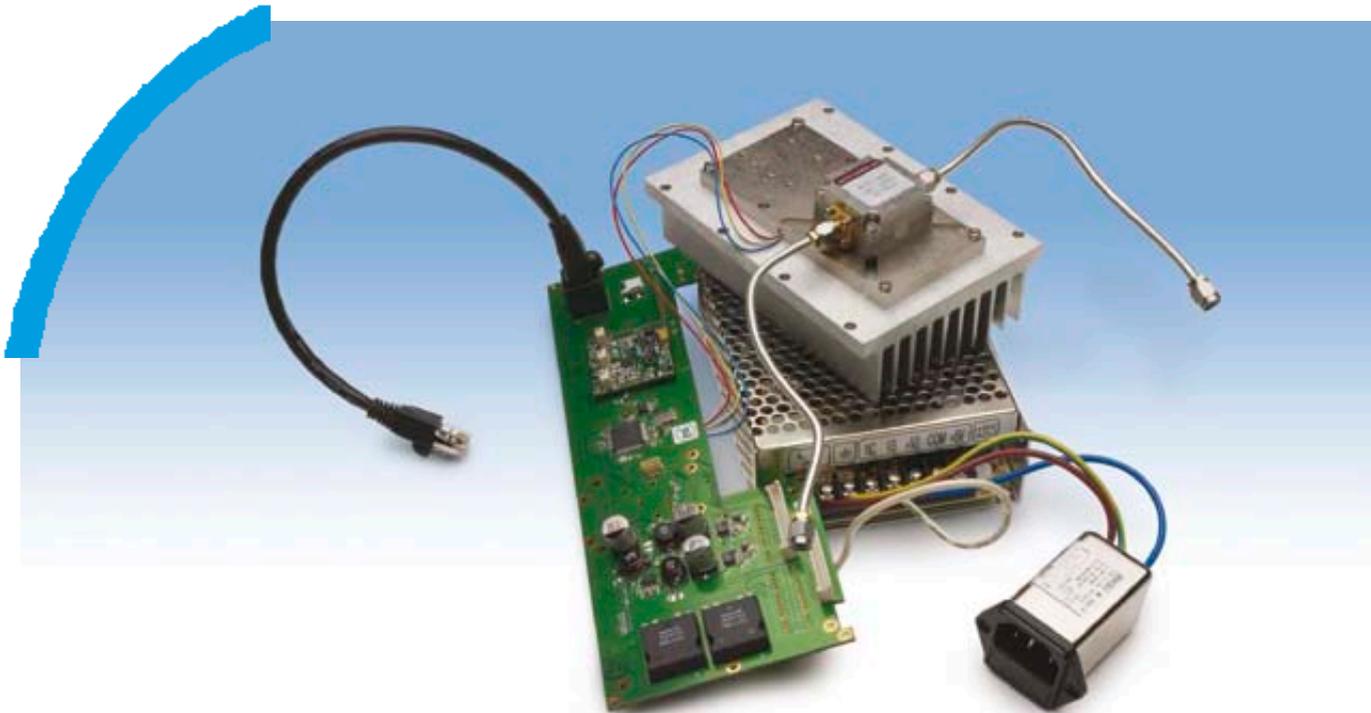


The Problem: In various applications many coaxial microwave links have to be connected and disconnected. This means threading and unthreading, torquing and untorquing. Very dense packaging is not possible, as there is still room needed for manual threading and for the use of a torque wrench. In helicopters and aircrafts all connectors usually have to be safely secured, wiring the coupling nuts of the connectors, using wireholes, a time-consuming process.



The Solution: Spectrum's Multipin Connectors are available with four (4), seven (7), eight (8), twelve (12) and twenty three (23) coaxial inserts (terminating the coaxial cable assemblies) at the Multipin end, and connecting all the coaxial cable assemblies at once and in seconds with no need of a torque wrench, no need for safety wires and using minimum space.

Spectrum Elektrotechnik GmbH
P.O.Box 450533 80905 Munich Tel. +49-89-3548-040
Email: Sales@Spectrum-et.com www.Spectrum-et.com



Schnell und einfach zum eigenen abstimmbaren Mikrowellenfilter

Das modulare Design des Micro Lambda Wireless "BENCH TEST FILTERS" ermöglicht den einfachen Aufbau eines Laborfilters speziell zugeschnitten auf die eigenen Anforderungen. Suchen Sie sich den zu filternden Frequenzbereich aus - und los gehts -

Alle Filter von Micro Lambda Wireless (500 MHz - 50 GHz) lassen sich in das Gerät integrieren. Die Ansteuerung erfolgt manuell über einen Drehknopf auf der Vorderseite des Gerätes oder über Ihren Computer via USB oder Ethernet.



 **MICRO LAMBDA WIRELESS, INC.**

"Look to the leader in YIG-Technology"

Weitere Informationen erhalten Sie über ->

Heilbronn: Berliner Platz 12 • 74072 Heilbronn • Tel. (07131) 7810-0 • Fax (07131) 7810-20
 Hamburg: Gutenbergring 41 • 22848 Norderstedt • Tel. (040) 514817-0 • Fax (040) 514817-20
 München: Streiflacher Str. 7 • 82110 Germering • Tel. (089) 894 606-0 • Fax (089) 894 606-20

GLOBES
ELEKTRONIK

www.Globes.de • HF-Welt@Globes.de