

# hf-praxis

## HF- und Mikrowellentechnik

### Leistungsstarker HF-Generator mit maximaler Flexibilität

Rigol, Seite 8





**Programmable** 0–30, 60, or 90 dB

# ATTENUATORS

1 MHz to 6 GHz from **\$395**

Die digitalen, USB-gesteuerten Stufenabschwächer der Serie RUDAT-6000 von Mini-Circuits sind für den Frequenzbereich von 1 MHz bis 6 GHz vorgesehen und bieten maximale Dämpfungswerte von 30, 60, und 90 dB, die in Schritten von 0,25 dB einstellbar sind. Damit ist präzise Pegelkontrolle über einen weiten Bereich von Testanwendungen möglich. Alle Modelle bieten präzise, wiederholbare Leistung in einem abgeschirmten Metallgehäuse (2,0 x 3,0 x 0,6"). Unsere einzigartige Entwicklung

hält eine lineare Dämpfungsänderung pro dB über den gesamten Einstellbereich ein. Bequem steuerbar über USB- oder RS232-Anschlüsse werden alle Versionen mit einer bedienungsfreundlichen GUI-Steuerungssoftware und allem, was Sie für sofortigen Einsatz nach dem Auspacken benötigen, geliefert. Besuchen Sie [minicircuits.com](http://minicircuits.com) und informieren Sie sich über die ausführlichen Leistungsspezifikationen, die günstigen Preise und die Lieferbarkeit ab Lager.



[www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) P.O. Box 35166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 [sales@minicircuits.com](mailto:sales@minicircuits.com)

DISTRIBUTORS

513 rev 09

**IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH**

D-65760 Eschborn, Germany  
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929  
[www.industrialelectronics.de](http://www.industrialelectronics.de)  
[info@industrialelectronics.de](mailto: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](mailto:info@municom.de) [www.municom.de](http://www.municom.de)



*Autor:  
Rahman Jamal  
Technical & Marketing Director  
Europe,  
National Instruments*

## Was hat das Moore'sche Gesetz mit HF zu tun?

Seit mehr als einem halben Jahrhundert führt das Moore'sche Gesetz zu einer Steigerung der Leistungsfähigkeit elektronischer Geräte und senkt zudem die Kosten. Die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Verbreitung mobiler Endgeräte hängen eng mit diesem Gesetz zusammen, und es wird erwartet, dass beide zwischen 2011 und 2017 jährlich um 24,9 Prozent zunehmen (ovum.com, 3. Mai 2012). Dieser Trend treibt wesentliche Entwicklungen in der Unterhaltungselektronik sowie in der Halbleiterindustrie voran und trägt dazu bei, dass die Signalverarbeitung um Funktionen erweitert wird, die diese Anforderung erfüllen.

Aus der Perspektive des Mess- und Prüfbereichs haben Stand-alone-Messgeräte hinsichtlich Kosten und Effizienz nicht mit diesem Wachstum Schritt gehalten. Aufgrund von strengen Leistungsanforderungen hat die Messtechnik auf unabhängige Designmethoden vertraut. Trotz der Präzision und Stabilität, die mit diesen Methoden erzielt werden, sind Stand-alone-Messgeräte kostenaufwendig, kompliziert zu entwickeln und bleiben in ihrer Weiterentwicklung oft hinter den Veränderungen an den Geräten zurück, die getestet werden sollen, da sie die Vorteile der Integration nicht nutzen.

Anwender von RF-Messgeräten profitieren von drei Trends, die dazu beitragen, dass diese Messgeräte mit dem Verlauf weiterentwickeln, der mit dem Moore'schen Gesetz übereinstimmt: moderne CMOS-Technologie, vermehrter FPGA-Einsatz und optimierte Entwicklung in modularen Formfaktoren. Dies können Sie detaillierter nachlesen im „Technologieausblick 2013 - Automatisiertes Testen“, dieses Dokument kann kostenfrei unter [www.ni.com/ato/d](http://www.ni.com/ato/d) heruntergeladen werden.

Intel geht davon aus, dass die Steigerungen bei der Verarbeitungsleistung gemäß dem Moore'schen Gesetz auch in den kommenden zehn Jahren andauern werden. Dieser Trend beflügelt nicht nur wesentliche CMOS- und FPGA-Prozessentwicklungen in der Unterhaltungselektronik, sondern führt auch zu Fortschritten bei RF-Prüfgeräten der nächsten Generation. Es ist wahrscheinlich, dass ein weiterer Einsatz der Technologie durch die schnell wachsende Menge an Unterhaltungselektronik vorangetrieben wird. Dies kann einen grundlegenden Effekt auf Kosten, Größe und Prüfdurchsatz von RF-Testlösungen der nächsten Generation haben.

Rahman Jamal, National Instruments



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

- Bauelemente für die Hochfrequenztechnik, Opto- und Industrielektronik
- Hochfrequenzmessgeräte
- Obsolete und schwer beschaffbare ICs (Hersteller-autorisiert)

Hotline +49 861 16677-99

[www.municom.de](http://www.municom.de)  
[info@municom.de](mailto:info@municom.de)



## 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:



### Leistungsstarker HF-Generator mit maximaler Flexibilität

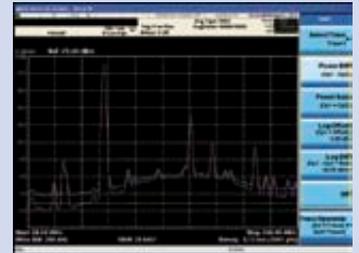
Rigol Technologies vergrößert mit der Einführung der neuen Signalquelle seine Präsenz im Bereich der Hochfrequenzmesstechnik. Nach dem erfolgreichen Eintritt in die HF-Welt mit den 1,5-GHz- und 3-GHz-Modellen im Bereich der Spektrum-Analyse folgt nun der Schritt in Richtung Frequenzgenerierung. 8

In dieser Ausgabe:

#### Messtechnik:

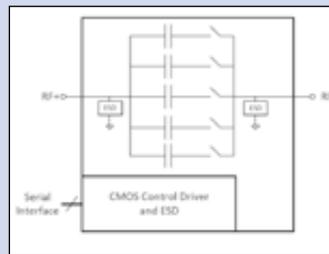
### Maximierung der Empfindlichkeit eines Spektrumanalysators durch optimale Einstellung

In vielen Fällen wird ein Spektrumanalysator zur Messung sehr kleiner und manchmal auch unbekannter Signale eingesetzt. Dann ist es hilfreich zu wissen, wie die Empfindlichkeit des Spektrumanalysators verbessert werden kann. 20



#### Applikationen:

### Digital steuerbarer HF-Kondensator (DTC)

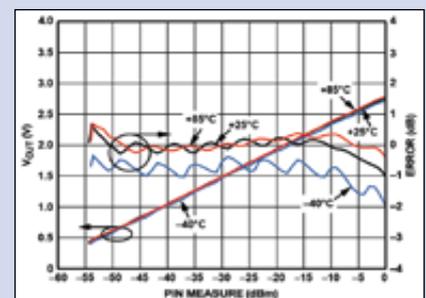


Der „Digitally Tunable Capacitor“ (DTC) ist ein integrierter, variabler Kondensator, der über ein digitales Interface kontrolliert wird. Die Methode, FETs zu stapeln, um einen virtuellen Hochspannungs-FET zu erzeugen, ermöglicht die hohe HF-Leistungsbelastung des DTC. 23

#### Wireless:

### Ein WiMAX-Direct-Conversion-Sender, Teil 2

Nach der Vorstellung von ADC, Quadraturmodulator und fraktionalem N-Synthesizer in Teil 1 geht es in diesem abschließenden Teil 2 um weitere Schaltungseinzelheiten sowie die erreichte Gesamt-Performance. 33



**Forschung & Technik:**

**Vollorganischer Imager**



Auf dem IISW 2013 haben imec und Holst Centre ein großformatiges Photodetector-Array, das über ein flexibles Substrat verfügt, vorgestellt 6

**Messtechnik:**

**Softwaredesignter Controller**



Die neue VectorStar-Baureihe von Anritsu Company bietet modernste Pulsmess- und True-Mode-Stimulus-Funktionen vor. 14

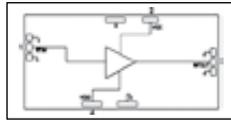
**Applikationen:**

**HF-Energieernte versorgt Fernsensor**



Energie kann in Form von Licht, Wind, Wärme und Hochfrequenz auftreten und in nutzbare Energie umgewandelt werden – eine sogenannte Ernte. 28

**RF & Wireless International**



**Hittite GaN MMIC Power Amplifiers Deliver up to 25 W 51**



**Agilent Technologies Extends Reach of Its Signal Generators and Analyzers 52**



**MAJR Products: EMI/ESD Suppressor 53**



**Loctronix Advances Indoor/Outdoor Location, Navigation and Communications Development with the ASR-2300 SDR Module 54**



**New RF Switch Optimizes Performance of Broadband Cable Systems 56**



**Octave Tuning VCO Tunes from 3 to 6 GHz 57**



**Wireless Excellence announces new 4G/LTE backhaul solution - all in one box 58**



**Nanopower Buck-Boost DC/DC with Energy Harvesting Battery Life Extender 59**

**Funkpraxis:**

**Horizontal Scan –**

Theorie und Praxis Funkpeilung eines FM-Senders mittels Horizontal Scan und Triangulation 48



**Rubriken:**

Editorial . . . . .	3	Oszillatoren . . . . .	36
Inhalt . . . . .	4	Bauelemente . . . . .	38
Aus Forschung und Technik . . . . .	6	Fachbücher . . . . .	45
Titelstory . . . . .	8	EMV . . . . .	46
Messtechnik . . . . .	14	Software . . . . .	47
Applikationen . . . . .	23	Funkpraxis . . . . .	48
Wireless . . . . .	33	RF & Wireless . . . . .	51



**Premium-Messkoffer**

*Der Premium-Messkoffer enthält:*

- + Microwave Cable Assembly 18 GHz
- + Adaptern N / SMA
- + Drehmomentschlüssel SMA 1N
- + Jumperkabel SUCOFORM® 86

**Kauf auf Rechnung!**

Jetzt bestellen unter [www.elspec.de/messkoffer](http://www.elspec.de/messkoffer)



**Große Auswahl!**

Jetzt einkaufen unter [www.elspec-store.de](http://www.elspec-store.de)

- + Semi-Rigid Kabel
- + HF-Kabel
- + Low Loss Kabel
- + Steckverbinder
- ✓ Top-Preise
- ✓ auch Speziallösungen
- ✓ ab Lager

elspec GmbH  
Brunnenfeldweg 5a  
D-82538 Geretsried  
Tel. 08171 / 4357-0  
info@elspec.de • www.elspec.de

# Vollorganischer Imager



**Auf dem International Image Sensor Workshop IISW 2013 in Snowbird, USA, haben die Firmen imec und Holst Centre (je mit Hauptsitz in Belgien) ein großformatiges Photodetector-Array, das über ein flexibles Substrat verfügt, vorgestellt.**

Dieser Imager ist im Wellenlängenbereich der Röntgenstrahlen besonders empfindlich und für solche X-Ray-Bildanwendungen vorgesehen.

## Hoher Absorptionskoeffizient

Wegen ihres sehr hohen Absorptionskoeffizienten erlauben organische Halbleiter extrem dünne aktive Layer (10 bis 50 nm). Und wegen der relativ niedrigen möglichen Prozesstemperaturen lassen sich solche Halbleiter auch auf Folien herstellen. In Folge dieser Vorteile kann man damit ausgestattete organische Imager robuster und leichtgewichtiger konzipieren als traditionelle Vergleichsgeräte.

Weiter ist es diesen organischen Imagern möglich, für das konforme Verkleiden von zufällig geformten Substraten genutzt zu werden. Mehr noch: Die hohe Variationsbreite von verfügbaren organischen Molekülen sichert, dass die Merkmale des aktiven Layers auf die speziell vorgesehene Applikation mit ihrem spezifischen Wellenlängenbereich ausgerichtet werden kann.

Der vorgestellte Imager ist bei Wellenlängen im Bereich 500 bis 600 nm besonders empfind-

lich. Das macht ihn kompatibel mit typischen aktuellen Scintillatoren und daher geeignet für viele X-Ray-Imaging-Applikationen. Das Produkt entstand grundsätzlich mit einer Technologie, bei der unter thermischer Verdampfung eines ultradünnen lichtempfindlichen Layers (Submicron-Bereich) kleine organische Moleküle (SubPc/C60) auf der Oberseite der organischen Anzeigeschaltung platziert wurden.

## Frontseitige Illumination

Ein semi-transparenter Top-Kontakt aktiviert dabei die frontseitige Illumination. Die Anzeige-Backplane wurde mit 6 inch messenden mit Folie laminierten Wafern realisiert. Sie besteht aus auf Pentacene basierenden Dünnschichttransistoren (TFTs) in Arrays zu 32x32 Pixeln mit variablen Pitch-Größen von 1 mm und 200  $\mu\text{m}$ . Um eine Herabminderung der Qualität der organischen Halbleiter bei Berührung mit Luft zu verhindern, wurde das Photodetector Array gekapselt.

Die Datenermittlung erfolgte bei Beleuchtung mit einer kalibrierten grünleuchtenden LED.

Hierbei wurde ein linear ansteigender Photostrom mit einer induzierten Leistung von  $3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  geliefert. Der Dunkelstrom (Dark Current Density) liegt unter  $10 \mu\text{A}/\text{cm}^2$  bei einer Bias-Spannung von -2 V.

## Fazit

Diese neue Entwicklung eines empfindlichen Imagers ist ein deutlicher Fortschritt – nicht nur bei der Ermittlung des optimalen Materials, sondern auch bei der Erkundung der besten Produktionsweisen, um dieses Material in brauchbare organische Schaltungen einzubringen, natürlich mit „State-of-the-Art Performance“. So werden relevante industrielle Lösungen befördert, und es wird ein Zusatznutzen ermöglicht. ◀

## Korrekturhinweis:

*In der Ausgabe HF-Praxis 10/2013 auf Seite 10 in der Rubrik Aus Forschung und Technik fehlte der Autor und die Firmierung. Sie müssen lauten: Matthias Barthel, barthel HF-Technik GmbH [www.barthel-hf.com](http://www.barthel-hf.com)*

Holst Centre  
[www.holstcentre.com](http://www.holstcentre.com)  
imec  
[www.imec.be](http://www.imec.be)

**“Ich will heute einen Signal-Analysator, ...**



**... der sich auch übermorgen noch für Anwendungen von gestern und morgen eignet.”**

Der neue Agilent PXA-Analysator – das zukunftsreichste Test-Tool für die Signalanalyse:

Aufrüstbare Hardware wie CPUs, Festplatten, I/O und Erweiterungseinschübe – damit verwirklichen Sie Ihre Ziele von heute und morgen.

Wie alle Analysatoren der X-Serie, besticht er durch das Gesamtkonzept aus moderner Hardware, bewährten und richtungsweisenden Messalgorithmen sowie innovativer Software. Und Ihre Aufgaben von gestern erledigt er ganz nebenbei.

#### **PXA Signal-Analysator (N9030A)**

-172 dBm DANL und  $\pm 0,19$  dB Amplitudengenauigkeit

Messanwendungen: Rauschzahl, Phasenrauschen, Pulsanalyse

Bis zu 160 MHz Analysebandbreite und ZF-Ausgangsoptionen für noch mehr Bandbreite

VSA und >25 Mess-Applikationen für moderne Kommunikations-Signale und vieles mehr

Realtime Analyzer Fähigkeit, aufrüstbar für alle Modelle

Bis 50 GHz und erweiterbar bis 1,1 THz

Hohe Sicherheit durch herausnehmbares Festplattenlaufwerk

Code-kompatibel zu Agilent PSA, Agilent/HP 856x und HP 8566/68



The Power to Get to Market Faster



**Erneuern Sie Ihre Technik noch heute:**

- Tauschen Sie Ihren alten Analysator und sparen Sie beim Kauf eines neuen PXA
- PXA-Kompatibilitätsinformationen unter: [www.agilent.com/find/evolve](http://www.agilent.com/find/evolve)

© 2013 Agilent Technologies, Inc.

Deutschland: 07031 464 6333



**Agilent Technologies**

# Leistungsstarker HF-Generator mit maximaler Flexibilität

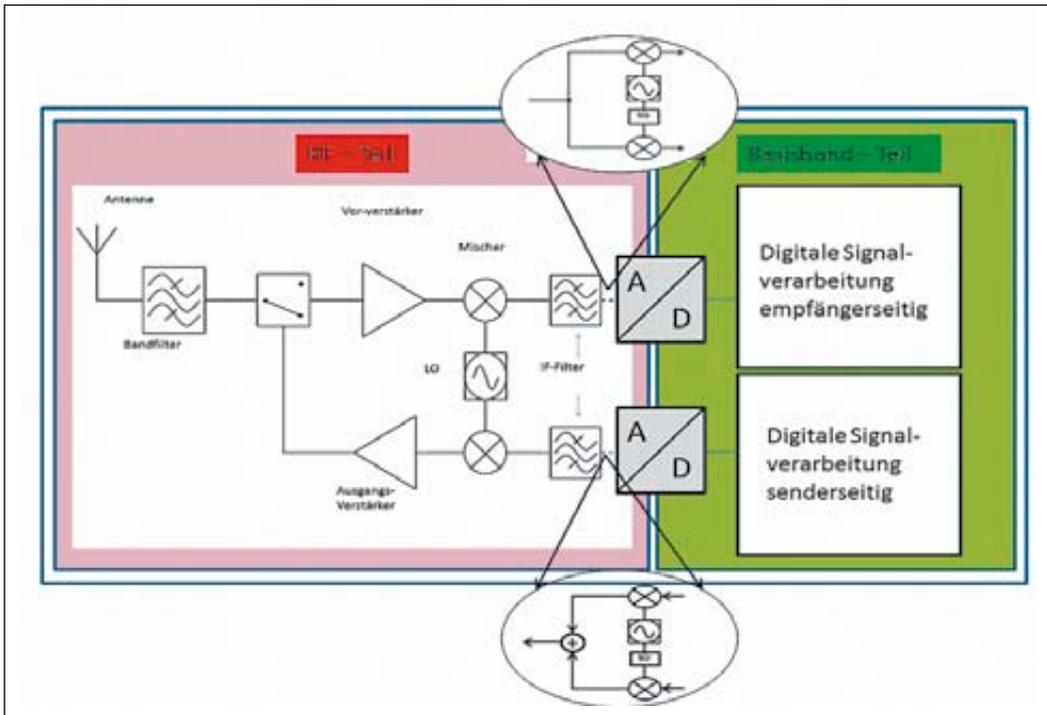


Bild 1: Vereinfachtes Blockdiagramm eines Mobiltelefons

Rigol Technologies vergrößert mit der Einführung der neuen Signalquelle seine Präsenz im Bereich der Hochfrequenzmesstechnik. Nach dem erfolgreichen Eintritt in die HF-Welt mit den 1,5-GHz- und 3-GHz-Modellen im Bereich der Spektrumanalyse folgt nun der Schritt in Richtung Frequenzgenerierung. Der Frequenzbereich der neu

vorgestellten Quelle reicht von 9 kHz bis 6 GHz. Es sind zwei Modelle DSG3030 (3GHz) und DSG3060 (6GHz) verfügbar.

Der Signalgenerator kann als reine HF-Sinus(CW)-Quelle oder als analoge Modulationsquelle verwendet werden. Des Weiteren stehen zusätzliche Optionen für digitale I/Q-Modulation und Puls- bzw. Pulsfolgenerator zur Verfügung. Ein hochgenauer Quarz (optional OCXO) erhöht die Frequenzstabilität.

Die Entwicklung von Hochfrequenzsystemen erfordert immer mehr Spezialisierung der Entwickler. Als Folge daraus werden die Systeme in der Entwicklungsphase in einzelne Projekte aufgeteilt und durch Spezialisten der jeweiligen Fachgebiete ausgeführt.

Neben dem Vorteil, dass jeder auf sein Teilgebiet fokussiert arbeiten kann, hat dieser Ansatz noch einen weiteren Vorzug: die Parallelisierung der Entwick-

lung. Um es jeder Gruppe zu ermöglichen, individuell und autark arbeiten zu können, ist es unabdingbar, eindeutige und klare Schnittstellen zu definieren.

Hierzu zählt ebenso eine Festlegung, wie jede Gruppe ihre Entwicklung testen und die wichtigen Schnittstellen verifizieren kann. Genau an diesen Schnittstellen kommen die Stärken einer

flexiblen Quelle besonders zum Tragen. Die perfekte HF-Quelle kann alle Signale der kompletären, noch nicht zur Verfügung stehenden Teile bereitstellen und somit die spätere Gesamtintegration ermöglichen.

Als Beispiel für ein solches Gesamtsystem soll das Mobiltelefon dienen. Ein Blick auf ein stark vereinfachtes Blockdiagramm ermöglicht einen ersten Überblick über die Funktionsblöcke. Man kann das System grob in zwei Blöcke aufteilen: den Hochfrequenz-Teil und den Basisband-Teil.

Befassen wir uns nachfolgend zuerst mit dem HF-Teil, da hier viele Einsatzmöglichkeiten eines HF-Generators dargestellt werden können. Das Mobiltelefon-HF-Frontend besteht aus Filtern, Verstärkern, Mischern und aus I/Q-Modulen. Alle diese Komponenten müssen einzeln und kombiniert getestet und vermessen werden.

## HF-Frontend

Filter untersucht man am besten mit einem Netzwerkanalysator (NWA) oder mit einem Spektrum-Analysator mit integriertem Mitlaufgenerator, wobei ein VNA (Vektorieller Netzwerk Analysator) den Vorteil bietet, neben der Einfügedämpfung, der Sperrdämpfung

**Autor:**



**Thomas Rottach**  
Application Ing.  
RIGOL Technologie  
Europe

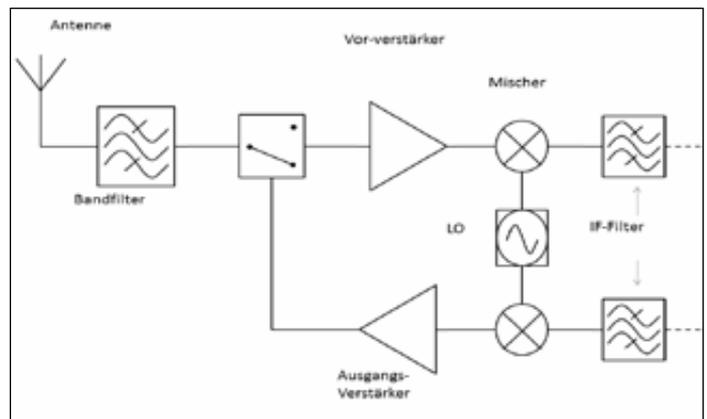


Bild 2: Vereinfachte Blockschaltung des HF-Frontends

# Ihre Aufgaben – unsere Lösungen



Hier zeigen wir Ihnen einige Highlights aus unserem Lieferprogramm

Ihre Dr. Saskia Leistner (Geschäftsleitung)

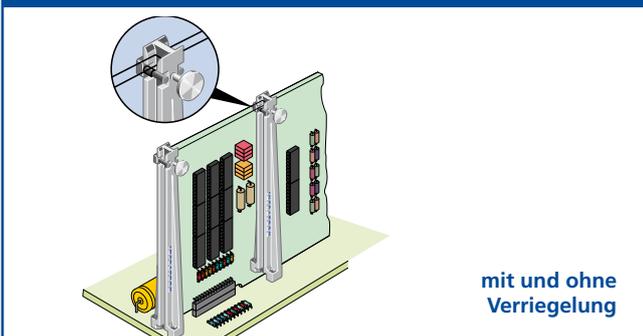
## Schwingungsdämpfung



## Sensorsockel



## Kartenführungen



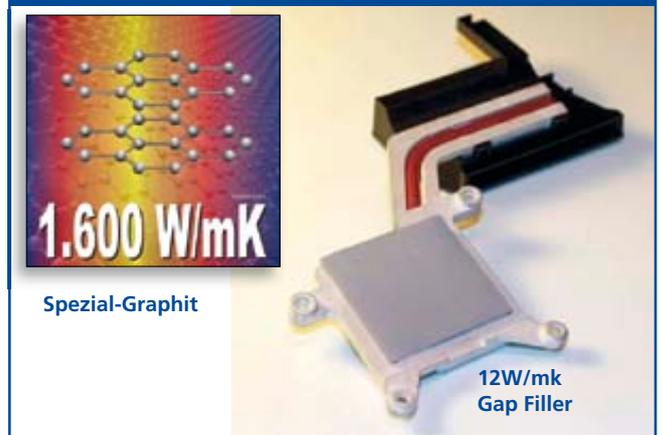
## GTMS Glas-Metall-Durchführungen



## EMV-Fenster und -Folien



## Wärmeableitung

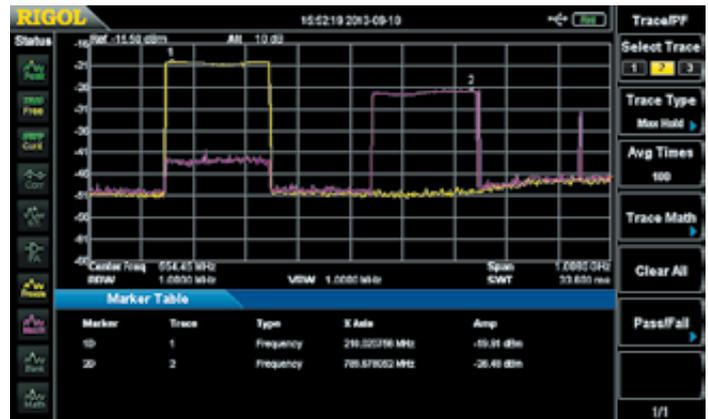
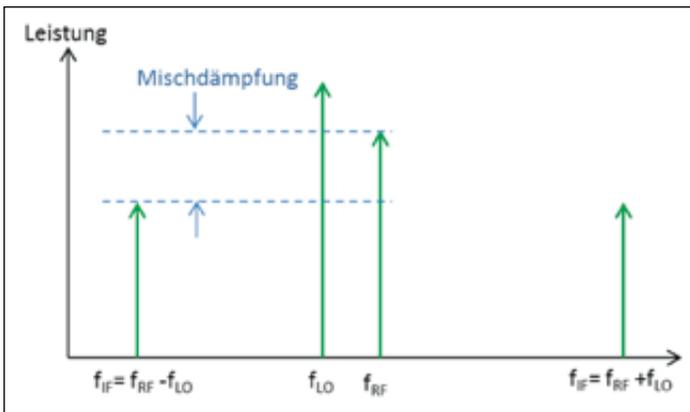


## EMV-Zelte und -Räume



## 3D-Formdichtungen





**Bild 3: Die Mischdämpfung**

und dem Frequenzbereich, auch den Phasenverlauf bzw. die Gruppenlaufzeit begutachten zu können.

Beginnen wir die Betrachtung der Einsatzmöglichkeiten mit den Messungen des Mischers. Hier kann ein HF-Signal-Generator sowohl als Ersatz für den Lokaloszillator (LO), als auch als IF (Zwischenfrequenz)- oder HF- (Hochfrequenz)-Quelle eingesetzt werden. Zur Messung der Mischer-Performance wird zusätzlich noch ein Spektrum-Analysator oder ein Leistungsmesser mit vorgeschaltetem Filter benötigt. Welche Messungen am Mischer und welche Spezifikationen und Funktionen des Generators sind nun besonders wichtig? Beim Blick in das Datenblatt eines Mischers tauchen neben dem Frequenzbereich zwei wichtige Auswahlkriterien auf. Zum einen die Misch-

dämpfung (conversion loss) und die Port-zu-Port-Isolation (RF-IF bzw. LO-IF). Weitere wichtige Parameter sind VSWR (IF-, LO- bzw. RF-VSWR) und IP3 (Intermodulationspunkt 3. Ordnung). Um den Rahmen nicht zu sprengen soll hier exemplarisch ein Aufbau zur Messung der Mischdämpfung dargestellt werden. Mischdämpfung (conversion loss) ist ein Maß für die Effektivität des Mischers. Sie ist definiert als die Differenz zwischen IF- und HF-Leistung.

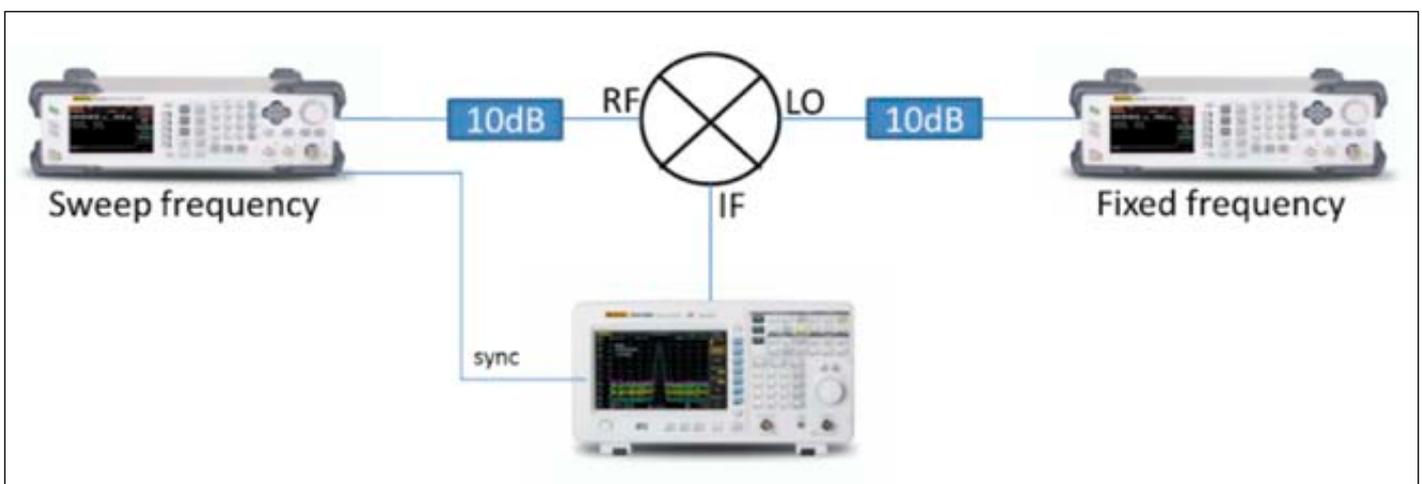
Wichtige Anforderungen an die Quelle sind: Frequenzstabilität, niedriges Phasenrauschen und eine sehr gute Amplitudengenauigkeit. Hierzu bietet der DSG3000 von Rigol die Optionen OXCO (hochstabiler, temperatureregelter Quarz mit 5ppb) und PMC (Power Meter Controller) zur Eliminierung von Amplitudenfehlern an. Die

Angaben für den Mischer, wie z.B. Level 7 oder Level 17 oder Level 23, stehen für die Eingangsleistung des verwendeten Lokaloszillatorsignals. Um entsprechend spezifizierte Mischer messen zu können, muss der eingesetzte HF-Generator die vorgegebenen LO-Leistungen liefern können. Rigols DSG3000 ist hierzu mit einem maximalen Ausgangspegel von bis zu 25 dBm gut gerüstet.

Das nächste, zu vermessende Bauteil wäre der Verstärker. Um eine störungsfreie und zuverlässige Übertragung zu ermöglichen, müssen auch hier einige Parameter getestet bzw. spezifiziert werden. Wichtige Parameter sind, neben Frequenzbereich und Verstärkungsfaktor, der 1-dB-Kompressionspunkt, die Intermodulationsfestigkeit und Eingangs- bzw. Ausgangs-

Anpassung an 50 Ohm über den spezifizierten Frequenzbereich.

Auch hier sollen an Hand eines kurzen Beispiels die Einsatzmöglichkeiten des HF-Signalgenerators dargestellt werden. Der 1-dB-Kompressionspunkt definiert die Schwelle an der ein Leistungsverstärker aus seinem linearen Verhalten in das nicht-lineare Verhalten übergeht und die reale, gemessene Ausgangsleistung, von der theoretischen, linearen Ausgangsleistung um 1 dB abweicht. Wichtige Funktionen des Generators sind hier die Möglichkeit eines Sweeps der Ausgangsleistung über einen definierten Leistungsbe- reich und die Genauigkeit der ausgegebenen Pegel. Mit Hilfe der Option PMC (Power Meter Controller) kann vor dem eigentlichen Test ein Kalibrierzyklus gefahren werden. Die mit einem am Generator angeschlossenen



**Bild 4: Aufbau zur Messung der Mischdämpfung**

# Datenanbindung für Ihr Design



**ZigBee**  
Control your world

**WiFi**  
CERTIFIED

**Bluetooth**

**Ethernet**

**LIN**  
LOCAL INTERCONNECT NETWORK

**CAN**

**MiWi**

**USB**

Easy to use • Low-cost • Start designing today

Microchip unterstützt eine Vielzahl drahtgebundener und drahtloser Kommunikationsprotokolle, einschließlich Peripherie und Lösungen, die in einen PIC® Mikrocontroller (MCU) oder dsPIC® Digital Signal Controller (DSC) integriert sind.

Microchips Lösungen umfassen:

## USB

8-, 16- und 32-Bit-USB-MCUs für kostengünstige Basisanwendungen bis hin zu komplexen hochintegrierten Systemen – und das zusammen mit lizenzfreien Software-Bibliotheken und Support für USB Device, Host und On-The-Go.

## Ethernet

PIC-MCUs mit integriertem 10/100 Ethernet MAC, Standalone Ethernet Controllern und EUJ-48™/EUI-64™-fähigen MAC-Adress-Chips.

## CAN

8-, 16- und 32-Bit-MCUs sowie 16-Bit-DSCs mit integriertem CAN, Standalone CAN Controllern, CAN I/O Expandern und CAN Transceivern.

## LIN

LIN Bus Master Nodes sowie LIN Bus Slave Nodes für 8-Bit-PIC-MCUs und 16-Bit-dsPIC-DSCs. Die Anbindung der physikalischen Ebene (PHY) wird durch CAN- und LIN Transceiver unterstützt.

## Wi-Fi®

Innovative Funk-ICs und -Module ermöglichen einen Internetanschluss für zahlreiche Einrichtungen. Embedded IEEE 802.11 WiFi-Transceiver-Module und kostenlose TCP/IP-Stacks.

## ZigBee®

Zertifizierte ZigBee Compliant Platform (ZCP) für die Protokoll-Stacks ZigBee PRO, ZigBee RF 4CE und ZigBee 2006. Microchips Lösungen bestehen aus Transceivern, PIC 18-, PIC 24- und PIC32-MCU- und dsPIC-DSC-Familien und zertifizierten Firmware-Protokoll-Stacks.

## MiWi™

MiWi und MiWi P2P sind kostenlose, proprietäre Protokoll-Stacks, die von Microchip für Kurzstrecken-Funknetzwerke entwickelt wurden und auf der WPAN-Spezifikation IEEE 802.15.4™ basieren.

## VOR ICHREM NÄCHSTEN WIREDODER WIRELESS-DESIGN:

1. Download der kostenlosen Software-Bibliotheken
2. Kostengünstiges Entwicklungstool finden
3. Muster bestellen

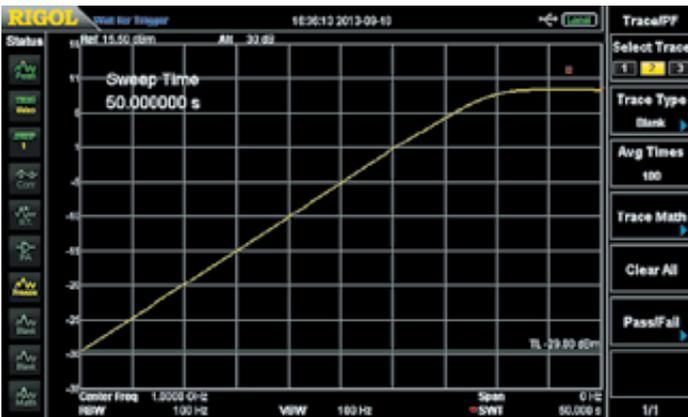
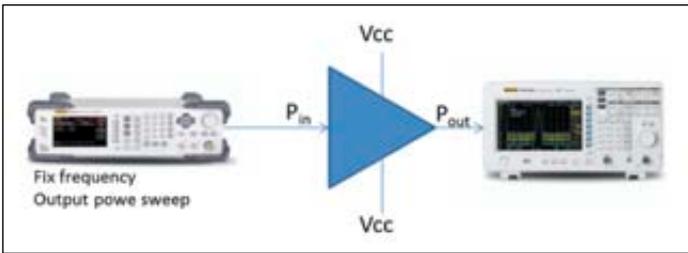
[www.microchip.com/usb](http://www.microchip.com/usb)  
[www.microchip.com/ethernet](http://www.microchip.com/ethernet)  
[www.microchip.com/can](http://www.microchip.com/can)  
[www.microchip.com/lin](http://www.microchip.com/lin)  
[www.microchip.com/wireless](http://www.microchip.com/wireless)



Wi-Fi G Demo Board  
(DV102412)



Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless



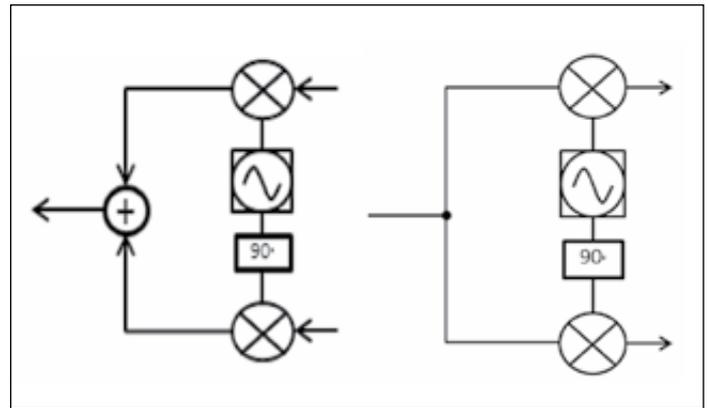
**Bild 5: Gewobbelte Messung der Ausgangsleistung**

USB-Power-Meter gemessen, „wirklichen“ Leistungswerte werden dann im Generator gespeichert und beim Test zur Korrektur der Ausgangsleistung verwendet, so dass entsprechende Leistungswerte am DUT garantiert werden können.

**Möglicher Messaufbau und Darstellung der Ergebnisse**

Verlassen wir nun den HF-Frontend-Teil und wenden uns dem Übergang zum Basisband-Teil zu. Hier finden wir - neben weiteren Bandfiltern - den I/Q-Modulator im Senderpfad und den I/Q-Demodulator im Empfängerpfad. Sie bilden sozusagen die Schnittstelle zwischen Analog- und Digitalteil.

Auf der Ausgangsseite des I/Q-Modulators im Senderpfad finden wir ein analoges Summensignal, das sich auf einer Zwischenfrequenz (IF) befindet. Dieses Signal entsteht durch Summieren von zwei digital modulierten Signalfolgen (I und Q). Im Empfangspfad wird das IF-Signal in zwei Pfade aufgeteilt und in digitale Signale „zurück“-moduliert.



**Bild 6: Prinzipschaltung für I/Q-Demodulator und -Modulator**

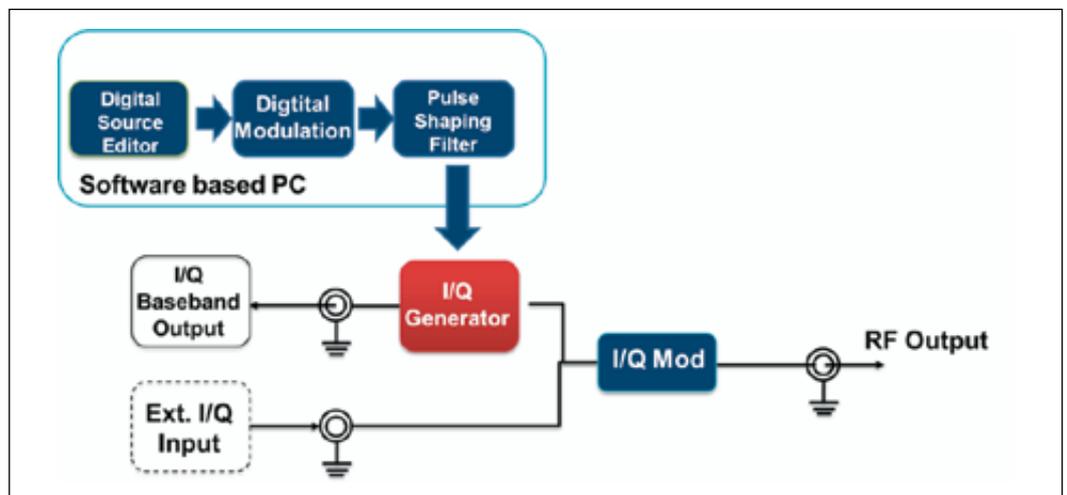
tungsmodul in den Generator einspeisen und damit IF-I/Q-Signale generieren kann.

Das Diagramm in Bild 7 zeigt schematisch die Möglichkeiten der I/Q-Option der Rigol Generatorserie DSG3000. Man kann sehen, dass alle oben beschriebenen Anwendungsfälle realisiert werden können. Zum einfachen Erstellen verschiedener I/Q-Basisdaten liefert Rigol eine PC-basierte Software (Ultra I/Q Station) mit. Die Modulationsbandbreite liegt bei interner Modulation bei 30 MHz für I- oder Q-Basisband Signale und bei 60 MHz für RF-I/Q-Signale. Bei externer Modulation steht die doppelte Bandbreite zur Verfügung (I- oder Q-Basisband Signale 60 MHz, RF-I/Q-Signale 120 MHz).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die DSG3000-Serie

aufgrund der vielen Funktionen und möglichen Erweiterungsoptionen sehr flexibel einsetzbar ist. Zu den oben dargestellten Funktionen ist standardmäßig noch ein Analogausgang vorhanden. Hier können Signale wie Sinus/Rechteck/Dreieck/Sägezahn ausgegeben werden. (max 3 Vpp, 1 MHz). Weiterhin besteht die Möglichkeit, Pulse zu definieren und auszugeben. Wie zu Beginn schon erwähnt kann das System noch mit der Option PUG erweitert werden. Hiermit lassen sich dann auch noch vordefinierte Pulsfolgen ausgegeben werden. Die Flexibilität setzt sich auch bei den Schnittstellen fort, denn standardmäßig sind alle gängigen Anschlüsse (GPIB/LAN/USB) vorhanden.

■ Rigol, [www.rigol.eu](http://www.rigol.eu)  
[info-europe@rigol.com](mailto:info-europe@rigol.com)



**Bild 7: Möglichkeiten der I/Q-Option der Rigol-Generatorserie**

# SIGNAL GENERATORS

To fit your budget.



\$**1995**  
from ea.

0.25 to 6,400 MHz

Mehr Modelle für mehr Anwendungen - alle klein genug, um in eine Laptopstasche zu passen - und alle zu einmaligen Preisen! Sie haben darum gebeten, also haben wir unsere Serie synthetisierter Signalgeneratoren erweitert, um Ihre Bedürfnisse zu erfüllen. Vier einzigartige Modelle bieten jetzt Möglichkeiten, die Ihre Applikation erfordert, ohne Sie mit den Kosten nicht benötigter Zusatzmerkmale zu belasten. Alle Modelle werden in einem kompakten, robusten Metallgehäuse (Abmessungen nur 8,37" x 8,5" x 2,15") geliefert und bieten Impulsmodulation, Frequenz- und Leistungspegelplanung, Frequenz- und Leistungs-Hopping, Steuerung über USB und eine einfach zu bedienende GUI-Software.

Unser neuestes Modell, SSG-6400HS, bietet auch einen erweiterten Frequenzbereich von 0,25 bis 6400 MHz, AM, PM und FM, schnelle Abstimmung (<300 µs) und Steuerung über Ethernet. Sie können Leistungspegel in Schrittgrößen von 0,01 dB und Frequenzen in Schritten von 0,001 Hz einstellen. Besuchen Sie [minicircuits.com](http://minicircuits.com), um das geeignete Modell für Ihre Anwendung zu finden, mit ausführlichen Spezifikationen, günstigen Preisen und schneller Lieferbarkeit.

## Models

*New*

**SSG-6400HS** \$4,995

- 0.25 to 6400 MHz
- AM, PM, FM, and pulse modulation
- USB and TCP/IP Ethernet Control
- Fast tuning (<300 µs)
- +10 dBm max. output pwr.

**SSG-6000** \$2,695

- 25 to 6000 MHz
- Pulse modulation
- USB Control
- 0.5 Hz frequency resolution
- +10 dBm max. output pwr.

**SSG-4000LH** \$2,395

- 25 to 4000 MHz
- Pulse modulation
- USB Control
- Low Harmonics (-66 dBc typ.)
- +10 dBm max. output pwr.

**SSG-4000HP** \$1,995

- 25 to 4000 MHz
- Pulse modulation
- USB Control
- High Power (+20 dBm max.)



 **Mini-Circuits®**

[www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) P.O. Box 35166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 [sales@minicircuits.com](mailto:sales@minicircuits.com)

DISTRIBUTORS

519 rev C

**IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH**

D-65760 Eschborn, Germany  
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929  
[www.industrialelectronics.de](http://www.industrialelectronics.de)  
[info@industrialelectronics.de](mailto: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](mailto:info@municom.de) [www.municom.de](http://www.municom.de)

# Softwaredesigner Controller



National Instruments stellt den neuen softwaredesigner Controller NI cRIO-9068 vor, in den hochmoderne Technologien integriert sind, beispielsweise die Zynq-7020-All-Programmable-SoC-Technologie von Xilinx, die einen Dual-Core-Prozessor Cortex-A9 von ARM und einen Xilinx-7-FPGA kombiniert.

Dabei behält er uneingeschränkte Kompatibilität mit NI LabVIEW und den I/Os der Plattform NI CompactRIO bei. Der neue

CompactRIO-Controller basiert auf der LabVIEW-RIO-Architektur (rekonfigurierbare I/O) und unterstützt den Anwender bei der Bewältigung anspruchsvoller Embedded-Steuer-, -Regel- und -Überwachungsaufgaben jeglicher Art, ohne dass dieser bei der Entwicklung unnötig Zeit oder Kosten investieren muss.

Weltweit nutzen Ingenieure und Wissenschaftler die NI-CompactRIO-Plattform, um Systeme

zu entwickeln, die Brände an Bord von Frachtflugzeugen bekämpfen, Gleitschirme zur effizienteren Erzeugung erneuerbarer Energien einsetzen oder 20 Tonnen nassen Beton präzise aufschichten.

## Die neuen Funktionen des NI cRIO-9068:

- viermal schnellere Leistung als vorherige Generationen

- Linux-basiertes Echtzeitbetriebssystem für größere Flexibilität ermöglicht Anwendungen mit LabVIEW Real-Time sowie C/C++
- erweiterter Betriebstemperaturbereich von -40 bis +70 °C

Dazu kommt die gewohnte Programmierung mit LabVIEW, die sicherstellt, dass in neuen wie bereits existierenden Designs mit minimalem Aufwand die neue Technologie genutzt werden kann.

Der mit der grafischen Systemdesignsoftware LabVIEW programmierbare Controller NI cRIO-9068 ermöglicht Ingenieuren und Wissenschaftlern eine einzige grafische Entwicklungsumgebung, um die gesteigerte Hardwareleistung zu nutzen. Die Unterstützung des Betriebssystems NI Linux Real-Time in LabVIEW 2013 bietet Entwicklern Zugriff auf eine Vielzahl von communitybasierten Bibliotheken und Anwendungen, um ihre Steuer-, Regelungs- und Überwachungssysteme zu erweitern. LabVIEW 2013 bietet ebenfalls erweiterte Zugriffsmöglichkeiten, wie die einfachere Erstellung von Webdiensten oder sicherer browserbasierter Zugriff über den Industriestandard WebDAV.

■ *National Instruments*  
[www.ni.com](http://www.ni.com)

## Kundenspezifische Temperaturmessung für spezielle Anwendungen

Trotz eines großen Marktes an Temperatursensoren werden bei Entwicklungsaufgaben nicht immer alle Anforderungen abgedeckt. Für spezielle Anwendungen bietet Telemeter Electronic eine breite Basisauswahl an Platin- und NTC-Sensoren, Thermoelementen sowie nach Kundenvorgabe gefertigte Gehäuse. Zur Auswahl stehen Platinsensoren mit Zwei-, Drei- oder Vierleitertechnik in diversen Genauigkeitsklassen, auch mit Sondengehäusen oder Steckverbindern ausgestattet. Das Material jedes Gehäuses ist z.B. Edelstahl oder Messing. Spezielle



Lösungen, z.B. lebensmittelechte oder druckresistente Sensoren, sowie Sensoren

zur Oberflächentemperatur-Messung sind ebenfalls realisierbar. NTCs sind in Perlenform oder SMD-Bauweise und Thermoelemente in allen gängigen Bauweisen, wie Typ K, J, oder N, erhältlich. Ebenfalls ist die Litzenlänge und das Isolationsmaterial aus PTFE, Silikon oder Glasseide wählbar. Zusätzlich bietet Telemeter einen Konfektionierungsservice mit allen gängigen Steckverbindern an.

■ *Telemeter Electronic*  
[www.telemeter.info](http://www.telemeter.info)

## Testverfahren und Ausrüstungstechnik mit fortschrittlichen Messtechnologien



Die Anritsu Corporation hat auf der European Microwave Week 2013 in Nürnberg eine breite Palette neuer Test- und Messinstrumentenlösungen ausgestellt. Die neu auf den Markt gebrachte Baureihe MS4640B der VectorStar-Familie von Vektor-Netzwerkanalysatoren (VNAs) war ebenso vertreten wie die Spektrum- und Signalanalysatoren MS2830A, eine Auswahl an Signalgeneratoren und die Handheld-HF-Analysatoren.

Mit dem neuen IF-Digitalwandlersystem bietet die Baureihe MS4640B das, laut Herstellerangaben, weltweit fortschrittlichste auf einem VNA basierenden Pulsmessverhalten, ergänzt um die neue spezifische Softwareplattform PulseView. Außerdem ermöglicht die Softwareplattform DifferentialView die Analyse von symmetrischen Baugruppen und Geräten mittels vollständiger Differenzialmessmethode. Sowohl PulseView als auch DifferentialView bieten intuitive grafische Benutzeroberflächen und versetzen Benutzer in die Lage, die Resultate sofort zu sehen, sobald sich Testparameter ändern.

Konstruiert für F&E sowie für Fertigungsumgebungen, verfügen VectorStar-Messgeräte über einen Frequenzbereich von 70 kHz bis 70 GHz, eine hohe Messgeschwindigkeit, einen überragenden Dynamikbereich und eine fortschrittliche Zeitbereichsverarbeitung mit bis zu 100.000 Datenpunkten. Benutzer erhalten zudem Erweiterungsmöglichkeiten einschließlich Frequenzbereichs-Upgrades auf 140 GHz und höher, Upgrades von Zwei- auf Multiport und Upgrades von linearen auf nichtlineare Messungen. Die Testsysteme können sich also wechselnden Messanforderungen anpassen. Mit dem Vektor-Messsystem ME7838A wird eine Technologieinnovation im Bereich der Breitband-Millimetermessungen vorgestellt. Sie macht auf dem Gebiet der Messmetho-

den bedeutende Fortschritte möglich – und zwar aufgrund der kompakten Größe, der hohen Leistungsfähigkeit sowie der einzigartigen Architektur der neuen Messmodule – und ist in der Lage, leistungsgesteuerte Zwei- oder Vierportmessungen bis zu 140 GHz darzustellen.

Weiterhin wurden die Signalanalysatoren MS2830A gezeigt. Der MS2830A unterstützt hohe Messgeschwindigkeiten und eine hohe HF-Performance bei niedrigen Kosten, wodurch es zu einer Steigerung der F&E-Effizienz und der Produktivität kommt. Der Analysator MS2830A ist standardmäßig mit einem sogenannten gewobbelten Spektrumanalysator als auch mit einem FFT-Analyser und HF-Digitizer ausgestattet. Der MS2830A bietet innerhalb eines individuellen 6 GHz breiten Frequenzbandes mit einer patentierten Kalibrierfunktion eine Pegeltoleranz von nur +/-0,5 dB.

Die Palette der tragbaren Spektrumanalysatoren Spectrum Master MS2720T weist viele innovative Merkmale auf. Dazu gehören moderne Touchscreen-Benutzerschnittstellen, eingebettete Analysefunktionen für Funkversorgungsmessungen und Interferenzanalyse sowie eine unerreichte und richtungsweisende Empfindlichkeit, wodurch die besten technischen Spezifikationen der Branche garantiert werden.

Der passive Intermodulation Analyzer PIM Master MW82119A ist der erste batteriebetriebene Hochleistungstester für passive Intermodulation, der über die Distance-to-PIM-Funktion verfügt. Sie stellt das exakteste Verfahren dar, wenn es darum geht, die Quelle von passiver Intermodulation zu lokalisieren.

■ *Anritsu Corp.*  
[www.anritsu.com](http://www.anritsu.com)

Mit Narda erhalten Sie Werte



### Narda ist DAkkS-akkreditiertes Kalibrierlabor

Narda Messgeräte setzen Maßstäbe in Sachen Präzision, Effizienz und Bedienerfreundlichkeit. Als weltweit führender Anbieter für Geräte zur Messung elektrischer, magnetischer sowie elektromagnetischer Felder bietet Narda jetzt auch die Möglichkeit einer akkreditierten Kalibrierung.

Infos unter [www.narda-sts.de](http://www.narda-sts.de)



Narda Safety Test Solutions GmbH  
Sandwiesenstraße 7  
72793 Pfullingen, Germany  
Tel. +49 7121 97 320  
[support.narda-de@L-3com.com](mailto:support.narda-de@L-3com.com)  
[www.narda-sts.de](http://www.narda-sts.de)

# Kompakter Breitbandverstärker für EMV-Tests bis 6 GHz



Der Breitbandverstärker BBA150 von Rohde & Schwarz ist ab sofort mit einem weiteren Frequenzbereich von 2,5 bis 6 GHz erhältlich. Der neue Frequenzbereich ergänzt die bereits verfügbaren Leistungsklassen von 0,8 bis 3 GHz. Die für hohe Frequenzen optimierten Geräte bieten dank modernstem Verstärkerdesign hohe Ausgangsleistungen. Dabei bleiben die Abmes-

sungen kompakt und das Gewicht gering. Aufgrund der modularen Bauweise der Verstärker lassen sich komplette Systeme flexibel nach dem Baukastenprinzip aufbauen. Ausgangsleistungen von bis zu 200 W sind dank modernstem Verstärkerdesign in nur vier Höheneinheiten realisierbar. Die Breitbandverstärker sind ausgesprochen tolerant gegenüber Fehlanpassung sowie robust

gegen HF-seitigen Kurzschluss oder einen offenen HF-Ausgang. Das beugt Ausfällen vor und spart Kosten.

Zusammen mit der bewährten Breitbandverstärkerfamilie R&S BBA100 bietet man nun Verstärkersysteme von 9 kHz bis 6 GHz. Die beiden Geräte ermöglichen z.B. Störfestigkeitsmessungen nach den wesentlichen Normen und Standards im gesamten kommerziellen und industriellen Bereich, etwa für EMS-Messungen nach der Basismessnorm EN 61000-4-3. Zusätzlich eignen sich die Verstärker hervorragend für weitere Applikationen, wie Komponententests und Qualitätssicherung, Forschung, physikalische Technik, Kommunikation sowie Radar. Sie sind verwendbar für Amplituden-, Frequenz-, Phasen- und Pulsmodulation.

Die BBA150-Familie bietet Modelle für zwei kombinierbare Frequenzbereiche: 0,8 bis 3 GHz mit Leistungsklassen zwischen 30 und 200 W sowie von 2,5 bis 6 GHz mit den Leistungsklassen 15, 30, 60 und 100 W.

■ Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG  
www.rohde-schwarz.de

## Erste Testfälle für LTE Emergency Call über IMS verifiziert

Für die Einführung von Voice-over-LTE-Sprachtelefonie über IP Multimedia Subsystem (IMS) hat Rohde & Schwarz weltweit die ersten Testfälle für IMS Emergency Call over EPS/EUTRA gemäß GCF Work Item 154 verifiziert. Jedes Mobiltelefon und Smartphone muss in der Lage sein, Sprachnotrufe im Heimatnetz, in einem fremden Netz und auch ohne SIM-Karte abzusetzen. Die korrekte Signalisierung eines Notrufes muss daher für den Ernstfall sichergestellt sein. Auf dem R&S CMW500 Multi-RAT Protocol Tester konnte sowohl der RRC-Verbindungsaufbau eines Notrufes als auch die IMS-Notrufregistrierung erfolgreich getestet werden. Damit ist ein wichtiger Schritt in Richtung reiner LTE-Mobilfunknetze gelungen. Bisher stellen Sprachnotrufe in



LTE-Netzen eine besondere Herausforderung für Netzbetreiber, Chipset- und Endgerätehersteller dar.

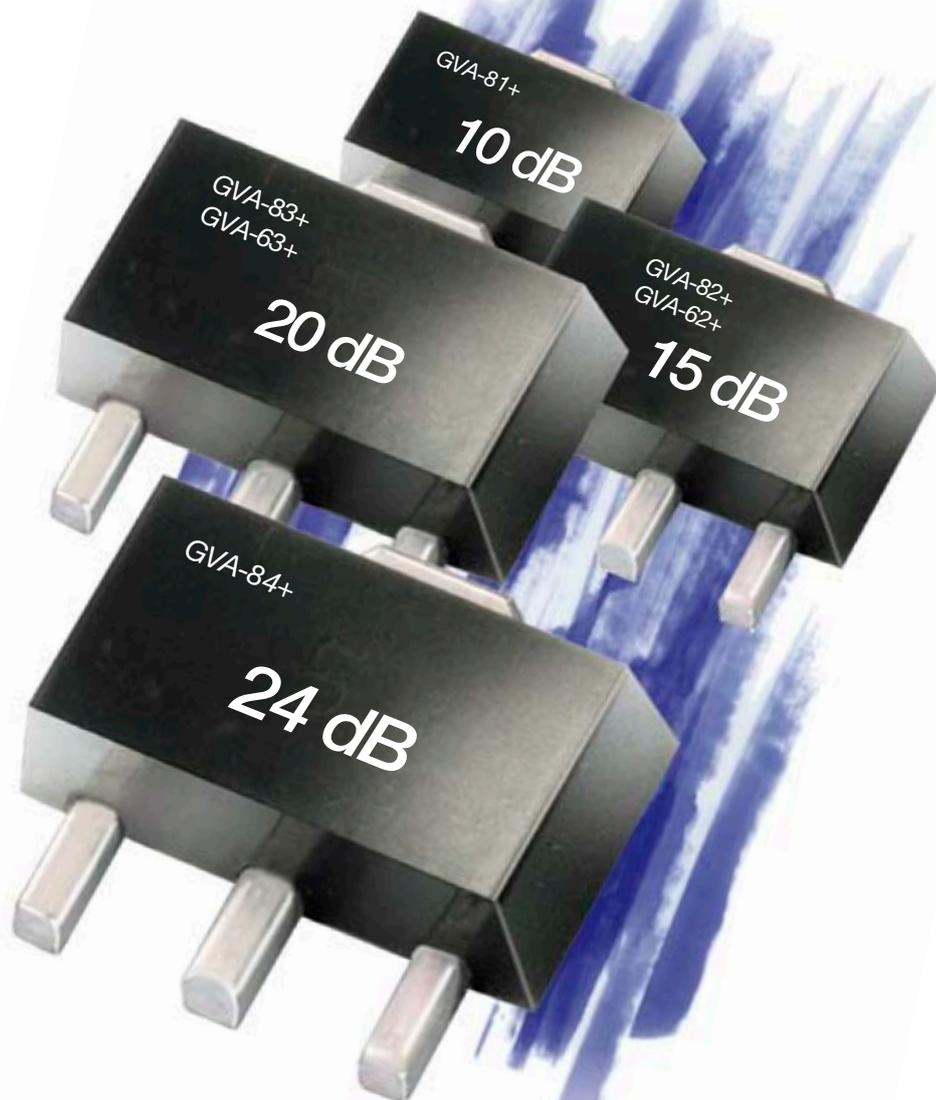
Mit den verifizierten Testfällen unterstreicht Rohde & Schwarz seine Vorreiterrolle im Bereich IMS Conformance Testing. Der Messtechnikspezialist verfügt bereits über deutlich mehr validierte Testfälle für Call Control, für SMS over IMS sowie für Multimedia Telephony

Services over IMS als andere Hersteller.

Rohde & Schwarz arbeitet zudem mit führenden Netzbetreibern zusammen und unterstützt diese durch Abdeckung derer Testspezifikationen. So ist der R&S CMW500 Multi-RAT Protocol Tester schon vielseitig im Einsatz für IMS-Protokolltests bei Herstellern von Chipsets und Endgeräten als auch bei Netzbetreibern.

Neben den auf 3GPP-Spezifikationen basierenden Anforderungen der GCF Work Items und des PTCRB Request for Testing für Notrufe gilt es, länderspezifische Richtlinien einzuhalten. In den USA wird beispielsweise gemäß Federal Communications Commission (FCC) bei sogenannten E911-Calls die Übertragung der Position des Notrufers verlangt. Auch für diese Anforderung hält Rohde & Schwarz mit seinem Testsystem R&S TS-LBS passende Lösungen bereit: entsprechende Protokolltests für die Übertragung der Position, Minimum Performance Tests für A-GNSS sowie netzbasierte Methoden zur Positionsbestimmung, wie OTDOA und eCID.

■ Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG  
www.rohde-schwarz.de



+20 dBm Power Amplifiers with a choice of gain

# GVA AMPLIFIERS

2 New Models!

DC\* to 7 GHz from 94¢\* ea. (qty. 1000)

\* Stückpreis bei Abnahme von 1000 Stück ohne EG-Einfuhrabgabe und Mehrwertsteuer

Die Modelle GVA-62+ und -63+ erweitern unsere GVA-Linie durch eine Verstärkungstoleranz von  $\pm 0,7$  dB über den gesamten Frequenzbereich von 100 MHz bis 6 GHz. Die komplette GVA-Serie ist äußerst breitbandig, hat einen großen Dynamikbereich und genau die richtige Verstärkung für Ihre Anwendung. Basierend auf der Hochleistungs-InGaP-HBT-Technologie decken diese patentierten GVA-Verstärker den Bereich von DC bis 7 GHz, ab und bieten die Auswahl unter Verstärkungswerten von 10, 15, 20 oder 24 dB, gemessen bei 1 GHz. Alle GVA-Modelle liefern eine typische Ausgangsleistung von mehr als +20 dBm, bei einem typischen

IP3 von bis zu +41 dBm bei 1 GHz. Die Low-cost-GVA-Verstärker arbeiten bedingungslos stabil und sind für den Betrieb an 5 V ausgelegt. Weitere technische Spezifikationen, Leistungsdaten, Export-Informationenkosten, **kostenlose X-Parameter** und alles was sie benötigen, um Ihren GVA auszuwählen finden Sie unter [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com).

\* Die untere Grenzfrequenz wird durch Koppelkondensatoren bestimmt, ausgenommen beim GVA-62+ und GVA 63+, die eine feste untere Grenzfrequenz von 10 MHz aufweisen.



[www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) P.O. Box 35166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com

458 rev L

DISTRIBUTORS:  
**IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH**

D-65760 Eschborn, Germany  
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929  
[www.industrialelectronics.de](http://www.industrialelectronics.de)  
info@industrialelectronics.de

DISTRIBUTORS:

**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

TECHNICAL SALES REP./ DISTRIBUTORS:

**municom®**

D-83278 Traunstein, Germany  
Tel. 0049-861-16677-0 Fax 0049-861-16677-88  
info@municom.de [www.municom.de](http://www.municom.de)

# Isoprobe-Tastköpfe für tragbare Oszilloskope



**Fluke ScopeMeter 190-204 mit Isoprobe-III-Tastköpfen von Multi-Contact.**

Tastköpfe vom Typ Isoprobe von Multi-Contact haben sich seit über 20 Jahren bewährt und kommen bei den neuen tragbaren Oszilloskopen von Fluke und Tektronix standardmäßig zum Einsatz. Herausragendes Merkmal ist ihre berührungsgeschützte Bauweise (entsprechend IEC/EN 61010-031), die sie für den sicheren Einsatz mit isolierten Messgeräten prädestiniert.



**Handgehaltenes Oszilloskop Tektronix THS3024 – Isoprobe IV mit Zubehör.**

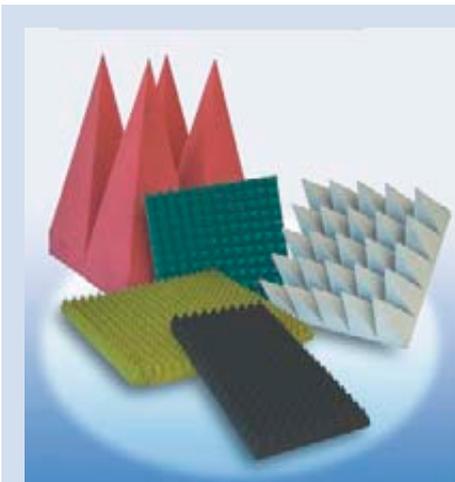
Die Tastköpfe wurden in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt, so gibt es jetzt z.B. Isoprobe III mit besonders hohem Berührungsschutz bis 1.000 V, CAT III (600 V, CAT IV) und Isoprobe IV in kompakter Bauweise für Messungen bis 300 V, CAT III. Eingesetzt werden die Tastköpfe z.B. mit modernsten tragbaren Oszilloskopen. Die ScopeMeter der Serie 190 sind



**Isoprobe-IV-Tastköpfe mit Zubehör.**

tragbare Vierkanaltypen für Messungen in rauen, gefährlichen und schmutzigen Umgebungen bis 1.000 V, CAT III (600 V, CAT IV). Sie eignen sich für Messungen in ein- und dreiphasigen Industrie-Verteileranlagen, für die schnelle Diagnose von Problemen in industriellen Anlagen, Automatisierung und Prozesssteuerung, für den Außendienst und im Servicebereich. Die Tektronix-Geräte der Serie THS3000 sind für den rauen Industriebetrieb geeignet, ideal für Ingenieure und Techniker, die mobile Messungen unterwegs durchführen müssen: Automobil-/Luftfahrt design und -wartung, Design und Installation von Industrieanlagen, Feldversuche und Dienstleistung.

■ **Multi-Contact Deutschland GmbH**  
[www.multi-contact.com](http://www.multi-contact.com)



## Absorber für 500 MHz bis 100 GHz

Mikrowellenabsorber schirmen und absorbieren Anwendungen vor externen Einflüssen und dienen zum Schutz vor Strahlenemissionen. Das Spektrum der Mikrowellenabsorber von Telemeter Electronic erstreckt sich von 500 MHz bis 100 GHz bei einer sehr guten Reflektionsdämpfung bis 50 dB. Die Besonderheit ist,

dass für diesen Frequenzbereich Pyramiden- und Flachabsorber in Kleinstmengen verfügbar sind. Die Absorber zeichnen sich durch die schwere Entflammbarkeit, ASTM-D 1692-68, DIN4103-B2 sowie verschiedene Ausführungen und Farben aus. Die nachträgliche Ausstattung von EMV-Kammern, der Aufbau von Stellwänden, Ersatz von defekten Absorbern zur Abdeckung von Flächen, die störend reflektieren, sind die idealen Einsatzgebiete dieser Absorber. Die Erfahrung für die Ausarbeitung einer kundenspezifischen Lösung für einen speziellen Anwendungsbereich, fachmännische Montage oder das umfassende Montagezubehör, wie z.B. Spezialkleber und Klettbänder, zeichnet das Dienstleistungsangebot von Telemeter Electronic aus.

## Neues kompaktes Dreifach-Labornetzteil

Die kompakten und linear geregelten Netzteile der PL-Familie wurden erweitert. Das neue PL303QMT Triple, ein echtes Dreifach-Netzteil, bietet zwei Ausgänge 30 V/3 A mit Quad-Modus-Umschaltung



sowie einen vollwertigen Ausgang mit 6 V/8 A bei 1 mV/1 mA Auflösung. Das PL303QMT Triple leistet 228 VA. Die erfolgreichen Netzteile der Serie EL und EX von Telemeter Electronic sind nun auch mit einem USB-Anschluss ausgerüstet. Damit hat der Anwender die Möglichkeit, diese Netzgeräte in seine automatisierte Anwendung einzubinden. Je nach Ausführung stehen dabei maximal 35 V bei maximal 5 A zur Verfügung. Die maximale Leistungsaufnahme beträgt 175 W.

■ **Telemeter Electronic**  
[www.telemeter.info](http://www.telemeter.info)

# 20-MHz-DDS-Funktionsgenerator für Ausbildung, Service und Entwicklung



AMC bietet mit dem P-4060 einen 20-MHz-DDS-Funktionsgenerator an. Er ist zugleich ein Wobbelfunktionsgenerator und liefert eine Vielzahl von Signalen.

Er kann sowohl als normaler Signalgenerator als auch als

Impulsgenerator und Wobbelsender betrieben werden.

Für den Einsatz im Ausbildungs- und Servicebereich, sowie in Forschungs- und Entwicklungslaboren ist der P-4060 bestens konzipiert. Ausgerüstet mit direkter Digitalsynthesetechnik (DDS), bietet der Funktions-

generator eine hohe Leistung sowie vielfältige Funktionen, die für schnelle Messeinsätze nötig sind. DDS ist ein Verfahren in der digitalen Signalverarbeitung zur Erzeugung periodischer bandbegrenzter Signale mit praktisch beliebig feiner Frequenzauflösung. Die einfach gestaltete Frontplatte, die numerische Anzeige sowie die Anzeigelampen erlauben komfortables Arbeiten und Ablesen. Darüber hinaus erweitern zahlreiche optionale Funktionen die Eigenschaften des Gerätes. Wichtige Eigenschaften des P-4060 sind:

- sechsstellige LED-Anzeige
- HF-Genauigkeit bis Faktor  $10^{-5}$
- 10  $\mu$ Hz Frequenzauflösung über das gesamte Frequenzband

- Frequenzbereich 10  $\mu$ Hz bis 20 MHz
- 16 Signalformen
- FM, AM, PM, PWM, FSK
- Start- und Endfrequenz des Sweeps beliebig einstellbar
- Frequenz oder Periode, virtueller Amplitudenwert oder Spitze-Spitze-Wert wählbar
- Tastaturbedienung: direkte digitale oder stufenlose Einstellung
- USB-Device
- Sicherheit: EN 61010-1, CAT II

■ **AMC**  
 Analytik & Messtechnik  
 GmbH Chemnitz  
 info@amc-systeme.de  
 www.amc-systeme.de

© 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

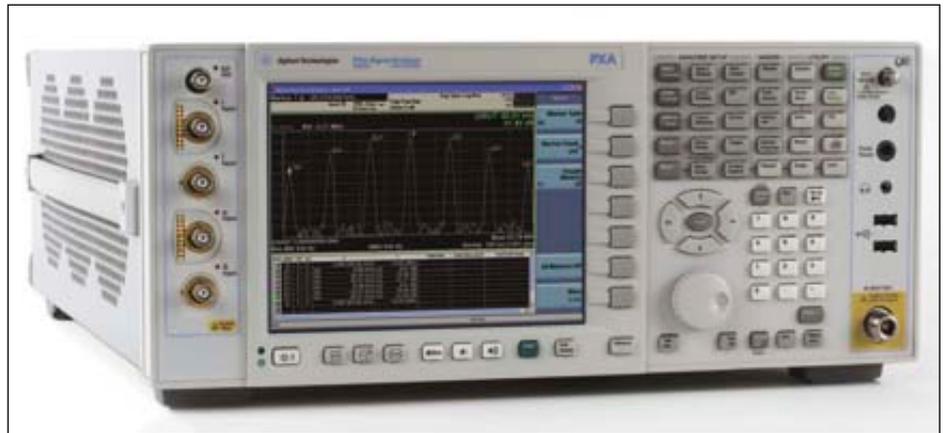
Laden Sie eine KOSTENLOSE 30-Tage-Testversion herunter und überzeugen Sie sich selbst. [www.awrcorp.com](http://www.awrcorp.com)

AWR  
 Germany

Olivier Pelhatre  
 olivier@awrcorp.com  
 +49 170 916 4110

# Maximierung der Empfindlichkeit eines Spektrumanalysators durch optimale Einstellung

In vielen Fällen wird ein Spektrumanalysator zur Messung sehr kleiner Signale eingesetzt. Das können bekannte Signale sein, die man charakterisieren möchte, oder aber unbekannte Signale, nach denen man sucht. In beiden Fällen ist es hilfreich zu wissen, wie die Empfindlichkeit des Spektrumanalysators verbessert werden kann.



Der vorliegende Artikel beschreibt, wie ein Spektrumanalysator optimal für die Messung der Signale mit niedrigem Pegel eingestellt wird und wie mittels Rauschkompensation und „Noise-Floor-Extension“ die Empfindlichkeit dieses Messgeräts optimiert werden kann.

## Eigenrauschen und Rauschzahl

Die maßgebliche Kennzahl für die Empfindlichkeit eines Spektrumanalysators findet sich im Datenblatt des Messgeräts. Sie wird dort aufgeführt als „Eigenrauschen“ (DANL, Displayed Average Noise Level) oder Rauschzahl (NF, Noise Figure). Das Eigenrauschen ist die Amplitude des Grundrauschens des Spektrumanalysators über einen vorgegebenen Frequenzbereich, wobei der Eingang mit 50 Ohm abgeschlossen ist und der Eingangsteiler auf 0 dB Dämpfung steht.

Das Eigenrauschen ist normalerweise in dBm/Hz angegeben. Meistens wird unter Verwendung einer logarithmischen Skala ein Mittelwert gebildet, was das Eigenrauschen rechnerisch um 2,51 dB verringert. Dieser Korrekturfaktor unterscheidet Eigenrauschen und Rauschzahl, wie weiter unten noch ausgeführt wird. Angenommen, im Datenblatt steht das Eigenrauschen mit -151 dB/Hz bei einer Auflösungsbandbreite von 1 Hz, so sollte man das Grundrauschen des Spektrumanalysators mit den im Datenblatt angegebenen Einstellungen mindestens auf dieses Niveau senken können.

Ein Dauerstrichsignal dieser Amplitude wird aber infolge der Addition beider Signale (des Nutzsignals und des Rauschens) 2,1 dB über

dem Grundrauschen dargestellt. Aus dem gleichen Grund wird ein rauschähnliches Nutzsignal 3 dB über dem Grundrauschen dargestellt.

Das Grundrauschen eines Spektrumanalysators besteht aus zwei Komponenten. Die erste ist die Rauschzahl des Spektrumanalysators ( $NF_{SA}$ ), die zweite ist das thermische Rauschen, das sich aus dem Produkt ergibt:

$kTB$

Hierbei ist

$k$  = die Boltzmann-Konstante  
( $1,38 \times 10^{-23}$  Joule/°K)

$T$  = die Temperatur in Kelvin

$B$  = die Bandbreite in Hertz, innerhalb derer das Rauschen gemessen wird

Dies ist der Pegel des thermischen Rauschens am Eingang des Spektrumanalysators, wenn sein Eingang mit 50 Ohm abgeschlossen ist. Meistens wird die Bandbreite auf 1 Hz normiert und der Wert bei Raumtemperatur gemessen.  $10 \log(kTB)$  beträgt dann -174 dBm/Hz. Das Eigenrauschen DANL bei einer Auflösungsbandbreite von 1 Hz ist dann:

$$DANL = -174(\text{dBm/Hz}) + NF_{SA} - 2,51 \text{ dB}$$

**Gleichung 1**

Weiterhin ist:

$$NF_{SA} = DANL = -174(\text{dBm/Hz}) + 2,51 \text{ dB}$$

**Gleichung 2**

*\*Hinweis: Wenn in der Spezifikation für das Eigenrauschen mit Mittelwertbildung gearbeitet worden ist, entfällt der Term „2,51 dB“.*

Ein Eigenrauschen von  $-151 \text{ dBm/Hz}$  entspricht somit einer Rauschzahl  $NF_{SA}$  von  $25,5 \text{ dB}$ .

### Einstellungen, die die Empfindlichkeit eines Spektrumanalysators beeinflussen

Ein Spektrumanalysator verstärkt das Signal nicht. Ist sein Bildschirm auf den Eingangsepegel kalibriert und legt man an diesen Eingang ein Signal von  $0 \text{ dBm}$  an, sollte der Messwert auch  $0 \text{ dBm}$  betragen ( $\pm$ Genauigkeit des Gerätes). Dieser Umstand ist wichtig, wenn über die Verwendung eines Dämpfungsglieds oder eines Vorverstärkers nachgedacht wird. Wenn ein Dämpfungsglied am Eingang eingesetzt wird, wird in der ZF-Stufe des Spektrumanalysators eine entsprechende Verstärkung benötigt, damit der Messwert auf dem Bildschirm gleich bleibt. Dieser Verstärker wird das Rauschen im gleichen Verhältnis mit verstärken und damit wird das Signal-Rauschverhältnis gleich bleiben.

Das gilt auch beim Einsatz eines externen Dämpfungsglieds.

Wenn die Auflösungsbandbreite größer als  $1 \text{ Hz}$  ist, muss  $10\text{LOG}[(RBW/1)\text{Hz}]$  zum Rauschen addiert werden.

Anhand dieser beiden Terme kann man bestimmen, wie hoch das Grundrauschen des Spektrumanalysators bei verschiedenen Einstellungen von Eingangsteiler und Auflösungsbandbreite ist.

$$\text{Noise Floor} = \text{DANL} + \text{Atten} + 10\text{LOG}(RBW)$$

**Gleichung 3**

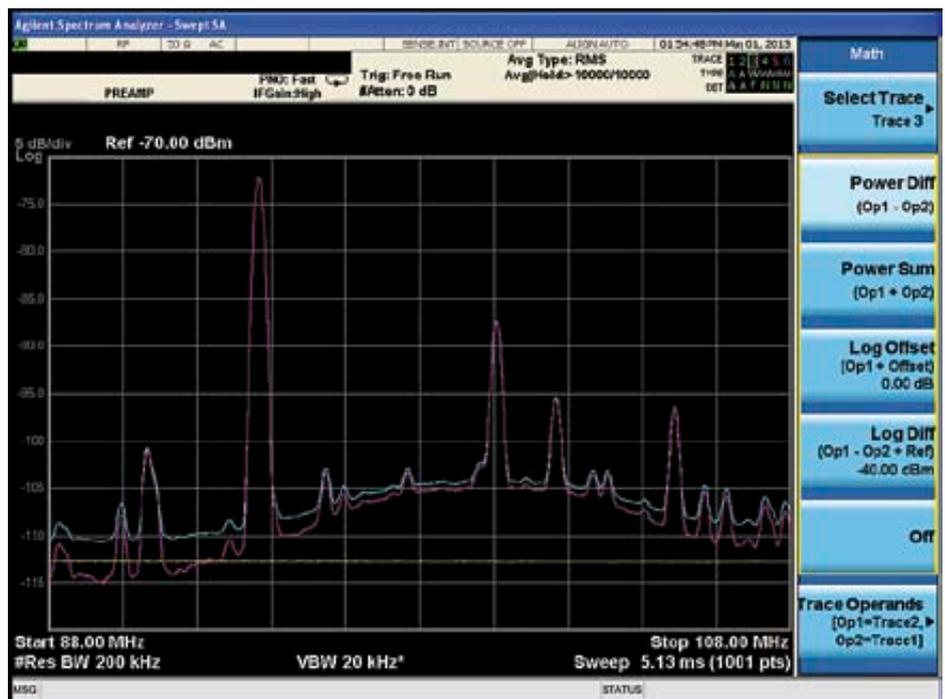
### Zuschalten eines Vorverstärkers

Mithilfe eines internen oder externen Vorverstärkers kann das Grundrauschen eines Spektrumanalysators verbessert werden. Typischerweise enthält das Datenblatt eine zweite Spezifikation für das Eigenrauschen mit Vorverstärker. Die bisher genannten Gleichungen gelten auch für diesen Fall. Wenn externer Vorverstärker eingesetzt wird, wird das gesamte Eigenrauschen so berechnet, indem man die Rauschzahlen beider Geräte addiert. Betrachtet man das System als Vorverstärker mit nachgeschaltetem Spektrumanalysator, ergibt sich:

$$NF_{SYS} = NF_{PREAMP} + (NF_{SA} - 1/G_{PREAMP})$$

**Gleichung 4**

Verwendet man das obige Beispiel mit einer von  $25,5 \text{ dB}$  und einen Vorverstärker mit  $20 \text{ dB}$  Verstärkung und einer Rauschzahl von  $5 \text{ dB}$ , kann man die Gesamt rauschzahl des Systems errechnen. Zunächst muss man die Werte in Pegelverhältnisse umrechnen und dann das Ergebnis logarithmieren:



**Bild 1: Rauschkompensation mittels Mathematikfunktion.**

$$NF_{SYS} = 10\text{LOG}[3,16 + (355/100)] = 8,27 \text{ dB}$$

**Gleichung 5**

Das Gesamt rauschen mit externem Vorverstärker wird mit Gleichung 1 errechnet, indem  $NF_{SA}$  durch  $NF_{SYS}$  aus Gleichung 5 ersetzt wird. In unserem Beispiel reduziert der Vorverstärker das Gesamt rauschen erheblich, von  $-151 \text{ dBm/Hz}$  auf  $-168 \text{ dBm/Hz}$ . Diese Rauschreduktion gibt es aber nicht umsonst: Frequenzgänge von Vorverstärkern sind oft nicht ganz linear und diese Geräte haben einen Kompressionspunkt, der den Messpegel nach oben beschränkt. Einen internen Vorverstärker hingegen kann man auf Tastendruck aus dem Messweg herausnehmen. Das ist von der Handhabung günstiger, speziell in automatisierten Testumgebungen.

Bisher wurde dargestellt, wie Auflösungsbandbreite, Eingangsteiler und Vorverstärker eingesetzt werden, um die Empfindlichkeit eines Spektrumanalysators verbessern zu können. In modernen Spektrumanalysatoren wird das Eigenrauschen erfasst und dann später aus den Messwerten herausgerechnet. Diese Technik ist seit vielen Jahren bekannt und wird angewendet.

### Rauschkompensation

Wenn ein Testobjekt mit einem Spektrumanalysator gemessen wird, ist das gemessene Spektrum die Summe des Eingangssignals des Messobjekts, des thermischen Rauschens und des Rauschens des Messgeräts. Trennt man den Eingang vom Testobjekt

und schließt ihn mit  $50 \text{ Ohm}$  ab, wird ein Spektrum gemessen, das nur aus den beiden letzten Komponenten besteht. Dies ist das Grundrauschen des Spektrumanalysators. Wenn dieses Signal hinreichend lang gemessen wird, wird ein Mittelwert errechnet, der als „Korrekturspektrum“ gespeichert wird. Danach wird das Testobjekt wieder mit dem Eingang verbunden, das Spektrum vermessen und als „Messspektrum“ gespeichert. Die beiden Spektren werden subtrahiert und damit wird ein rauschkompensiertes Ergebnisspektrum errechnet.

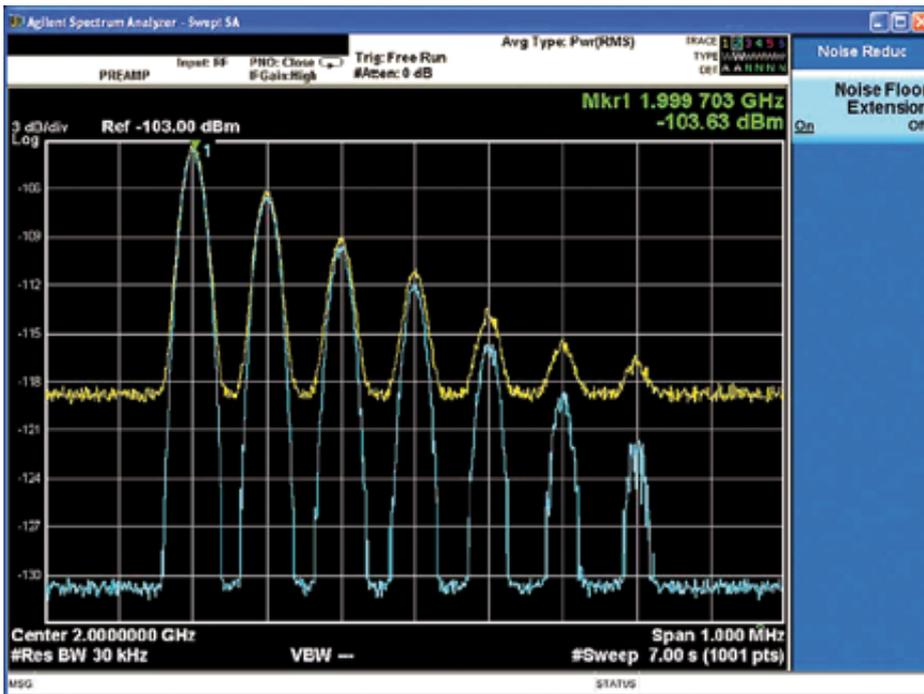
$$\begin{aligned} \text{Resultant Trace} &= \text{Measured Trace} \\ &- \text{Correction Trace} \\ &= [\text{DUT Input Signal} + kTB + NF_{SA}] \\ &- [kTB + NF_{SA}] \\ &= \text{DUT Input Signal} \end{aligned}$$

**Gleichung 6**

*\*Hinweis: Alle Werte werden vor der Subtraktion von  $\text{dBm}$  auf  $\text{mW}$  umgerechnet. Das Resultat wird wieder in  $\text{dBm}$  dargestellt.*

Mit diesem Verfahren können kleine Signale besser beobachtet und auch genauere Amplitudenmessungen durchgeführt werden, weil der Fehler durch das Grundrauschen des Spektrumanalysators herausgerechnet wird.

Bild 1 zeigt eine recht einfache Methode zur Rauschkompensation mittels einer Mathematikfunktion. Zunächst wird mit terminiertem Eingang das Grundrauschen des Spektrumanalysators gemessen. Das Ergebnis dieser Messung wird in Speicherplatz 1 abgelegt. Danach wird das Testobjekt ange-



**Bild 2: Signalanalyzer Agilent N9030A PXA mit Noise Floor Extension.**

schlossen, ein zweites Spektrum erfasst und in Speicherplatz 2 abgelegt. Mittels Mathematikfunktion werden die beiden Spektren voneinander subtrahiert und das Ergebnis in Speicherplatz 3 gespeichert. Die Bild verdeutlicht, dass das Korrekturverfahren den größten Vorteil bringt, wenn das Messsignal nahe am Grundrauschen des Spektrumanalyzers liegt. Größere Signale verfälscht das Rauschen deutlich weniger, entsprechend bringt die Rauschkompensation bei ihnen weniger oder gar nichts.

Der Hauptnachteil dieses Ansatzes ist, dass man bei jeder Änderung der Einstellung am Eingang zwischen Testobjekt und Terminator umstecken muss. Man kann das umgehen, indem man beim Aufzeichnen des Korrekturspektrums das Testobjekt angeschlossen lässt, aber den Eingangsteiler auf eine hohe Dämpfung stellt (beispielsweise 70 dB). Das hebt das Grundrauschen des Spektrumanalyzers gegenüber dem Eingangssignal so an, dass man das Ergebnis der Messung mit hinreichender Genauigkeit als Korrekturspektrum speichern kann. Das Korrekturspektrum besteht nun aus:

$$\text{Correction Trace} = \text{DUT Input Signal} + kTB + NF_{SA} + \text{Atten}$$

**Gleichung 7**

Ist  $kTB + NF_{(sa)} + \text{Atten} \gg \text{DUT Input Signal}$ , kann man das Eingangssignal vernachlässigen und sagen

$$\text{Correction Trace} = kTB + NF_{SA} + \text{Atten}$$

**Gleichung 8**

Subtrahiert man die bekannte Eingangsdämpfung von Gleichung 8, kommt man zum ursprünglichen Korrekturspektrum zurück, das wir bei der manuellen Methode benutzt haben.

$$\text{Correction Trace} = kTB + NF_{SA}$$

**Gleichung 9**

Das Problem dabei liegt darin, dass das Korrekturspektrum für die aktuelle Einstellung des Messgeräts gilt. Ändert man die Einstellung, etwa Mittenfrequenz, Bandbreite oder Auflösungsbandbreite, wird das gespeicherte Korrekturspektrum ungültig. Im Idealfall ist die spezifische Rauschzahl des Spektrumanalyzers bei allen Frequenzen bekannt, dann kann das Korrekturspektrum für alle Einstellungen eingesetzt werden.

**Noise Floor Extension**

Der Signalanalyzer N9030A PXA von Agilent verfügt über eine einzigartige Funktion, die sich „Noise Floor Extension“ nennt. Hierbei wurde die Rauschzahl des Geräts über die gesamte Bandbreite hinweg bereits herstellereits ermittelt und im Gerät gespeichert. Schaltet der Anwender dann die Funktion dazu, errechnet das Gerät aus den gespeicherten Werten und der aktuellen Einstellung ein passendes Korrekturspektrum. Der Anwender spart sich somit jeweils die individuelle Messung des Grundrauschens des PXA wie oben beschrieben (und die Zeit dafür), die sonst bei jeder Einstellungsänderung fällig würde. Diese Funktion erleichtert

somit den Einsatz der Rauschkompensation ganz erheblich.

Bei allen beschriebenen Methoden wird im Rahmen der Rauschkompensation sowohl das thermische Rauschen als auch das Grundrauschen des Spektrumanalyzers vom Messspektrum abgezogen. Somit können Signale sogar unterhalb des thermischen Rauschens gemessen werden. Solche Ergebnisse sind aber nicht in allen Fällen zuverlässig. Unzuverlässig werden Messungen, wenn die gemessenen Werte sehr nah am Grundrauschen des Messgeräts liegen (oder vom Pegel her gar gleich sind). Ist das Ergebnis gleich dem Grundrauschen, ergäbe sich rechnerisch das Ergebnis „minus unendlich“. Bei der praktischen Umsetzung des Verfahrens wird die Rauschkompensation in der Nähe des Grundrauschens des Messgeräts unterhalb einer bestimmten Schwelle daher schrittweise zurückgefahren oder gar ausgesetzt.

**Fazit**

Im obigen Artikel wurden einige Techniken zur Messung kleiner Signale mit einem Spektrumanalyzer vorgestellt. Es wurde beschrieben, wie die Empfindlichkeit von Auflösungsbandbreite, Eingangsdämpfung und Vorverstärker abhängt. Zur weiteren Verringerung des Rauschens kann Rauschkompensation oder Noise Floor Extension angewendet werden, was die Empfindlichkeit des Spektrumanalyzers weiter verbessern kann.

Praktisch gesprochen, am besten sorgt man dafür, daß das Signal auf dem Weg zum Spektrumanalyzer möglichst wenig gedämpft wird.

**Zusätzliche Informationen**

Weitere Informationen über Messungen mit Spektrumanalysatoren und die Analyse von Messsignalen finden Sie in den folgenden Applikationsberichten:

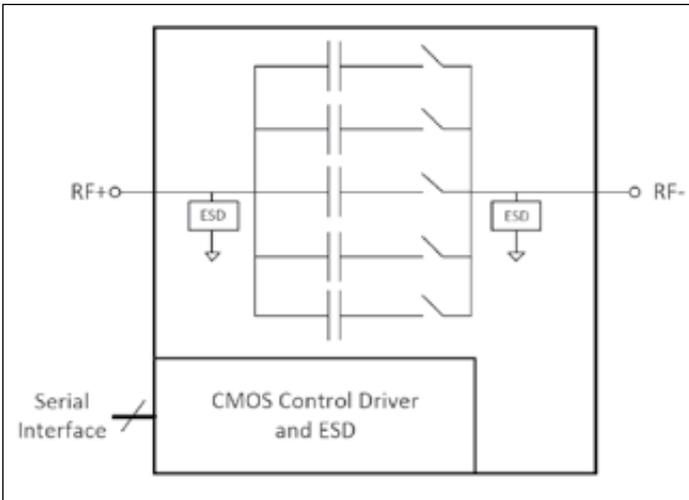
“Agilent Spectrum and Signal Analyzer Measurements and Noise, Application Note 1303”, <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5966-4008E.pdf>

“Using Noise Floor Extension in the PXA Signal Analyzer”, <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5990-5340EN.pdf>

“Spectrum Analyzer Basics, Application Note 150”,

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-0292.pdf>

# Digital steuerbarer HF-Kondensator (DTC)



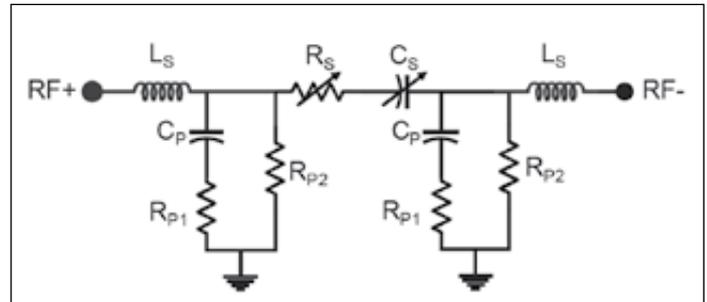
**Bild 1: Blockdiagramm des DTC**

Der „Digitally Tunable Capacitor“ (DTC) ist ein variabler Kondensator, der über ein digitales Interface kontrolliert wird. Eine digitale serielle Schnittstelle dient dazu, CMOS-FETs zu steuern, die High-Q MIM-Kondensatoren zu- oder abschalten, um verschiedene Kapazitätswerte zu erhalten. Die Methode, FETs zu stapeln, um einen virtuellen Hochspannungs-FET zu erzeugen,

ermöglicht die hohe HF-Leistungsbelastung des DTC. Die Digitalsteuerungs-Schnittstelle ist auf dem Die völlig isoliert; für die Erzeugung der Spannungserzeugung oder das Interface werden keine externen Komponenten benötigt. Dieser Bericht beschreibt die Arbeitsweise des DTC und seine Anwendung in einem abstimmbaren Anpassnetzwerk.

### DTC-Ersatzschaltbild

Die Kapazität des DTC wird durch die parallele Kombination aller On-state-Bahnen des MIM-Schalter Kondensator-FETs



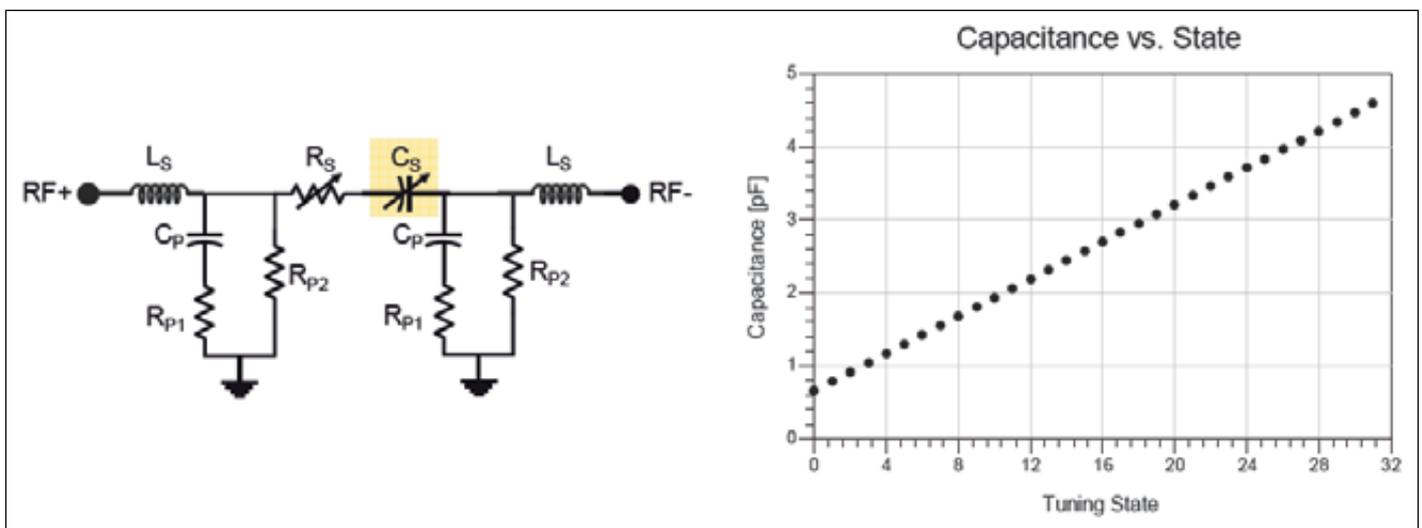
**Bild 2 : Das DTC-Modell**

sowie aller abgeschalteten Bahnen ermittelt. Durch Gewichtung der MIM-Kondensatoren in jedem Bauteil, wird ein lineares und monotonen Abstimmverhalten erzielt. Bei der niedrigsten Kapazitätseinstellung des DTC ist jeder Schalter offen. Bild 1 zeigt eine vereinfachte Ansicht des HF-Kerns des DTC. Der DTC kann unter Verwendung einer Schaltung aufgebaut werden, wie sie Bild 2 zeigt. Sie umfasst alle parasitären Elemente und ist sowohl in der Serien- als auch der Shunt-Konfiguration genau. Das Baumuster gibt das physikalische Schaltungsverhalten genau wieder und sorgt für eine sehr nahe Korrelation zu den gemessenen Daten. Das Modell passt alle wichtigen Parameter (C, Abstimmbereich, SRF und Q, Anpassung und Verlustleistung) korrekt an.

Bild 2 zeigt das Ersatzschaltbild für den DTC. Es umfasst drei Hauptteile: den Abstimmkern, bestehend aus  $R_s$  und  $C_s$ , die parasitäre Gehäuseimpedanz  $L_s$  und das parasitäre Parallelnetzwerk ( $C_p$ ,  $R_{p1}$ ,  $R_{p2}$ .)

Wie Bild 3 zeigt, ist die Kapazitäts-Abstimmkennlinie linear proportional zum Abstimmzustand. Der Abstimmzustand entspricht einem spezifischen Kapazitätswert, auf den der Abstimmkern über das serielle Interface programmiert wurde. Die Auflösung des DTC wird durch die Zahl der Kapazitätsstufen festgelegt, die zwischen dem Minimum ( $C_{smin}$ ) und dem Maximum ( $C_{smax}$ ) existieren. Das Kapazitätsabstimmverhältnis des Abstimmkerns wird durch  $C_{smax}/C_{smin}$  festgelegt, das auch als das Serien-Abstimmverhältnis bezeichnet wird.

*Peregrine Semiconductor  
Application Note AN29  
"DTC Theory of Operation"  
www.psemi.com*



**Bild 3: Kapazitätsverlauf des Abstimmkerns in Serien-Konfiguration**

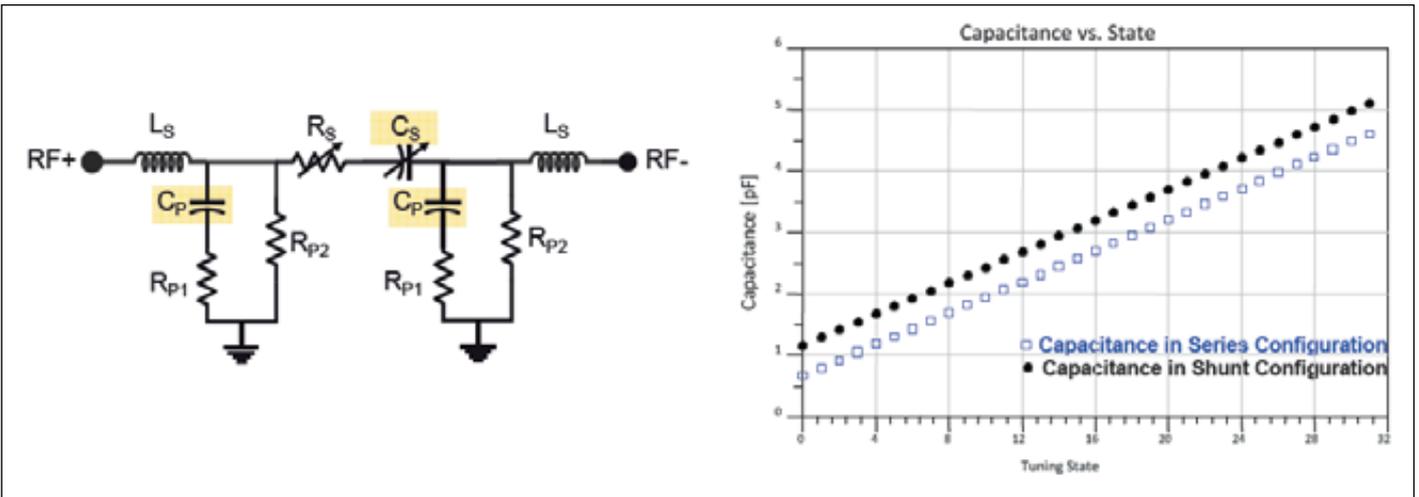


Bild 4: Kapazität in Parallel- und Serienschaltung

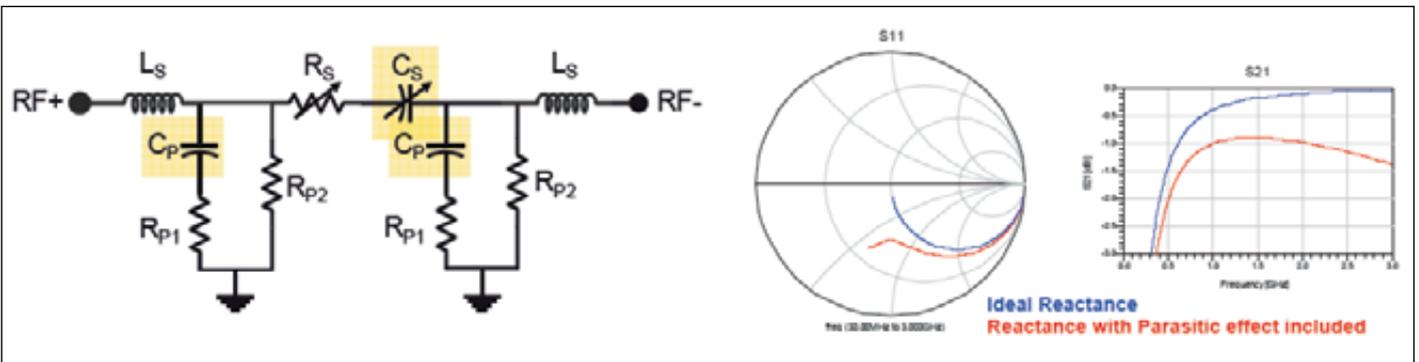


Bild 5: Einfluss der parasitären Kapazität auf das Serienverhalten

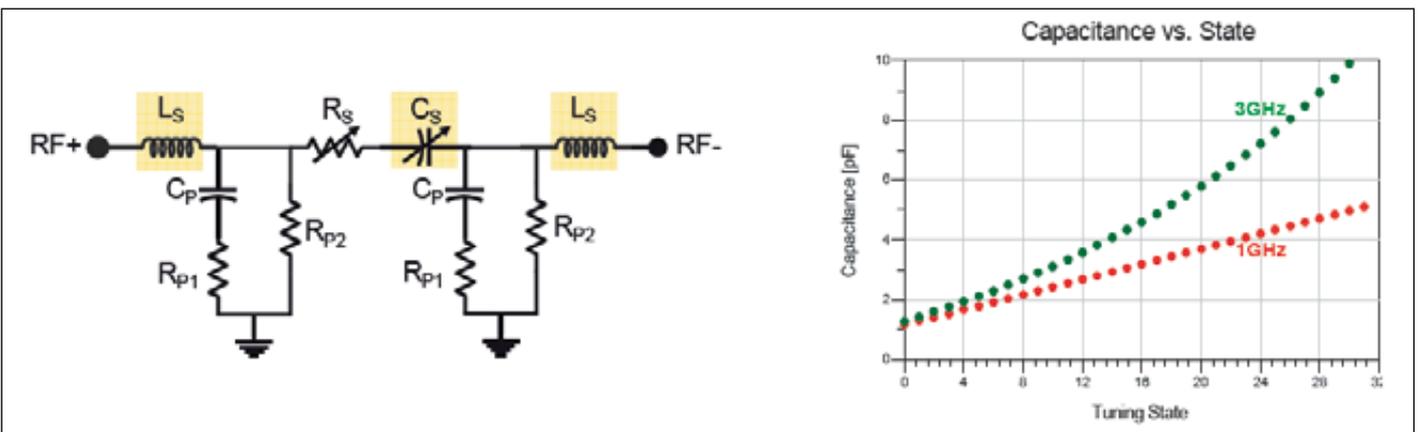


Bild 6: Scheinbare Kapazität in Shunt-Konfiguration

Um das Verhalten einer praktischen Implementation des DTC adäquat darzustellen, muss die gesamte parasitäre Kapazität (die sich aus den parasitären Schaltungs- und Gehäusekapazitäten ergibt) vom HF-Port zu Ground ( $C_p$ ) ausreichend berücksichtigt werden. So erscheint der DTC als ein Netzwerk mit drei

Anschlüssen und hat eine Kapazität zwischen jedem HF-Port und zwischen jedem HF-Port und GND. Die effektive Kapazität, die der DTC gegenüber einer Schaltung bildet, hängt von seiner Konfiguration ab (seriell oder parallel). In der Serien-Konfiguration ist die DTC-Abstimmkapazität  $C_s$  zwi-

sehen den RF+ und RF-Ports zu sehen. In diesem Fall wird  $C_s$  als Serien-Kapazität bezeichnet. Da die parasitäre Shunt-Kapazität  $C_p$  nach Masse verbunden ist, beeinflusst sie zwar die Kapazität zwischen RF+ und RF-, muss aber trotzdem berücksichtigt werden, wenn die endgültige Schaltung für die Applikation

ausgelegt wird. In der Shunt-Konfiguration wird RF- gewöhnlich geerdet und RF+ mit dem Signal verbunden. Die Gehäuse-Induktivität  $L_s$  am RF-Eingang schließt das parasitäre Parallel-Netzwerk an der RF-Seite der Schaltung effektiv kurz.  $C_p$  und  $C_s$  liegen dann parallel. Daher ist in der Shuntanordnung die

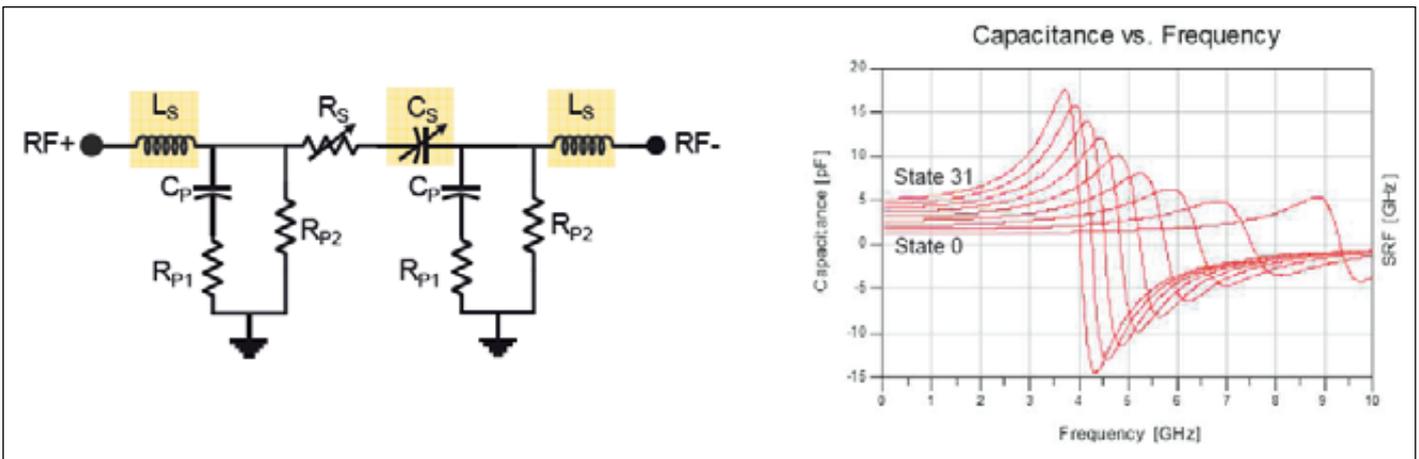


Bild 7: Einflüsse der parasitären Induktivität auf die Eigenresonanzfrequenz (SRF)

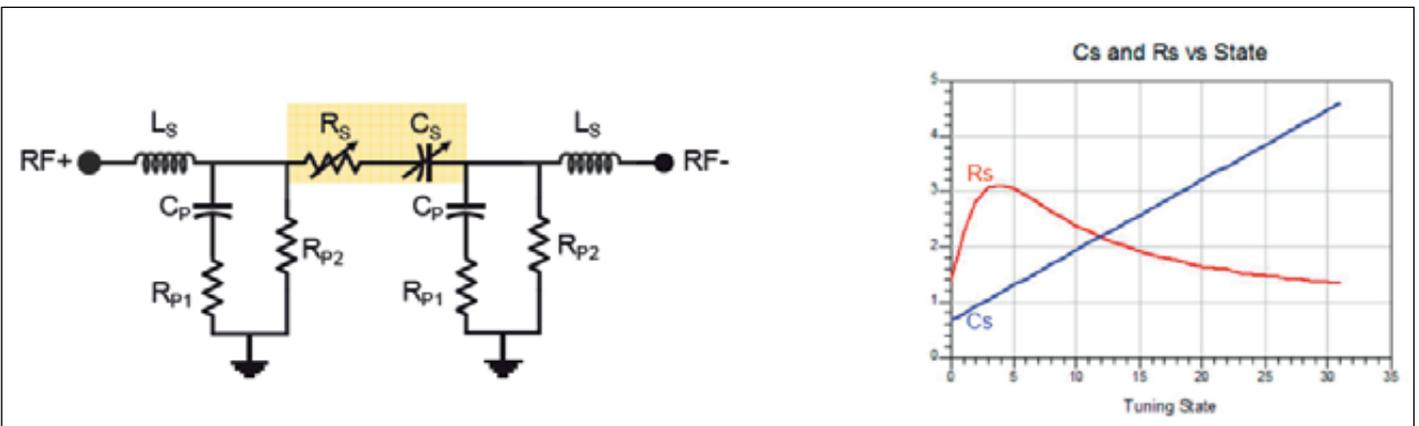


Bild 8: Abhängigkeit von  $C_s$  und  $R_s$  vom Abstimmzustand

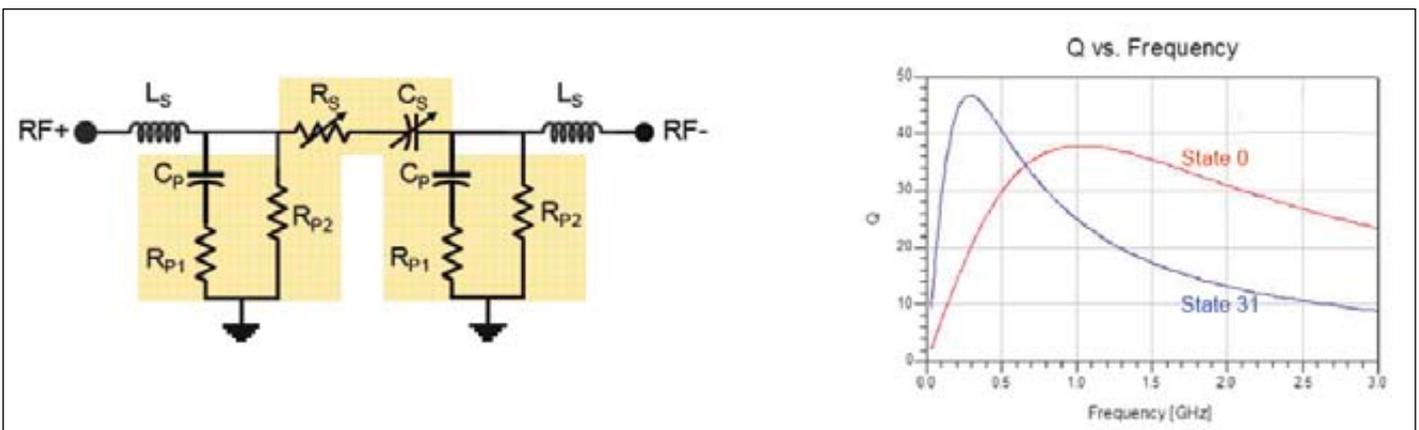


Bild 9: Der Qualitätsfaktor der parasitären Shunt-Komponenten

Gesamtkapazität  $C = (C_s + C_p)$  höher als die Kapazität, die zwischen RF+ und RF-Port zu sehen ist, wie Bild 4 zeigt. Da  $C_p$  den Shunt-Leitwert repräsentiert, erscheint der DTC nicht länger als eine einfache Reaktanz in Serie zwischen den HF-Ports, sondern vielmehr als ein

Impedanz-Transformator. Daher weichen die Werte von S11 und S21 der tatsächlichen Schaltung in der Serienkonfiguration von einer idealen Serien-Reaktanz ab, wie Bild 5 zeigt. Zusätzlich zu den parasitären Kapazitäten ist eine parasitäre Induktivität  $L_s$  (entsprechend den parasitären

Komponenten des Gehäuses und der Schaltung) im DTC vorhanden. Diese Induktivität bewirkt, dass die scheinbare Kapazität des DTC in Richtung zu höheren Frequenzen zunimmt. Dies ist der Grund dafür, dass auch das scheinbare Abstimmverhältnis in Richtung höherer Frequenzen

ansteigt, wie Bild 6 zeigt. Bei der Eigenresonanz SRF hebt die parasitäre Induktivität die kapazitive Reaktanz genau auf, und die Kapazität wird 0. Oberhalb der SRF erscheint der DTC induktiv, bzw. hat eine negative Kapazität. Die Eigenresonanz ist abhängig davon, auf wel-

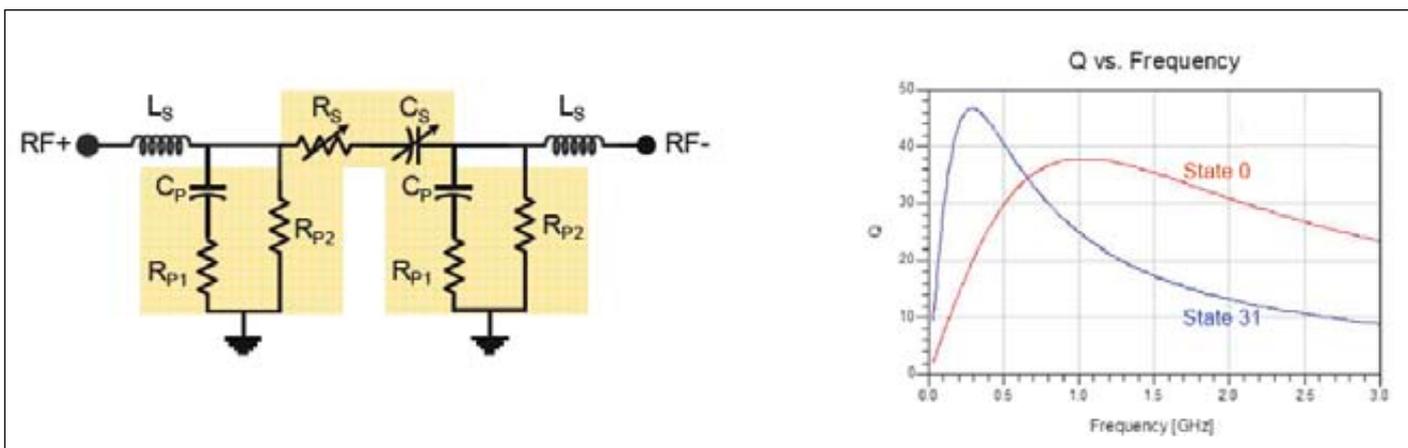


Bild 10: Q als Zusammensetzung aus Kern- und parasitären Komponenten

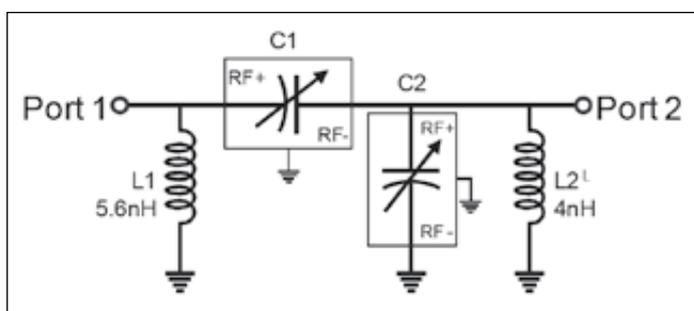


Bild 11: Beispiel für ein abstimmbares Anpassnetzwerk

chen Abstimmzustand (welchen Kapazitätswert) der DTC programmiert ist. Die SRF ist ungefähr umgekehrt proportional zur Quadratwurzel aus der Kapazität.

Um die Streuverluste im DTC genau darzustellen, muss jedes kapazitive Element (parasitär oder Abstimmkern) eine damit verbundene ohmsche Komponente haben. Die Streuverluste

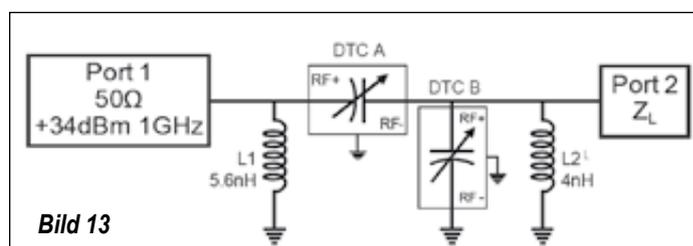


Bild 13

des Abstimmkerns ( $C_s$ ) werden durch einen äquivalenten Serienwiderstand repräsentiert ( $R_e$ ). Die Werte von  $R_s$  und  $C_s$  hängen vom Abstimmzustand ab, wie Bild 8 zeigt.

Das parasitäre Shunt-Netzwerk ist eine Kombination parasitärer Schaltungs- und Gehäuse-Kom-

ponenten, die auch ohmsche Verlustanteile enthalten. Eine Quelle dieser ohmschen Verluste ist der Bias-Schaltkreis innerhalb des Abstimmkerns. Die Komponentenwerte des parasitären Netzwerks sind unabhängig von der Frequenz und dem Justierzustand. Den Qualitätsfaktor des parasitären Netzwerks, mit

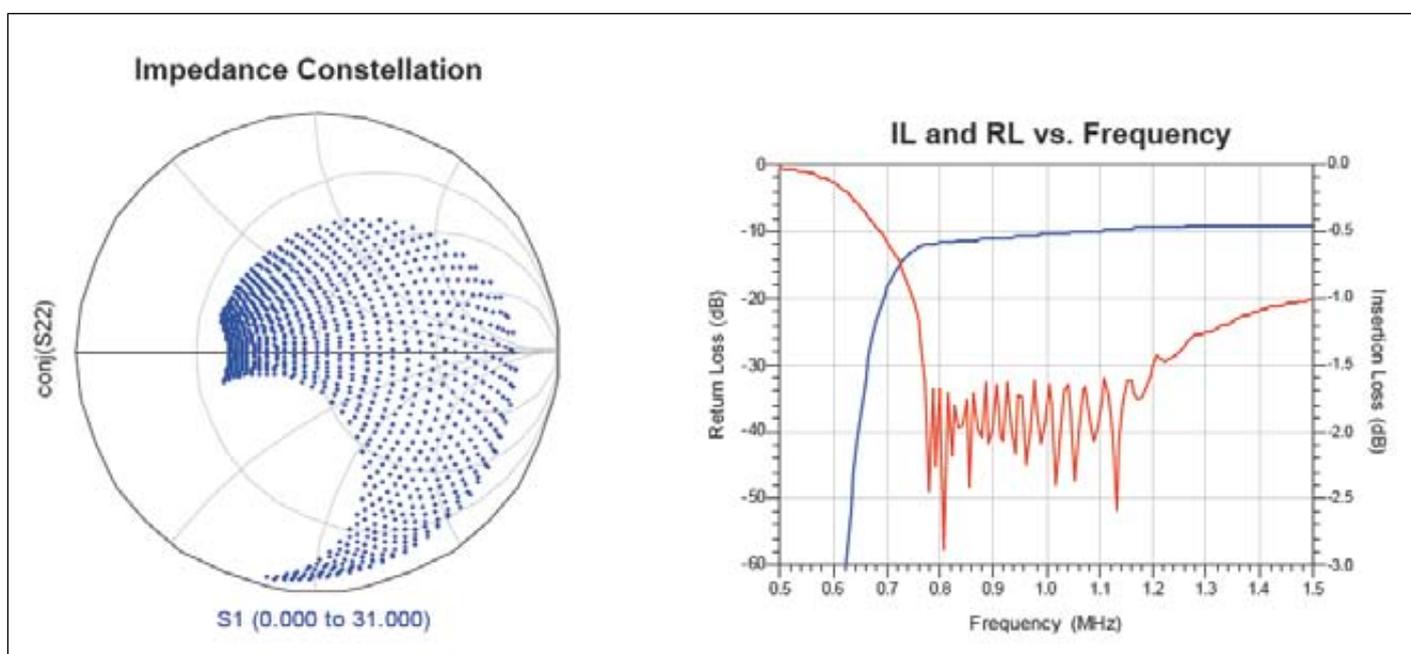


Bild 12: Frequenzgang des Impedanzanpassungs-Netzwerkes

dessen Hilfe man seine Verluste beschreiben kann, verdeutlicht Bild 9.

Das komplette DTC-Modell liefert eine präzise Repräsentation des Bauelements sowohl in Serien- als auch Shunt-Konfiguration.

Die gesamten Streuverluste des DTC hängen von seiner Konfiguration ab. Der Qualitäts-Faktor kann nicht generell für den DTC definiert werden, da seine Streuverluste von der Quellen- und der Last-Impedanz abhängen. In Shunt-Konfiguration jedoch, wird RF1 geerdet und das Signal an RF+ gelegt. Wie man in Bild 10 sieht ist der Gesamt-Qualitäts-Faktor Q in Shunt-Konfiguration, gesehen von RF+ aus, eine Zusammensetzung der Güte Qs des DTC-Abstimmkerns und der parasitären Netzwerkkomponenten (Qp).

### Beispiel für ein Abgleichnetzwerk

Die Implementierung eines reellen abstimmbaren Anpassnetzwerks unter Verwendung von DTCs wird in Bild 11 dargestellt. Es werden sowohl Serien- als auch Shunt-DTCs verwendet, um den weitesten Impedanzbereich abzudecken. Shunt-Induktivitäten werden mit den DTCs als Teil des Impedanz-Transformationsnetzwerks verwendet und sorgen für den erforderlichen DC-Pfad nach Masse, sowie für zusätzlichen ESD-Schutz. Ihre Werte können modifiziert werden, um den Frequenzgang und die Impedanztransformationseigenschaften des abstimmbaren Anpassnetzwerkes zu ändern.

Die Ausgang-Impedanzkonstellation des abstimmbaren Anpassnetzwerkes zeigt Bild 12. Jeder Punkt auf dem Smith-Diagramm entspricht einer Ausgangs-Lastimpedanz (angeschlossen an Port 2), die an 50 Ohm an Port 1 angepasst werden kann. Die Smith-Chart-Konstellation ist hier für das Abstimmverhalten bei 1 GHz gezeigt.

Bild 12 zeigt, dass das abstimmbare Anpassnetzwerk eine Band-

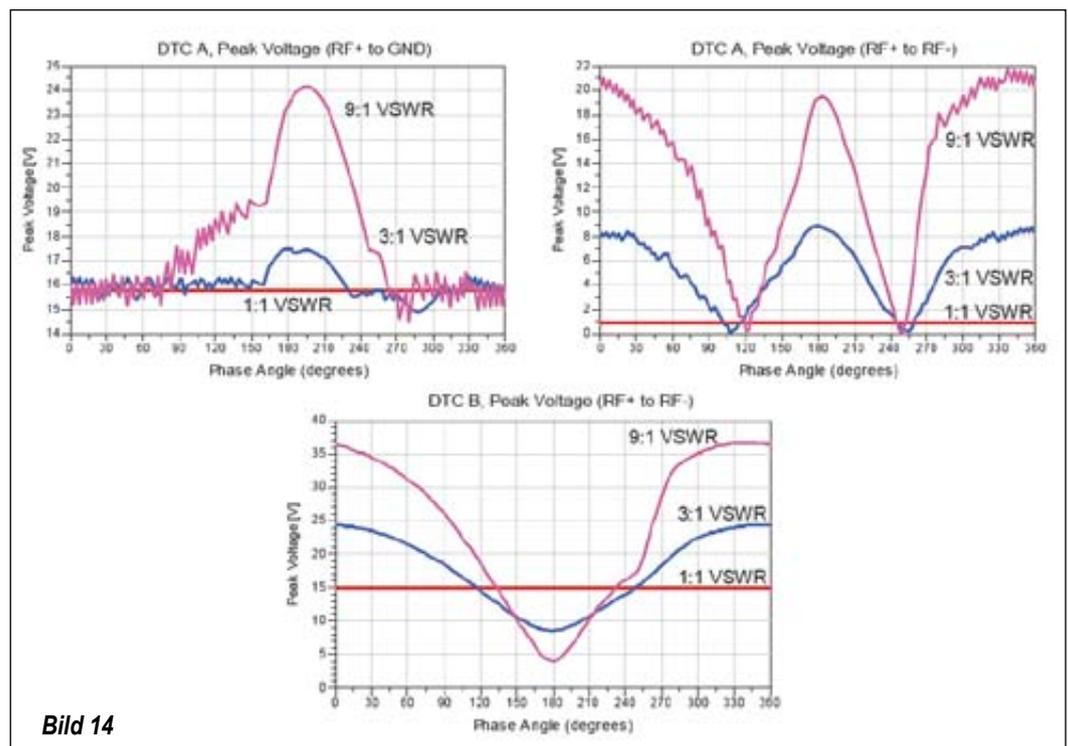


Bild 14

breite von 0,75 – 1,2 GHz hat, entsprechend dem Frequenzbereich, der perfekt an 50 Ohm angepasst werden kann. Die simulierte Einfügungsdämpfung dieses Netzwerkes beträgt ungefähr 0,5 dB und stellt genau dar, wie sich die Schaltung bei Messungen verhält.

### Dimensionierungsrichtlinien (Begrenzung der maximalen HF-Spannung)

Schaltungen wie Filter und Anpassnetzwerke setzen ihre Komponenten häufig hohen Spitzenspannungen aus, was auf die Übersetzungsverhältnisse in den resonanten Elementen der Schaltung zurückzuführen ist. Die HF-Spannung über dem DTC ist abhängig von der Impedanz und dem HF-Leistungspegel. In manchen Schaltungen, wie Filtern oder Anpassnetzwerken, können bestimmte Quell- und Last-Impedanzen dazu führen, dass die effektive HF-Spannung über dem DTC die als Maximum spezifizierte Spannung Vpk sogar bei niedrigen HF-Eingangleistungen überschreitet.

Da der DTC ESD-Schutzschaltungen enthält, existiert ein Pfad nach GND an jedem

RF-Anschluss, selbst wenn das DTC in einer Serienkonfiguration benutzt wird. Zusätzlich zur HF-Spannung, die über den HF-Anschlüssen vorhanden ist, ist Sorgfalt erforderlich, um die als Maximum spezifizierte Vpk zwischen allen RF-Terminals und Ground nicht zu überschreiten. Nebenwellen verstärken sich, wenn die Vpk-Grenze zwischen den RF+ und RF-Anschlüssen sowie den RF+-Terminals und Ground überschritten wird.

Um dies zu demonstrieren, wird der bereits vorgestellte Beispiel-tuner mit einem 1-GHz-Eingangssignal mit einem Pegel von 34,1 dBm (an 50 Ohm) an Port 1 und einer Last-Impedanz (ZL) über alle Phasenwinkel für VSWR-Werte von 1:1, 3:1 und 9:1 an Port 2 gewobbelt. In diesem Fall wird ein DTC mit 30 Vpk angenommen.

Die effektive Spitzenspannung über dem DTC kann mathematisch gefunden werden, zum Beispiel durch Verwendung von Simulationssoftware wie ADS oder MATLAB. In der Schaltung in Bild 13, wird die Source-Impedanz (Port 1) auf 50 Ohm gesetzt, während die Lastimpedanz an Port 2 über VSWR und Phase gewobbelt

wird, um verschiedene Impedanz-Zustände zu erfassen. Bei jedem VSWR- und Phasenwert werden die Kapazitätswerte für die DTCs A und B so eingestellt, dass sich die geringste Fehlanpassung zwischen Port 1 und 2 ergibt. Auf diese Weise kann die Spitzenspannung, der jeder DTC ausgesetzt wird, ermittelt werden.

Bild 14 zeigt die HF-Höchstspannungen über den verschiedenen Spannungen über den verschiedenen Belastungs-Impedanzen. Wie man sehen kann, wird über alle Lastimpedanzen bis zu 9:1 VSWR bei DTC A niemals eine Spannung von 30 V zwischen den RF+ Anschlüssen und Masse erreicht, oder zwischen den RF+ und HF-Klemmen.

Leider bewirken bei dieser Auslegung jedoch einige Lastimpedanzen an Port 2, dass die 30 V über den RF+ und RF-Ground-Anschlüssen von DTC B überschritten werden. Aus diesem Grunde sollte das Design bei diesen Lastimpedanzen bei 9,4 und 34 dBm Eingangsleistung, nicht verwendet, oder der Input muss reduziert werden.

Peregrine Semiconductor ◀

# HF-Energieernte versorgt Fernsensor



## Versteckte Energie

Energie kann in Form von Licht, Wind, Wärme und Hochfrequenz auftreten und in nutzbare Energie umgewandelt werden – eine sogenannte Ernte.

Die Schwierigkeit ist nur, wie kleinste Energiemengen für eine nutzbringende Funktion geerntet und umgewandelt werden können, um zum Beispiel einen Umweltsensor zuverlässig zu versorgen. Tabelle 1 zeigt eine Reihe von Techniken, um Energie zu ernten. Der Schlüssel zur Energieernte liegt in der genutzten Quelle, den Komponenten und der sorgfältigen Analyse der Leistungsübertragungsbilanz. HF-Energie lässt sich aus der Umgebung oder von einem zugeordneten Sen-

der beziehen. Baugruppen, die HF-Energie ernten, sind unabhängig und arbeiten in nahezu jeder Umgebung.

## HF als Versorgungsquelle

HF-Energie kann von Fernseh- und Hörfunksendern, Mobilfunkgeräten und Basisstationen sowie Sendern in den unlicenzierten Bändern 915 MHz, 868 MHz oder 2,4 GHz herrühren und macht sie weltweit kommerziell verfügbar. HF ist nicht zeitgebunden, braucht keine Wärme oder Wind und steht innerhalb eines bestimmten Umkreises um einen Sender an jedem beliebigen Ort zur Verfügung. Die Energie kann kontinuierlich, nach Plan oder auf Anforderung ausgestrahlt werden. Ein Akku oder ein Goldkondensator speichern die umgewandelte HF-Energie für den Spitzenlastbetrieb.

## Wahl energiesparender Komponenten

Eine geeignete und zuverlässige Energiequelle ist nur ein Teil der Lösung, der andere Teil ist ein

zweckmäßiges Systemdesign, das aus einer geringen Energiezufuhr maximale Leistung generiert. Dies kann einerseits durch den Einsatz extrem energiesparender Komponenten geschehen oder durch das Konzept der Leistungsbalance zwischen Verbrauch und Erzeugung.

Der Trend zu energiesparenden Geräten wird durch Konsumentennachfrage nach portablen Geräten gefördert und hat neue energiesparende Mikrocontroller sowie analoge Funk- und Kommunikationsprotokolle zur perfekten Ergänzung der HF-Ernte hervorgebracht. Bei Mikrocontrollern gehört der Energiesparmodus bereits zum Standard. Der PIC24F von Microchip mit seiner eXtreme Low Power (XLP) Technologie benötigt in diesem Modus lediglich 20 nA und nimmt bei Codeausführung lediglich 8 µA auf.

Für einen voll funktionsfähigen Umweltsensor werden analoge Komponenten und ein HF-Sende-/Empfangsteil benötigt, das die Leistungsbalance durch das verwendete Protokoll und den Sende- und Empfangsstrom

Comparison of Power Density of Energy Harvesting Methods		
Energy Source	Power Density & Performance	Source of Information
Acoustic Noise	0.003 µW/cm <sup>3</sup> @ 75Db 0.96 µW/cm <sup>3</sup> @ 100Db	(Rabaey, Ammer, Da Silva Jr, Patel, & Roundy, 2000)
Temperature Variation	10 µW/cm <sup>3</sup>	(Roundy, Steingart, Fréchette, Wright, Rabaey, 2004)
Ambient RF	1 µW/cm <sup>2</sup>	(Yeatman, 2004)
Ambient Light	100 mW/cm <sup>2</sup> (direct sun) 100 µW/cm <sup>2</sup> (illuminated office)	Not Cited
Thermoelectric	60 µW/cm <sup>2</sup>	(Stevens, 1999)
Vibration (micro generator)	4 µW/cm <sup>3</sup> (human motion - Hz) 800 µW/cm <sup>3</sup> (machines - kHz)	(Mitcheson, Green, Yeatman, & Holmes, 2004)
Vibrations (Piezoelectric)	200 µW/cm <sup>3</sup>	(Roundy, Wright, & Pister, 2002)
Airflow	1 µW/cm <sup>2</sup>	(Holmes, 2004)
Push Buttons	50 µJ/N	(Paradiso & Feldmeier, 2001)
Shoe Inserts	330 µW/cm <sup>2</sup>	(Shenck & Paradiso, 2001)
Hand Generators	30 W/kg	(Stamer & Paradiso, 2004)
Heel Strike	7 W/cm <sup>2</sup>	(Yaglioglu, 2002) (Shenck & Paradiso, 2001)

Tabelle 1 – Leistungsdichte und Energieernte-Methoden (Quelle: The Journal of Technology Studies)

Jason Tollefson  
Product Marketing Manager  
Microchip Technology, Inc

# TINY Wideband Transformers



0.15-8000 MHz as low as **99¢\*** each (qty. 1000)  *\* Stückpreis bei Abnahme von 1000 Stück ohne EG-Einfuhrabgabe und Mehrwertsteuer*

## Robuste, wiederholbare Leistung

Bei Mini-Circuits sind wir besonders im Bereich Transformatoren sehr engagiert. Wir fertigen sogar - unter strenger Fertigungskontrolle - unseren eigenen Transmission-line-Draht und verwenden nur geschweißte Verbindungen, um die Leistung, Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit zu maximieren. Und für Signale bis zu 8 GHz haben unsere robusten LTCC-Keramik-Modelle Wrap-around-Anschlüsse für Ihre visuelle Lötinspektion, wobei sogar Gehäuse angeboten werden, die gerade einmal die Größe 0805 haben.

## Die Innovationen reißen nicht ab: Top Hat

Exklusiv bei Mini-Circuits ist dieses neue Feature nun bei jedem Transformator mit offenem Kern erhältlich, den wir verkaufen. Der Top Hat beschleunigt den Pick-and-place-Durchsatz beim Kunden auf vier verschiedene Weisen: 1. Kürzere Rüstzeiten, 2. weniger

fehlende Bauelemente, 3. bessere Platzierungs-Genauigkeit und Konsistenz sowie 4., gut sichtbare Markierungen für schnellere visuelle Identifikation und Inspektion.

## Mehr Modelle, um noch mehr Anforderungen zu erfüllen

Mini-Circuits hat mehr als 250 verschiedene SMT-Modelle auf Lager. Wenn Sie daher einen HF- oder Mikrowellen-Balun bzw. Übertrager suchen, mit oder ohne Mittelanzapfung oder Gleichspannungs-Isolation, werden Sie sicherlich das Modell, das Sie benötigen, bei [Minicircuits.com](http://Minicircuits.com) finden. Geben Sie Ihre Anforderungen ein, und Yoni 2, unsere patentierte Suchmaschine kann in wenigen Sekunden ein passendes Modell finden. Und neue Entwicklungen nach Kundenwünschen sind nur einen Telefonanruf entfernt. Dabei geht die Entwicklung sehr schnell, stecken dahinter doch mehr als 40 Jahre Produktions- und Entwicklungs-Erfahrung.



[www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) P.O. Box 35166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 [sales@minicircuits.com](mailto:sales@minicircuits.com)

377 rev AA

DISTRIBUTORS

**IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH**  
D-65760 Eschborn, Germany  
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929  
[www.industrialelectronics.de](http://www.industrialelectronics.de)  
[info@industrialelectronics.de](mailto: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](mailto:info@municom.de) [www.municom.de](http://www.municom.de)

## Advantages of RF Harvested Energy

- Available "On Demand"
- Works in perpetually dark locations
- Works in hazardous locations
- Provides mobility
- Provides tracking capability
- Can take advantage of electricity tariffs
- Can charge a secondary battery
- Scalable to many nodes without a change to source
- Can be embedded between walls
- Sealable within an enclosure

**Tabelle 2 - Vorteile der HF-Energieernte**

maßgeblich beeinflusst. Neue Übertragungstechniken werden dieser Tatsache gerecht und benötigen für den Empfang nur noch 3 mA.

drahtlose Betriebsabwicklung immer noch der entscheidende Energieverbraucher.

### Leistungsbalance

Das hilft zwar bei der Energieeinsparung, doch ist das Kommunikationsprotokoll für die

Lange Ausführungszeiten und aufgeblähte Funkprotokolle zehren am Leistungsbudget, wenn

nur die geringen Energiemengen aus der Energieernte zur Verfügung stehen. Der Schlüssel zur Verbrauchssenkung ist die Wahl eines Protokolls, das die Skalierung von Funktionalitäten erlaubt. Das MiWi-Protokoll von Microchip zum Beispiel gestattet eine minimalistische Implementation, mit Übertragungszeiten bis hinunter zu 5 ms. Weitere Verbesserungen bieten das Leistungsmanagement durch ladungsabhängige Operationen und die Ladezustandsüberwachung.

Auswertung der während jeder abgeschlossenen kompletten Funktion entnommenen Ladung nutzen. Der Ladezustand ergibt sich dann aus dem Vergleich von Ladung und Entladung. Mit dieser Methode lässt sich, basierend auf dem Ladezustand, die Zahl der Übertragungen vermindern und gegebenenfalls Unterstützung anfordern, indem der HF-Leistungsquelle signalisiert wird, das HF-Signal entsprechend zu verstärken.

### Energieernte: Die praktische Lösung

Bei der ladungsabhängigen Versorgung kann das Sensorsystem komplett von der Stromversorgung getrennt werden. Erst wenn der HF-Harvester genügend Energie aufgenommen hat, wird der Sensor wieder aktiviert. Der eigentliche Vorteil dieser Technik ist, dass das System keine Leistung verbraucht, während der Speicher aufgeladen wird. Die Häufigkeit der Sensoreinschaltungen ist vom Verhältnis der Ladung zum Speicherinhalt abhängig. Das hängt wiederum von der Entfernung zur HF-Quelle, der Empfangsantenne und von dazwischen befindlichen Hindernissen ab. Das Ganze funktioniert gut, wenn der Sensor so angeordnet ist, dass die Frequenz der Sensoreinschaltungen an die Anforderungen des Gesamtsystems angepasst wird. Damit das Netzwerk nicht mit unnötig übertragenen Paketen überflutet wird, kann die Rate der Datenübermittlungen in Abhängigkeit von der Signalstärke erfolgen. Wenn der HF-Harvester eine Batterie laden soll, kann ein Mikrocontroller zur Überwachung des Ladezyklus und zur Beurteilung des Ladezustands eingesetzt werden. Er bestimmt dann die Laufzeit aufgrund der Art der Sensorabfragen, indem die aufgenommenen Ströme während der verschiedenen Abschnitte des Sensorbetriebes aufgezeichnet werden. Zum Beispiel kann der Strom durch den Sensorknoten am Ausgang gemessen 100 µA betragen und 20 mA während der Datenübertragung. Der Mikrocontroller kann diese Informationen zur

Die HF-Energieernte ist eine entwicklungsfähige Option für viele Applikationen, die auf bewährten Technologien beruhen und eine Plattform für Prototypen neuer Produkte bietet. Batteriebetriebene Sensoren können so durch eine Auswahl von Komponenten und die entsprechende Leistungsbalance ersetzt werden. Die HF-Energieernte ist eine praktikable Möglichkeit der Nutzung einer Quelle und die Fähigkeit in jeder Umgebung zu arbeiten. Dies könnte das Prinzip der HF-Ernte zum Erfolg führen.

Die HF-Ernte ist eine der ersten bewährten und zuverlässigen Möglichkeiten zur Versorgung aus der Umwelt. Sie entspricht den Umweltschutzvorschriften und der gesellschaftlichen Verantwortung der Unternehmen, hat einen wirtschaftlichen Sinn und vermeidet die Abhängigkeit von Sonnenschein, Wind oder unvorhersehbaren Temperaturbedingungen. ◀

### Anmerkung:

PIC ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microchip Technology Incorporated in den USA und anderen Ländern.

MiWi ist ein Warenzeichen der Microchip Technology Incorporated in den USA und anderen Ländern.

Alle anderen o.g. Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen.

## 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.

**Digital (über LAN) einstellbarer UHF-/ Mikrowellen Bandsperfilter (Cavity Design)**  
 mit sehr steiler Flanke und 20 MHz Sperrband

Sperrdämpfung: 40 dB min.  
 Durchlassdämpfung: 1.0 dB max.  
 Rückflussdämpfung: 14 dB min.  
 Steckverbinder: SMA oder N female  
 Abmessungen: 305 mm x 60 mm x 180 mm plus Anschlüsse

**Fc einstellbar in 1 MHz Schritten**  
 Betriebstemperatur: 10° C bis 45° C  
 Stromversorgung: 23...32 Volt DC / 1A;  
 LAN Anschluss über RJ45 Normstecker  
 Einstellzeit: 3 sec typ, 20 sec max (Bandanfang bis Bandende)  
 HF-Belastbarkeit: 50 W CW max. im Sperrband,  
 200 W CW max. im Durchlassband



Weitere Angaben und ein Angebot hierzu senden wir Ihnen gerne zu.  
 Wir stellen aus: European Microwave Week - Nürnberg 8. bis 10. Oktober 2013

**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](mailto:info@wainwright-filters.com)

# SCHNELLER AM MARKT.

SPAREN SIE ZEIT UND GELD IM ENTWICKLUNGSPROZESS  
MIT EMV PRECOMPLIANCE-LÖSUNGEN VON DATATEC.



Spektrum- / Signal-Analysatoren der  
CXA / EXA / MXA / PXA Serie

EMV Precompliance  
Measurement Application

Auf der Rückseite erfahren Sie mehr zu den Spektrum- / Signal-Analysatoren und den EMV-Applikationen.

Ihr Spezialist für  
Mess- und Prüfgeräte

MESSBAR MEHR.  
**datatec**

\* Bei Neukauf eines Agilent Spektrum- / Signal-Analysators der Serie CXA / EXA / MXA / PXA erhalten Sie die Agilent N6141A / W6141A EMV Precompliance Measurement Application gratis mit dazu. Angebot ist nicht mit anderen Aktionen oder Rabatten kombinierbar. Alle Preise zzgl. MwSt. (Laufzeit bis 31.12.2013)



**Agilent Technologies**

Autorisierter Technologie Partner

# VOM EINSTEIGER- BIS PERFORMANCE-MODELL.

SPEKTRUM- / SIGNAL-ANALYSATOREN MIT FREQUENZBEREICHEN AB 3 Hz ... 50 GHz.

## Merkmale der N9000A CXA Serie:

- 9 kHz bis 26,5 GHz
- -99 dBc/Hz
- +13 dBm



## Merkmale der N9010A EXA Serie:

- 10 Hz bis 44 GHz
- -99 dBc/Hz
- +15 dBm



## Merkmale der N9020A MXA Serie:

- 10 Hz bis 26,5 GHz
- -103 dBc/Hz
- +16 dBm



## Merkmale der N9030A PXA Serie:

- 3 Hz bis 50 GHz
- -129 dBc/Hz
- +20 dBm



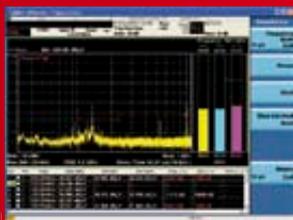
[www.datatec.de/spektrum](http://www.datatec.de/spektrum)

## APPLIKATION FÜR DIE EMV-VORPRÜFUNG.

REDUZIEREN SIE DIE BESUCHSHÄUFIGKEIT BEIM EMV-DIENSTLEISTER.

Mit der entwicklungsbegleitenden EMV-Vorprüfung können Sie Modifikationen an Ihrer Schaltung selbst auf Störabstrahlung untersuchen und somit die laufenden Kosten durch häufige Besuche beim EMV-Dienstleister reduzieren. Dies bewirkt auch eine drastische Verkürzung Ihrer Entwicklungszeit, da sich die

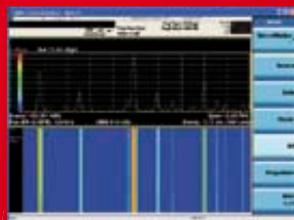
Anzahl der Messungen beim EMV-Dienstleister verringern. Die EMV-Applikation **W6141A** (CXA) bzw. **N6141A** (EXA / MXA / PXA) entspricht der Software des CISPR 16 konformen EMV-Analysators MXE von Agilent und bietet damit alle Mess- und Auswertmöglichkeiten eines modernen EMV-Analysators.



Frequency scan



Scan table



Spectrogram (Option EDP)



Zone span

[www.datatec.de/emv](http://www.datatec.de/emv)

## AB SOFORT IM PROGRAMM:

Für erweiterte Precompliance Messungen – Hard- und Softwarelösungen von



Ihr Spezialist für  
Mess- und Prüfgeräte



Termin zur Live-Demo vereinbaren: Tel. 07121 / 51 50 50

# Ein WiMAX-Direct-Conversion-Sender, Teil 2

Nach der Vorstellung von ADC, Quadraturmodulator und fraktionalem N-Synthesizer in Teil 1 geht es in diesem abschließenden Teil 2 um weitere Schaltungseinzelheiten sowie die erreichte Gesamt-Performance.

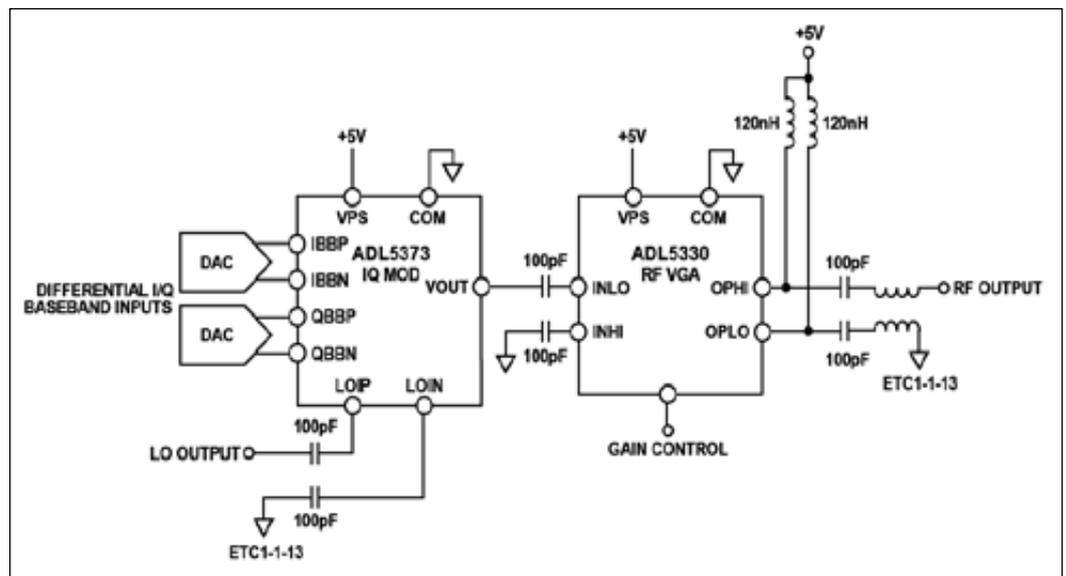


Bild 12: Der VGA am Modulator

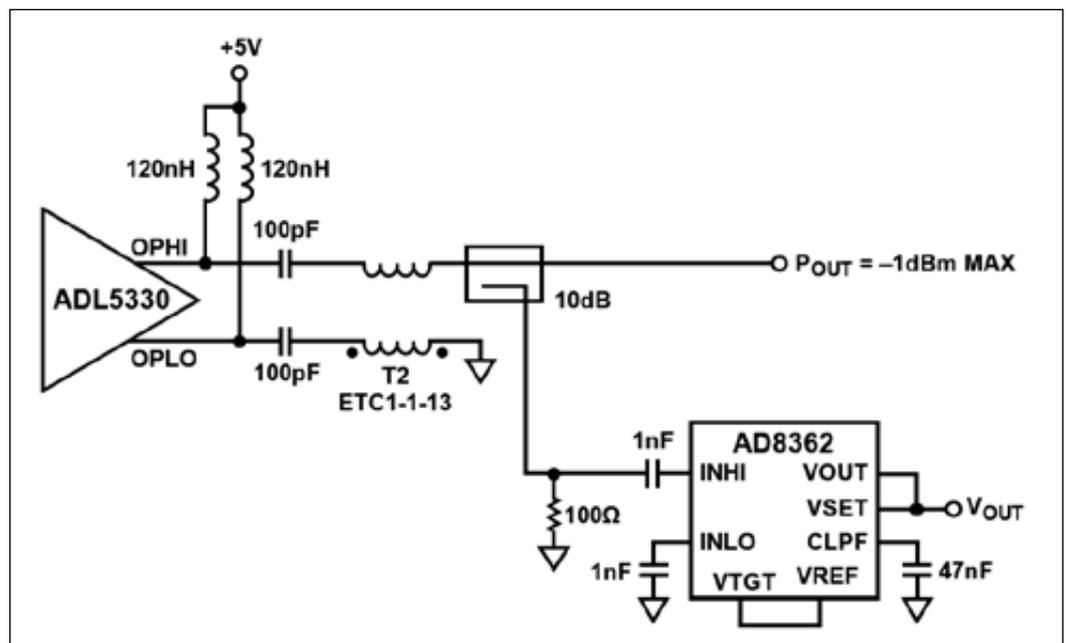


Bild 13: Der RMS Power Detector am Senderausgang

Da WiMAX-Systeme abgesetzt betrieben werden können, ist eine äußere Einstellung der Verstärkung im Sender sinnvoll. Hierzu dient der Voltage-Controlled Gain Amplifier ADL5330.

Er verstärkt auf 2,3 GHz um bis zu 50 dB. In Bild 12 wird sein Arrangement im WiMAX-Sender gezeigt. Die Steuerspannung beträgt hier 0,5 bis 1,4 V. Bei

1,4 V wird mit 15 dB das erforderliche Maximum erreicht. Es genügt ein einfacher Koppelkondensator, da der Modulator für die 50 Ohm des VGAs ausgelegt ist. Für den Bereich 2...3 GHz ist auch die Kopplung über einen Symmetrierübertrager (Balun) gut möglich, um den Differenzeingang zu nutzen und somit bessere Balance im Eingang zu wahren.

## RMS Power Detection

Zur schnellen und genauen Leistungsüberwachung kann der Power-Detektor AD8362 (3 GHz) am Ausgang des Senderverstärkers eingesetzt werden. Er liefert einen zum Pegel (also dB-Wert) proportionalen Gleichstrom. Um diesen zu erhalten, sind zwei Integrationskondensatoren (Glättungskondensa-

Quelle: Cecile Masse/Qui Luu, A 2.4 GHz WiMAX Direct Conversion Transmitter, Analog Devices Application Note AN-826

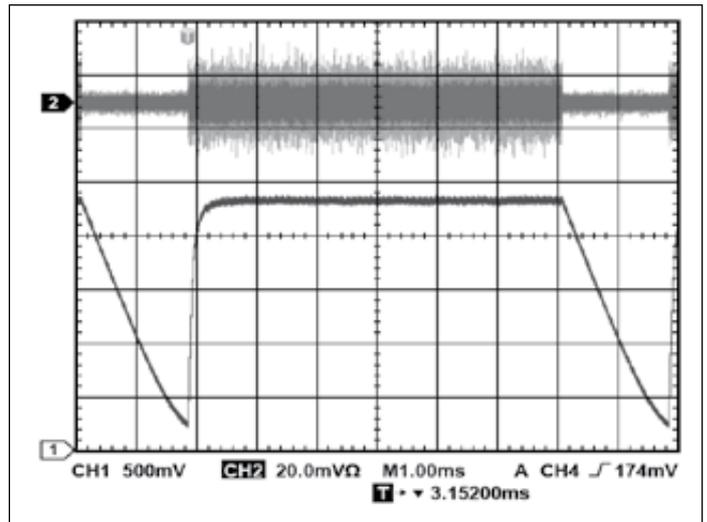
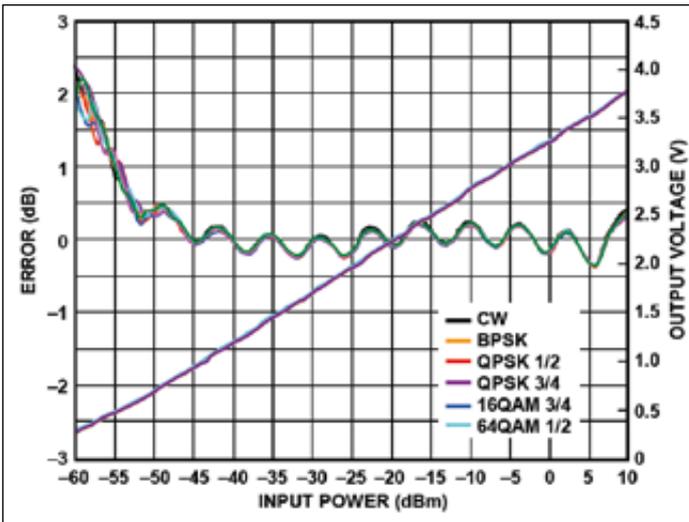


Bild 14: Response- und Detection-Fehler sind weitgehend von der Modulation unabhängig

Bild 15: Zeitantwort bei einem Burst

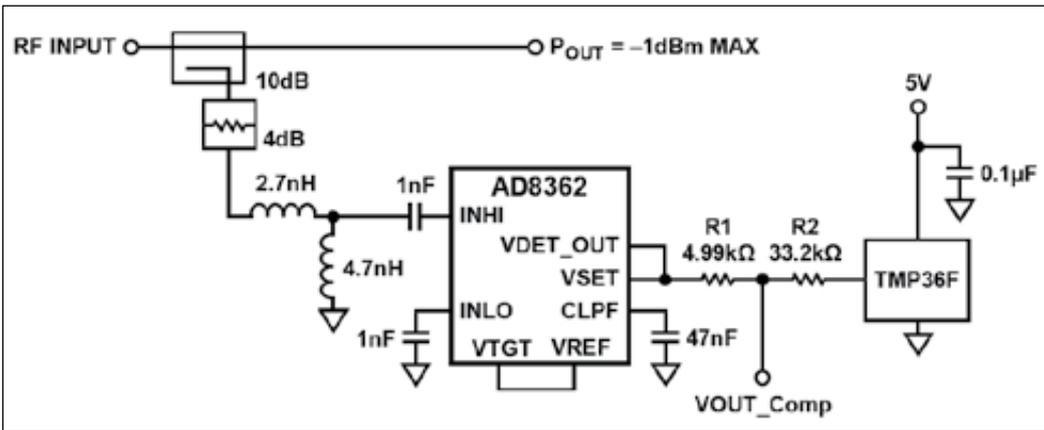


Bild 16: Die einfache Temperaturkompensations-Schaltung

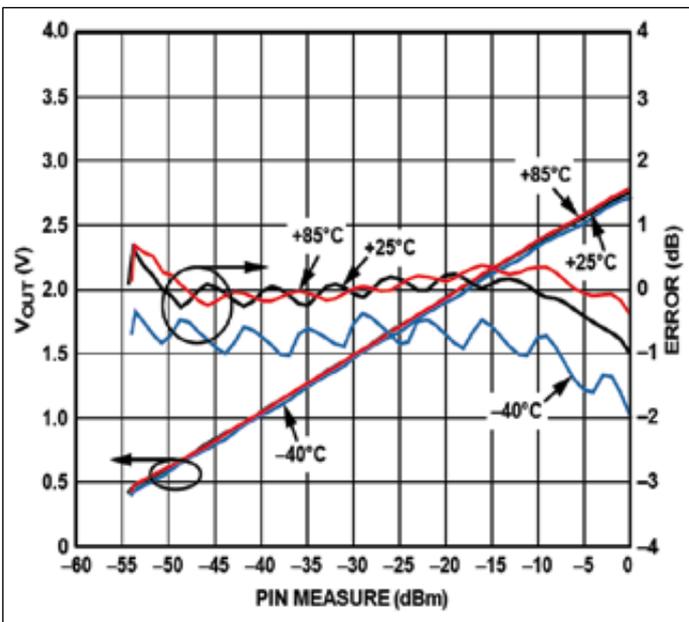


Bild 17: Ausgangsspannung und Temperaturdrift des AD8362 bei 2,35 GHz mit externer Temperaturkompensation

+0,3/-0,5 dB in 40 dB Dynamik, aber mit 160 µs die doppelte Settling Time. Weitere Modifikationen sind über die Spannung  $V_{TG}$  möglich, indem dieses Pin über einen Spannungsteiler mit dem Pin  $V_{REF}$  verbunden wird.

### Temperaturkompensation

Um die Temperaturunabhängigkeit des AD8362 zu verbessern, kann eine einfache Kompensationsschaltung eingeführt werden. Sie hilft bei der Temperaturkompensation der Drift des Intercept-Punkts des Detektors. Dessen Übertragungskurve tendiert zu fallen, wenn sich die Temperatur erhöht. Bei -15 dBm Eingangspegel kann die Drift mit -0,03 dB/K angegeben werden.

Die Kompensationsschaltung in Bild 16 ist einfach und nutzt den Temperatursensor TMP36. Er liefert bei 25 °C 750 mV und hat einen TK von 10 mV/K. Dieser positive TK kann dem negativen des Detektor-Chips direkt entgegengesetzt werden. Dazu muss man nur das Verhältnis  $R1$  zu  $R2$  entsprechend dem Verhältnis der Driften wählen. -0,03 dB/K bedeutet -1,51 mV/K.

atoren) erforderlich, einer on chip, der andere extern (CLPF). Die über einen Widerstand gewonnene DC-Spannung sollte dann gepuffert werden. Die Ausgangsspannung des Puffers kann für Messzwecke gut genutzt werden und eignet sich auch zum Aufbau einer Regelschleife.

In Bild 13 wird die Einfügung des Detektors über einen Richtkoppler gezeigt. Dies sichert, im Gegensatz zu einer simplen Spannungserfassung, dass lediglich die vorlaufende Spannung erfasst wird. Der Differenzeingang des Chips wird als solcher nicht genutzt, da der Koppler ein unsymmetrisches Signal liefert.

Bild 14 und 15 demonstrieren die erreichten Ergebnisse. Mit  $C_{LPF} = 100$  nF ergibt sich eine etwas bessere Genauigkeit von

Wie diese Kompensationsschaltung wirkt, kann man aus Bild 17 ersehen.

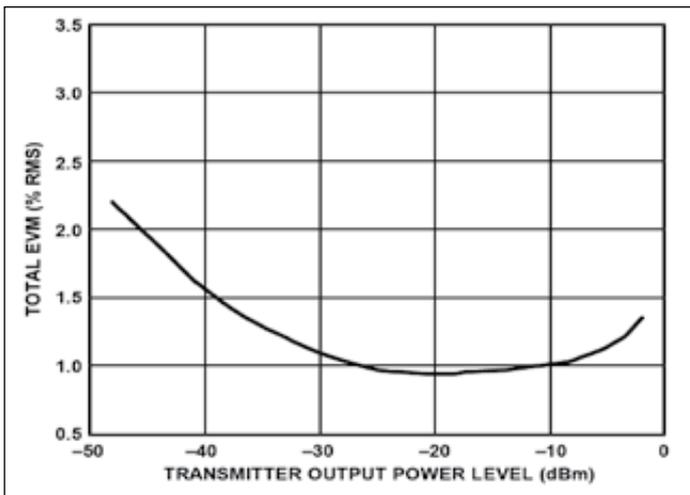


Bild 18: Abhängigkeit der EVM von der Sendeleistung

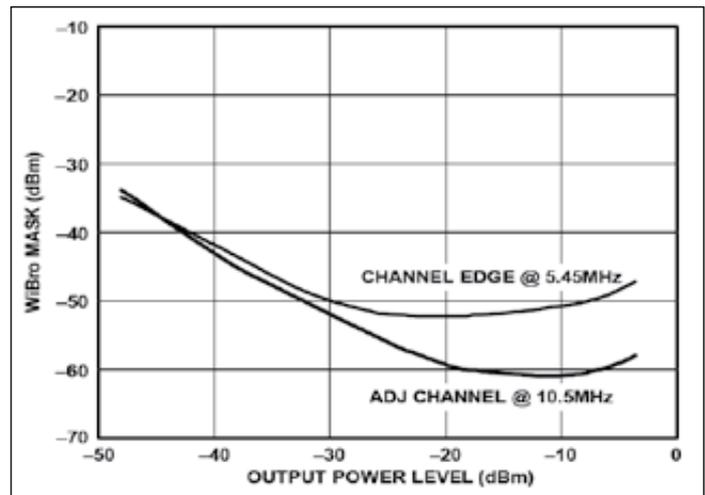


Bild 19: Zur spektralen Qualität des Sendesignals bei 64 QAM OFDM in 10 MHz Bandbreite

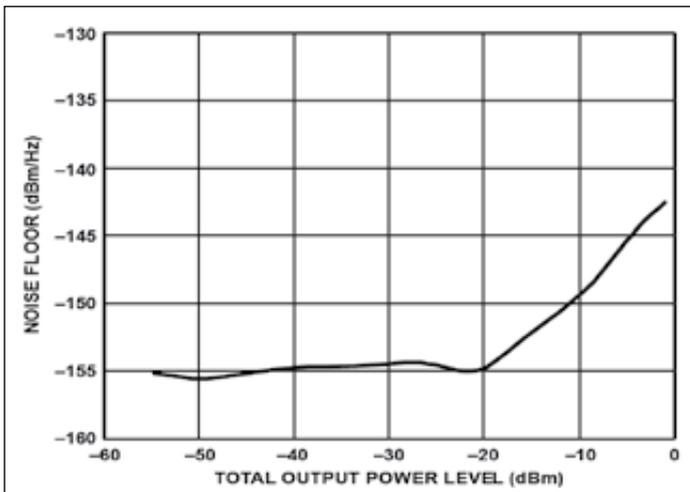


Bild 20: Rauschflur am Senderausgang über der Ausgangsleistung bei QPSK 16/64 QAM OFDM

### Gesamt-Leistungsvermögen

Die Tabelle gibt einen Überblick über die gesamte Leistungsfähigkeit des WiMAX-Senders. Das OFDM-Signal wurde dabei generiert durch die Extrahierung der Vektoren I und Q am WiMAX-Signalgenerator.

Die EVM Performance (Error Vector Magnitude) wurde mithilfe einer Agilent 89600 Demodulations-Software ermittelt.

Die Hauptursachen von Abweichungen sind das nichtideale Verhalten des IQ-Modulators und das Phasenrauschen des lokalen Oszillators. Würden

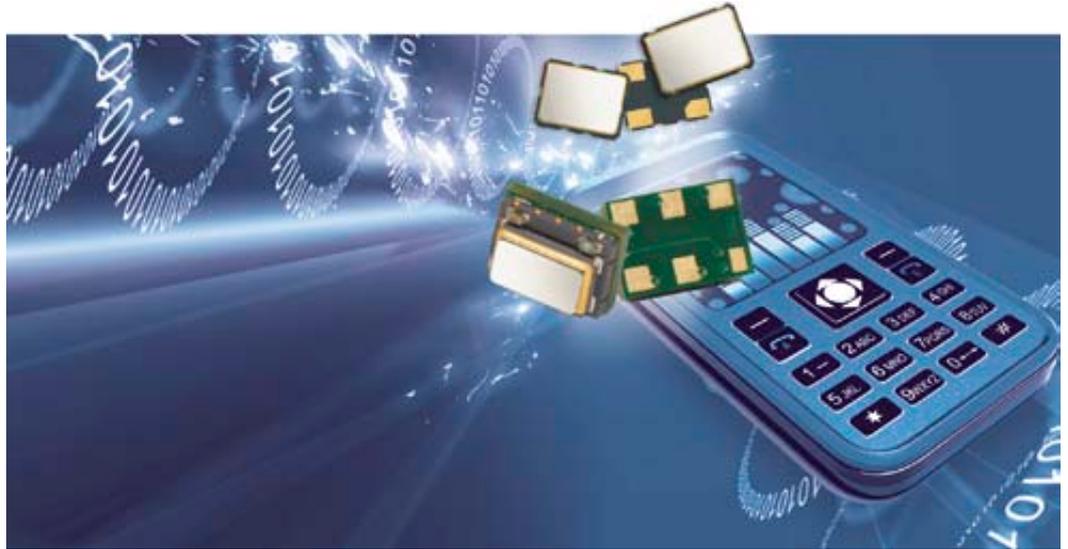
DAC und IQMOD mit einem idealen LO arbeiten, wäre die EVM nur 0,6%. Mit VGA und Fractional PLL sind es 1,2%. Die IQMOD EVN ist recht unabhängig von der Senderleistung. Bild 18 zeigt die EVM des Senders über dessen Ausgangsleistung in einer 60-dB-Dynamik des VGAs. Bei mittlerer Leistung wird sie insbesondere vom IQ-Modulator und vom Synthesizer bestimmt.

In Bild 19 ist die spektrale Qualität des Ausgangssignals dokumentiert, während Bild 20 über den Rauschanteil in diesem informiert. Der Sender nimmt aus 5 V 380 mA und aus 3,3 V 165 mA auf. ◀

Parameter	Bedingungen	Ergebnis
max. lin. Ausgangspegel	64 QAM OFDM, EVM 1,2%	-3 dBm
Ausgangsleistungs-Einstellbereich	2,35 GHz, +/-3 dB Gain Law Conformance	51 dBm
Gain Flatness über Frequenz	2,3...2,4 GHz	0,005 dB/MHz
OIP3	2,35 GHz, $V_{GAIN}$ 1,4 V	19 dBm
OP1dB	2,35 GHz, $V_{GAIN}$ 1,4 V	12,4 dBm
Spectral Mask/ACP	RBW 100 kHz, VBW 1 MHz, $P_{OUT}$ -5 dBm, 10 MHz Offset	-55 dB
Spectral Mask/ACP	WiBro Mask first offset, channel edge	-48,5 dB
Spectral Mask/ACP	WiBro Mask second offset, center of channel	-59 dB
EVM vs. Gain Control	64 QAM OFDM, 2,35 GHz, $P_{OUT}$ -3 dBm, $V_{GAIN}$ high	-38,4 dB/1,2%
EVM vs. Gain Control	64 QAM OFDM, 2,35 GHz, $P_{OUT}$ -30 dBm, $V_{GAIN}$ log	-39,1 dB/1,1%
Breitband-Rauschflur	Offset 20 MHz, $P_{OUT}$ -1 dBm	-142,5 dBm/Hz
Breitband-Rauschflur	Offset 20 MHz, $P_{OUT}$ -20 dBm	-155 dBm/Hz
RMS-Power-Detektionsbereich	max. 0,5 dB Fehler	60 dB

# Funktionsprinzipien von TCXOs

**Temperaturkompensierte Quarzoszillatoren (TCXOs) sind in den heutigen drahtlosen Kommunikationssystemen weit verbreitet. Sie sind inzwischen eine wichtige Komponente in Mobiltelefonen, PDAs und der wachsende Anzahl von Produkten im Bereich der „Wireless“-Anwendungen.**



TCXOs unterscheiden sich von einfachen Quarzoszillatoren vor allem dadurch, dass diese durch zusätzliche interne Schaltungen die Temperaturkennlinien des Quarzes kompensieren bzw. korrigieren. Bild 1 veranschaulicht auf einfache Weise, wie der Quarz korrigiert wird. Die zusätzliche Kompensationschaltung ist in drei wesentliche Kategorien unterteilt: Digital, analog oder eine Kombination aus analog und digital.

Die unkompenzierte, in Bild 1 dargestellte Frequenzstabilität ist die eines typischen Quarzes mit AT-Schnitt. Es handelt sich um eine Kurvenfamilie, die primär durch den Winkel bestimmt ist, mit dem der Quarzrohling geschnitten wird. Diese Kurven verhalten sich entsprechend einer Gleichung dritten Grades folgender Form:

Als Massenware hergestellte TCXOs, auch „commodity“-TCXOs genannt, sind typischer-

weise lieferbar mit einer Frequenzstabilität zwischen  $\pm 1.5$  ppm und  $\pm 5$  ppm im Arbeitstemperaturbereich von  $-40$  °C bis  $+85$  °C, wobei die meisten Standardspezifikationen im Bereich von  $-30$  °C bis  $+75$  °C bei  $\pm 2.5$  ppm spezifiziert sind. Frequenzstabilitäten unter  $\pm 1.5$  ppm im Bereich von  $0$  °C bis  $+70$  °C sind vergleichsweise schwierig herzustellen und fallen daher eher in die Kategorie „high performance“-TCXOs. In der Regel kosten „commodity“-TCXOs weniger als 3,00 €/Stück, während „high performance“-TCXOs häufig bei 10,00 €/Stück und höher liegen.

„Commodity“-TCXOs können in sehr kleinen Bauformen - wie z.B.  $5 \times 3,2 \times 1,5$  mm und sogar  $3,2 \times 2,5 \times 1$  mm hergestellt werden, wobei noch kleinere Bauformen bereits vereinzelt angeboten werden. Alle diese extrem kleinen Oszillatoren sind ASIC-basiert, um die Produktion in

großen Mengen kostengünstig zu ermöglichen. Aufgrund der spezifischen ASIC's kann der Hersteller innerhalb der Produktfamilie nicht jede kundenspezifische Ausführung bzgl. z.B. Stabilität, Last, Phasenrauschen etc. anbieten, jedoch fast jede Frequenz innerhalb des Frequenzbereichs der Produktfamilie. Ferner sind alle diese kleinen TCXOs tatsächlich VC-TCXOs – d.h. sie sind i.d.R. mit einem Pin für elektrischen Abgleich (sog. Voltage-Control-Funktion) versehen.

Die möglichen Ausgangssignale bei diesen ASIC-basierten TCXOs sind grundsätzlich auf „clipped sinewave“ oder „sinewave“ Ausgangssignale beschränkt. Wird z.B. HCMOS benötigt, ist dies nur mit den größeren Bauformen möglich. „High-performance“-TCXOs gibt es mit allen bekannten Ausgangssignalen (Sinewave, HCMOS, LVPECL, usw.).

Das „clipped sinewave“-Signal weist überdies einen wesentlichen Vorteil auf: Die geringe Stromaufnahme. Die typische Stromaufnahme für „clipped sinewave“ beträgt max. 2 mA bei +3 V. Der interne Treiber für „clipped sinewave“-Ausgangssignale wird einfach durch den Kollektor eines bipolaren Transistors gespeist. Das bedeutet,

dass die Last für den Oszillator eine hohe Impedanz aufweisen muss – in der Regel ist eine Last von 10 kOhm erforderlich. Der Treiber für „clipped sinewave“ ist somit ideal geeignet zum direkten Treiben von PLL-ICs und bietet so eine Lösung mit niedriger Stromaufnahme.

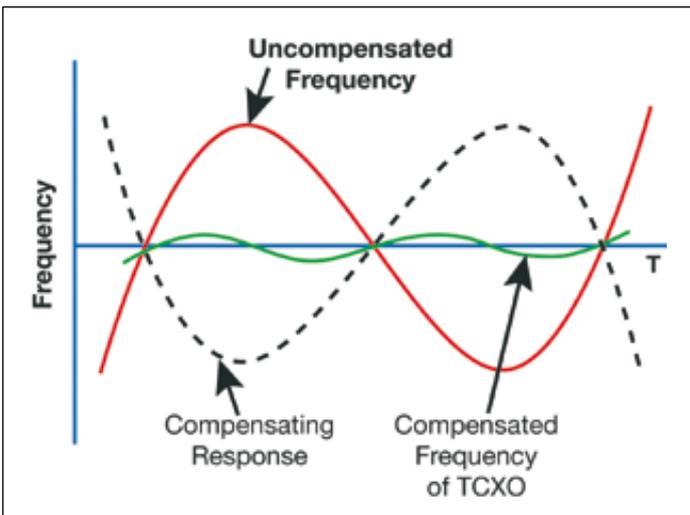
Technologisch stehen bei TCXOs vier digital implementierte und eine grundlegende analoge Ausführung zur Verfügung:

- TCXO: Temperaturkompensierter Quarz-oszillator (Bild 2)
- ADTCXO: Analog/Digital temperaturkompensierter Quarzoszillator (Bild 3, hier gezeigt mit der Ausnahme, dass DAC und Logik durch eine kubische Funktion bzw. durch Analogverstärker ersetzt werden)
- DTCXO: Digital temperaturkompensierter Quarzoszillator (Bild 3)
- MCXO: Mikroprozessor-kompensierter Quarzoszillator (Bild 4)
- DCXO: Digital gesteuertes Quarzoszillator

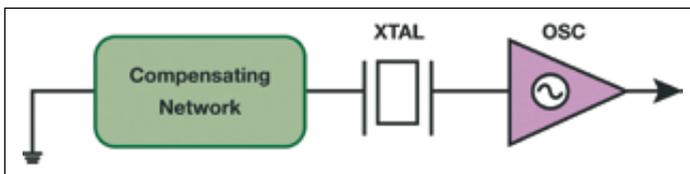
Der in Abb. 3 dargestellte ADTCXO kommt derzeit überwiegend in der Mobiltelefonindustrie zur Anwendung und ist in Größen von  $5 \times 3,2 \times 1,5$  mm

$$\frac{\Delta f}{f} = a(t - t_0) + b(t - t_0)^2 + c(t - t_0)^3 \text{ (ppm)}$$

Wobei:  $t$  = Isttemperatur  
 $t_0 = 26^\circ\text{C}$   
 $a, b$  und  $c$  = Bechmann-Koeffizienten



**Bild 1: Unkompensierte Frequenzstabilität**



**Bild 2: Temperaturkompensierter Quarzoszillator**

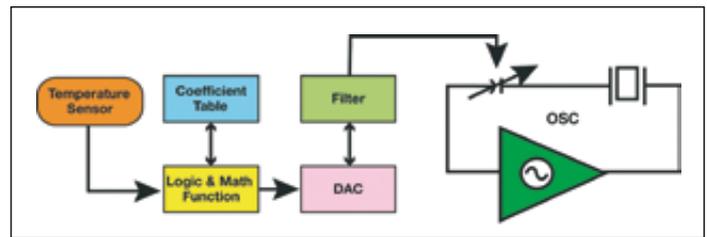
und kleiner lieferbar. Diese Oszillatoren werden ebenfalls dank ihrer geringen Größe und niedrigen Kosten in vielen anderen Applikationen eingesetzt. Allerdings müssen Entwickler bei digital kompensierten Quarzoszillatoren (DTCXO) berücksichtigen, dass mit der DTCXO-Ausführung gemäß Abb. 3 und den anderen digitalen Implementierungen Phasensprünge auftreten, wenn der Oszillator aufgrund einer erfassten Temperaturschwankung eine Korrektur ausführt. Dank ihres analogen „Back-Ends“ führt die in Bild 3 gezeigte ADTCXO-Version keine Phasensprünge aus.

Ob ein Oszillator Phasen- oder Frequenzsprünge ausführt, ist in der Frequenz-vs-Temperaturkurve eventuell nicht einfach erkennbar. Mit der ersten Ableitung der Frequenz-/Temperaturdaten können Phasensprünge sichtbar gemacht werden. Eine andere Möglichkeit zur Darstellung der Phasensprünge ist die Durchführung eines Tests, wobei der TCXO als Referenzfrequenz für einen Phasenregelkreis (PLL) verwendet wird und der Span-

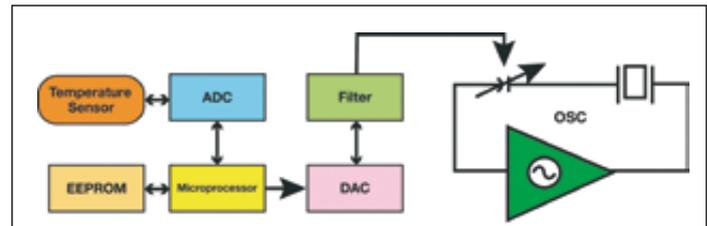
nungsfehler am Phasenprüfer überwacht wird, während der TCXO über den Temperaturbereich betrieben wird.

Wird ein großer Phasensprung nicht erfolgreich absorbiert, so kann er zahlreiche Kommunikationsverbindungen unterbrechen. Daher muss der Entwickler, der den Einsatz eines digital implementierten Oszillators in Erwägung zieht, im Vorfeld außerordentlich sorgfältig vorgehen.

Der digital gesteuerte Quarzoszillator (DCXO) ist hier nicht als Block-Bild dargestellt, da er



**Bild 3: Digital temperaturkompensierter Quarzoszillator**



**Bild 4: Mikroprozessorkompensierter Quarzoszillator**

auf viele unterschiedliche Arten implementiert werden kann. Ein DCXO wird definiert als ein Quarzoszillator, dessen Frequenz des Quarzes durch den (Host-) Mikroprozessor der Schaltung korrigiert wird. Die Korrekturintelligenz kann folgende Punkte betreffen:

- 1) Quarzfrequenz-vs.-Temperaturkurve
- 2) Taktgabe von einer externen Quelle, d.h. eine Mobiltelefonstation kann den Takt für den PDA oder das Mobiltelefon liefern
- 3) Referenzfrequenz aus einer externen oder internen Quelle

Ein Entwickler eines DCXO's möchte eventuell nicht unbedingt die Stabilität eines guten TCXO's erreichen. So kann die Kompensation bzw. Korrektur

eines  $\pm 25$  ppm Quarzes auf  $\pm 5$  ppm – ohne die Kosten für einen separaten TCXO – das Ziel sein und für die gewünschte Performance der Applikation ausreichen. Ein weiterer Vorteil des Host-Mikroprozessors für die Durchführung von Korrekturen besteht darin, dass das Update bei der Übertragung – und möglicherweise beim Empfang – gehalten werden kann.

Tabelle 1 zeigt übersichtlich verschiedene Varianten von TCXOs, VCXOs und XOs in Bezug auf deren typische Frequenzstabilität vs. Preis.

## Literaturhinweise

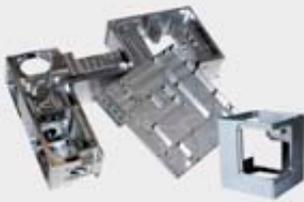
John R. Vig, "Quartz Crystal Resonators and Oscillators"

■ WDI AG  
www.wdi.ag

Osc. Type	Freq VS Temp 0° to 70°C (± ppm)	Temp Sensor	µP	Price Range
XO	10 to 100	No	No	Lowest
VCXO	10 to 100	No	No	Low
TCXO	0.1 to 5	Yes	No	Medium
DTCXO/ ADTCXO	1 to 5	Yes	No	Low
DCXO	0.05 to 5	Yes and No	Yes (in host eqpt)	Low
MCXO	0.05 to 1	Yes	Yes	Highest



Mobilfunk



Mechanik  
Präzisionsfrästeile & Gehäuse



Schalten & Verteilen  
von HF-Signalen



HF- Komponenten



Distribution von IMS  
Connector Systems

## Schwingquarz mit nur 0,5 mm Bauhöhe



IQD Frequency Products stellte mit der IQXC-42 Serie einen der weltweit kleinsten Schwingquarze vor. Die Abmessungen betragen lediglich 2,0x1,6 mm<sup>2</sup> bei einer Höhe von nur 0,5 mm. Die IQXC-42-Serie eignet sich besonders für tragbare Applikationen, beispielsweise Handheld-Steuergeräte, batteriebetriebene Telemetrie Geräte, Notebooks sowie Überwachungsgeräte.

Die Schwingquarze der IQXC-42-Serie sind mit Frequenzen zwischen 20 und 50

MHz erhältlich und über den vollen industriellen Temperaturbereich -40 bis +85 °C einsetzbar. Die Frequenzstabilität über den kommerziellen Temperaturbereich kann bis zu 10ppm betragen. Im Einklang mit den Anforderungen der jüngsten Mikroprozessorgenerationen ist die Lastkapazität mit 8 pF spezifiziert.

Der Schwingquarz verwendet ein hermetisch dichtes Keramikgehäuse mit vier Pads, dessen Metallabdeckung zur Minimierung der elektromagnetischen Störstrahlung beiträgt. Durch seinen optimierten Aufbau hat der Schwingquarz eine Schockfestigkeit gemäß IEC 60068-2-27 von bis zu 1.000 g.

Die IQXC-42 Serie ist für die automatische Montage als T&R oder auch lose verpackt für Prototypen mit geringen Stückzahlen lieferbar.

■ WDI AG  
[info@wdi.ag](mailto:info@wdi.ag)  
[www.wdi.ag](http://www.wdi.ag)

## OCXO-Serie mit Frequenzstabilität bis zu 5ppb



Die neuen SMD-OCXOs (Oven Controlled Crystal Oscillators) der FTM-Serie sind als Zeitreferenz beispielsweise für die Netzwerksynchronisierung bestens geeignet.

Bei der FTM-Serie beträgt die Standardstabilität 10ppb bei Arbeitstemperaturen von -40 bis +85 °C, und – abhängig vom Arbeitstemperaturbereich – steht eine Frequenzstabilität von bis zu 5ppb zur Auswahl (0 bis +70 °C).

Typen mit Frequenzen von 5 bis 40 MHz (HCMOS) sind erhältlich. Die OCXOs

verfügen über einen Frequenzregelungs-Pin, der manuelle Frequenzeinstellungen bis zu ±0,7 ppm ermöglicht.

Betrieben werden die OCXOs mit 3,3 V (5 V optional). Die typische Ausgangslast beträgt 15 pF und die Alterung über zehn Jahre lediglich 0,4ppm.

Mit Abmessungen von 22,1x25,4 mm<sup>2</sup> und einem Gewicht von nur 5,7 g sind die Vertreter der FTM-Serie ideal für die SMD-Bestückung geeignet.

Beste technische Voraussetzungen für die Verwendung in Kommunikationsgeräten einschließlich Basisstationen, Radio Network Controller, drahtlosen Backhaul-Einrichtungen, Routern wie auch Gateways, Passive-Optical-Network-Technologien (PON-Technologien), DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), Mehrfach-Switching-Plattformen sowie Datenübertragungs-Einrichtungen sind mit der FTM-Serie gegeben.

■ WDI AG  
[info@wdi.ag](mailto:info@wdi.ag)  
[www.wdi.ag](http://www.wdi.ag)

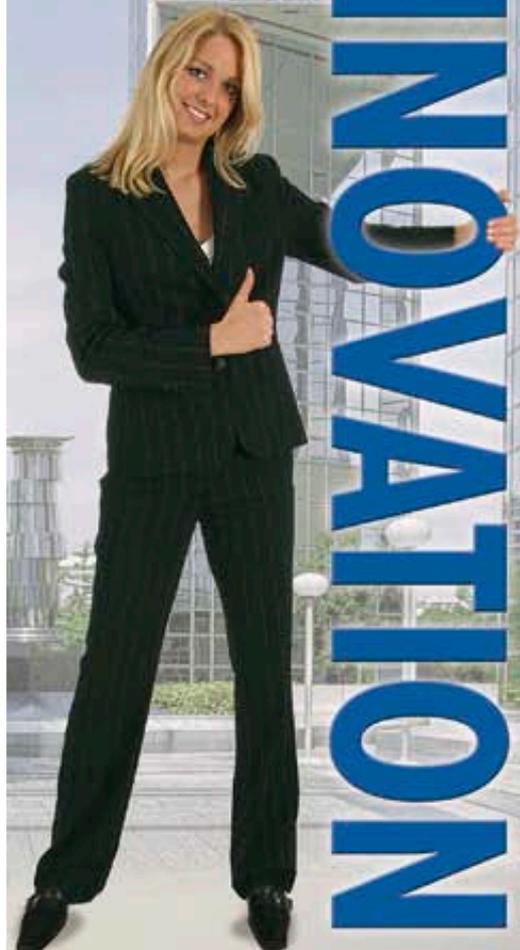


Quartz Crystal Technology GmbH

## 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](http://www.kvg-gmbh.de)

## Diplexer für Multiband-Anwendungen



AVX Corporation präsentierte einen neuen Diplexer im flachen 0603-Gehäuse. Der neue, auf der für AVX patentierten Multi-layer-Organic-High-Density-Interconnect-Technologie basierende MLO-Diplexer verwendet verlustarme Materialien mit hoher Dielektrizitätszahl und ermöglicht es dadurch, gedruckte passive Elemente – beispielsweise Induktivitäten und Kondensatoren in einem Multilayer-Stapel – hoher Güte zu realisieren.

Die 0603-Diplexer unterstützen zahlreiche Wireless-Standards, darunter WCDMA, CDMA, WLAN, GSM und BT, und eig-

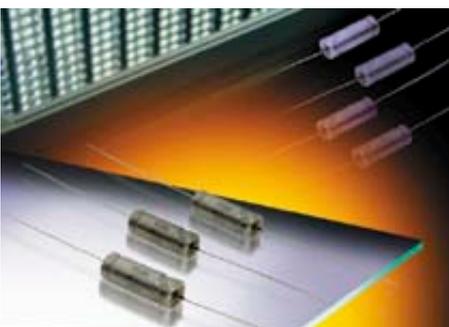
nen sich optimal für die Bandumschaltung in Dual- und Multiband-Anwendungen, wie WiFi, WiMax, GPS und Zellularfunk.

Die neuen Diplexer mit 0603-LGA-Gehäuse (Land Grid Array) haben bauartbedingt eine sehr geringe Höhe (<0,5 mm) und zeichnen sich durch hervorragende Lötbarkeit, geringe Parasitärgrößen und hohe Belastbarkeit aus. Dank ihres auf Leiterplattenmaterialien abgestimmten Wärmeausdehnungskoeffizienten sind sie außerdem zuverlässiger als vergleichbare Bauteile im Keramik- oder Silikon-Gehäuse.

Die Belastbarkeit beträgt 4,5 W. Die Abmessungen sind 1,65x0,88x0,42 mm<sup>3</sup>. Die Diplexer wurden für den Betriebstemperaturbereich -40 bis +85 °C spezifiziert und sind mit Ni-Au-, Ni-Sn- oder OSP-Anschlüssen erhältlich. Sämtliche Versionen sind mit automatisierten Lötprozessen kompatibel. Alle Exemplare werden 100%-ig auf Einhaltung der elektrischen Spezifikationen getestet und einer Sichtkontrolle unterzogen; die Lieferung erfolgt im Blistergurt auf Rolle.

■ AVX Corp.  
[www.avx.com](http://www.avx.com)

## CECC-konforme Tantalkondensator-Serie mit nassem Elektrolyt



AVX Corporation präsentierte eine neue Serie von axial bedrahteten Tantalkondensatoren mit nassem Elektrolyt: TWA-E. Die neuen Kondensatoren haben ein Gehäuse und eine Kopfeinheit aus Tantal, die miteinander hermetisch dicht verschweißt sind. Sie erfüllen die hohen Stoß- und Vibrationsfestigkeitsanforderungen des Standards CECC 30 202-01.

Die Bauteile zeichnen sich außerdem durch ein großes CV-Produkt aus und sind in vier

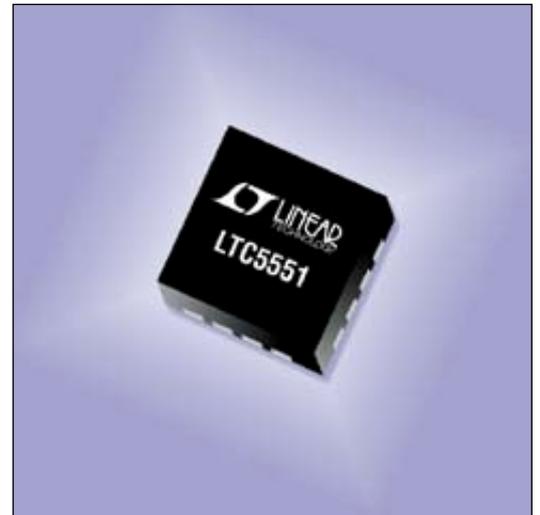
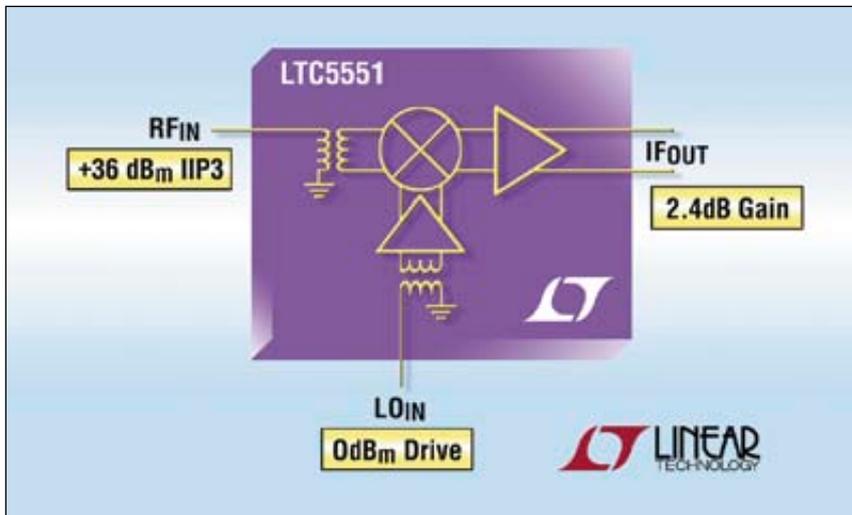
Gehäusegrößen (T1 - T4) erhältlich. Die Typen der Serie TWA-E haben Nennspannungen von 25 bis 125 V und Kapazitäten von 15 bis 1.500 µF. Sie eignen sich optimal für Anwendungen wie Filter, DC/DC-Stromversorgungen, Spannungswandler, Energiespeicherung, Pulsenergie, Radar, HF-Sender und Lasertreiber.

Die Kondensatoren der Serie TWA-E werden in Europa in Übereinstimmung mit dem Standard CECC 30 202-001 (EN 130202) produziert und nach CECC, Level E, getestet. Sie sind für den Betriebstemperaturbereich -55 bis +125 °C spezifiziert und mit oder ohne Isolationshülse sowie mit SnPb-60/40- oder bleifreien Reinzinn-Anschlüssen erhältlich.

Die Kondensatoren sind auch mit kundenspezifischen Kapazitäts- und Nennspannungswerten lieferbar. Die Lieferzeit beträgt derzeit acht bis zehn Wochen.

■ AVX Corp.  
[www.avx.com](http://www.avx.com)

# Abwärtsmischer mit IIP3 von 36 dBm und 2,4 dB Mischverstärkung



Linear Technology präsentierte mit dem LTC5551 einen HF-Abwärtsmischer mit ultra-

großem Dynamikbereich für Anwendungen, die höchste Leistungsfähigkeit erfordern. Der

LTC5551 zeichnet sich durch sehr hohe Linearität aus, erkennbar an einem IIP3 von 36 dBm, und durch eine Rauschzahl von nur 9,7 dB, vergleichbar mit den Spezifikationen der passiven Mischer mit dem höchsten IIP3. Im Gegensatz zu passiven Mixern, die typischerweise eine Mischdämpfung von 7 bis 9 dB aufweisen, liefert der LTC5551 eine Mischverstärkung von 2,4 dB und vergrößert dadurch den Empfängerdynamikbereich beträchtlich. Ebenfalls bemerkenswert ist der große Frequenzbereich von 0,3 bis 3,5 GHz.

mA, aber auch der IIP3 auf 29,3 dBm. Aufgrund seiner überlegenen Spezifikationen eignet sich dieser Mischer ideal für eine Vielzahl hochanspruchsvoller Anwendungen, die einen zuverlässigen Betrieb auch in Anwesenheit starker Störsignale erfordern. Typische Beispiele sind Multi-Carrier-GSM-, 4G-LTE- und LTE-Advanced-Multimode-Basisstationen, Point-to-Point-Backhails, militärische Kommunikationssysteme, Wireless-Repeater, BOS-Funksysteme, VHF/UHF/White-Space-Rundfunkempfänger, Radarsysteme und Avionik.

Passive Mischer haben den Nachteil, dass sie einen hohen LO-Pegel benötigen, um den spezifizierten IIP3 zu erreichen. Der LTC5551 enthält einen LO-Pufferverstärker und begnügt sich dadurch mit nur 0 dBm.

Über einen Enable-Pin kann der Mischer in den Shutdown-Modus geschaltet werden; die Stromaufnahme beträgt dann maximal 100  $\mu$ A. Durch seine Ein-/Ausschaltzeiten von nur 500 ns eignet sich der Mischer auch für Empfänger, die gepulste Signale zu verarbeiten haben.

Auch der 1-dB-Kompressionspunkt von 18 dBm trägt zu den hervorragenden HF-Eigenschaften des LTC5551 bei. Der Mischer enthält integrierte Baluns sowohl am HF- als auch am LO-Eingang. Er benötigt eine Betriebsspannung von 3,3 V und zieht 204 mA. Bei Bedarf kann der Mischer über den ISEL-Pin in einen Low-Power-Modus geschaltet werden. Dann sinkt die Stromaufnahme auf 142

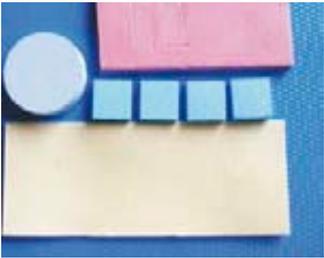
Der LTC5551 ist für den Betriebstemperaturbereich -40 bis +105 °C (Gehäusetemperatur) spezifiziert. Der Mischer kommt mit einem Minimum an externen Bauteilen aus und hat ein 16-poliges, nur 4x4 mm<sup>2</sup> großes QFN-Gehäuse.

■ Linear Technology Corp.  
[www.linear.com](http://www.linear.com)



**ELECTRONIC SERVICE GmbH**

**THERM-A-GAP™ HCS10**  
von  
**Parker Chomerics**

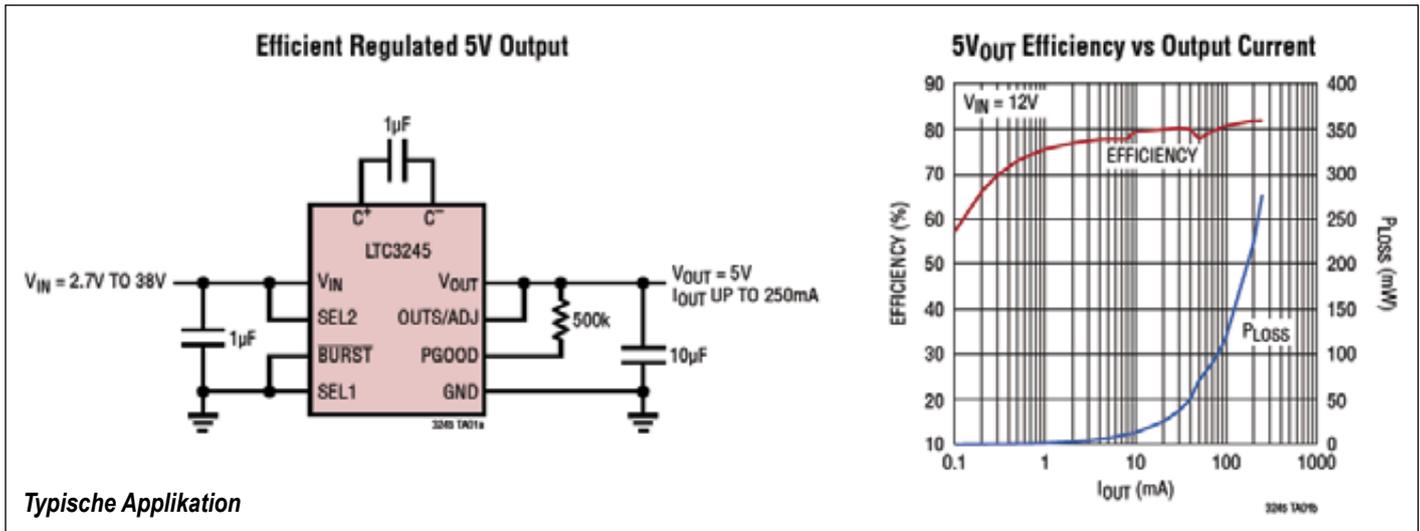


- sehr geringe Verdrückungskräfte
- Härte: 4 (Shore 00)
- verfügbare Dicken: 0,25 mm bis 5,0 mm
- Wärmeleitfähigkeit: 1 W/m-K
- Temperaturbereich: -55 °C bis +200 °C
- Trägermaterial: Glasfaser oder Aluminiumfolie
- selbstklebende Version verfügbar
- UL 94 V-0-getestet
- RoHS-/REACH-kompatibel

---

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

# Rauscharme Abwärts-/Aufwärts-Ladungspumpe



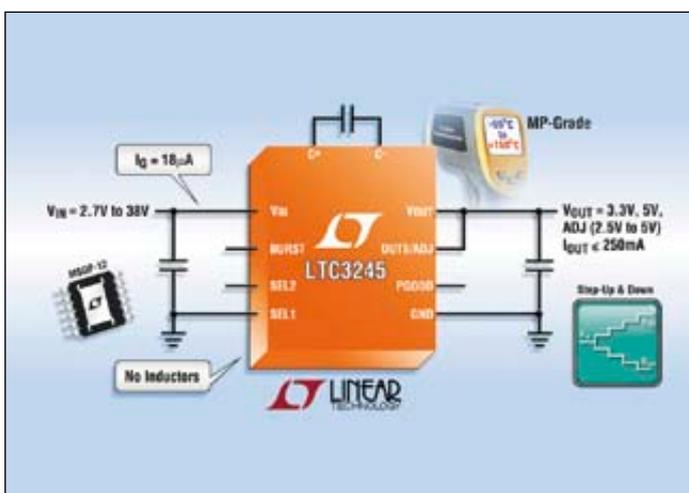
Linear Technology präsentierte eine hochzuverlässige, für den MP-Temperaturbereich spezifizierte Version seiner vielseitigen 250-mA-Hochspannungs-Abwärts-/Aufwärts-Ladungspumpe LTC3245. Die MP-Version ist für den Sperrschicht-Temperaturbereich -55 bis +150 °C spezifiziert. Die Ladungspumpe LTC3245 arbeitet nach dem Switched-Capacitor-Fractional-Umsetzungsverfahren, bietet einen Eingangsspannungsbereich von 2,7 bis 38 V und liefert wahlweise eine feste geregelte Ausgangsspannung von 3,3 oder 5 V oder eine einstellbare geregelte Ausgangsspannung zwischen 2,5 und 5 V. Bei Eingangsspannungs- und/oder Laständerungen wählt eine interne Schaltung automatisch

das für maximalen Wirkungsgrad erforderliche Umsetzerverhältnis (2:1, 1:1 oder 1:2). Durch den niedrigen Betriebsstrom (18 µA im Leerlauf, 4 µA im Shutdown-Modus) und die geringe Anzahl externer Bauelemente (drei kleine Keramikkondensatoren, keine Induktivitäten) ist die LTC3245 eine optimale Lösung für platzbeschränkte Kleinleistungsanwendungen im Automobil und in der Industrie. Die einzigartige Festfrequenzarchitektur mit verringerter Flankensteilheit verursacht weniger Störspannung/Störstrahlung als herkömmliche Schaltregler. Der Chip kann über einen speziellen Pin in den Burst-Mode geschaltet werden; dadurch erhöht sich der Wirkungsgrad und sinkt der Ruhestrom. Darüber hinaus

gibt es eine interne Soft-Start-Funktion, die exzessive Einschaltströme verhindert, sowie interne Kurzschluss- und Übertemperaturschutzfunktionen. Die MP-Version des LTC3245

hat ein kompaktes zwölfpoliges MSOP-Gehäuse mit rückseitiger Kühlfahne.

■ *Linear Technology Corp.*  
[www.linear.com](http://www.linear.com)



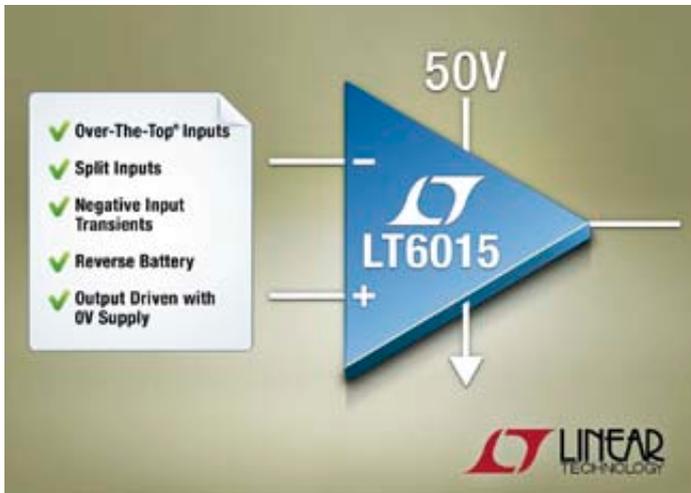
## HF-Komponenten

- HF-Steckverbinder
  - N-Serie
  - SMA-Serie
  - BNC-Serie
  - SMB-Serie
  - TNC-Serie
  - und andere
  - UHF-Serie
- HF-Adapter
- HF-Kabel
- HF-Kabelkonfektion
- HF-Zubehör

KCC Handelsgesellschaft mbH

Storchenweg 8a • 21217 Seevetal  
Kontakt 040/769 154 - 0  
[www.kcc.de](http://www.kcc.de) • [info@kcc.de](mailto:info@kcc.de)

# Präzisions-Operationsverstärker mit hohem Eingangsspannungsbereich



tioniert der LT6015 noch ganz normal – ganz gleich, ob V+ 3 V oder 50 V beträgt. Durch die sehr kleine Eingangsoffsetspannung von maximal 80  $\mu\text{V}$ , den Eingangsbiasstrom von nur 5 nA und das NF-Rauschen von nur 0,5  $\mu\text{V}$  Spitze-Spitze eignet sich der LT6015 für eine Vielzahl anspruchsvoller Anwendungen in Industrie, Automobiltechnik und Messtechnik.

## Anwendung

Der LT6015 ist gegen negative Transienten, verpolte Betriebsspannung und weitere Fehl-

er geschützt und eignet sich dadurch für Anwendungen, in denen der Operationsverstärker die Anlogschnittstelle zu einem anderen Board bildet, sowie für High- und Low-Side-Strommessung.

Der LT6015 verfügt über ein fünfpoliges SOT-23-Gehäuse und ist – je nach Version – über den Temperaturbereich von -40 bis +85 °C, -40 bis +125 °C bzw. -55 bis +150 °C vollständig spezifiziert.

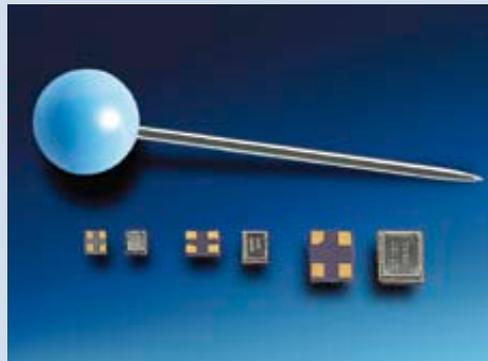
■ *Linear Technology Corp.*  
[www.linear.com](http://www.linear.com)

Linear Technology stellte mit dem LT6015 einen einkanaligen Over-the-Top-Operationsverstärker mit überlegener Genauigkeit und einem weiten Gleichtakt-Eingangsspannungsbereich von 76 V vor. Das IC ist in mehrfacher Hinsicht fehlertolerant und bietet dadurch kompromisslose Leistungsfähigkeit über weite Betriebsspannungs- und Temperaturbereiche.

## Over-the-Top-Architektur

Die Over-the-Top-Architektur ermöglicht es, den Operationsverstärker mit hohen Gleichtakt-Eingangsspannungen bis weit über V+ zu betreiben. Selbst bei Werten bis V- + 76 V funk-

## Schwingquarze mit kleinsten Abmessungen



Neu bei Telcona sind SMD-Quarze mit Abmessungen von 1,6x1,2x0,33 mm und dem Frequenzbereich 26 bis 80 MHz im Grundton. Trotz der kleinen Abmessungen sind Frequenztoleranzen von 10ppm bei 25 °C mög-

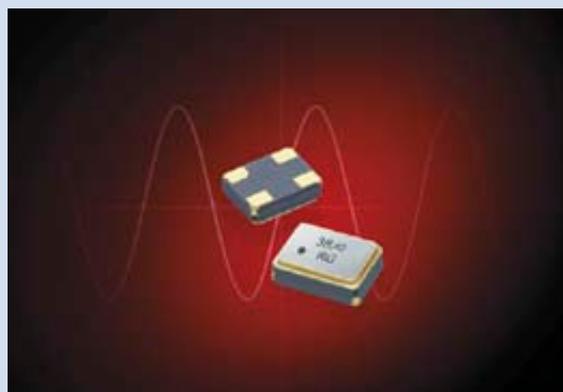
lich. Die Stabilität über verschiedene Temperaturbereiche wird mit 10ppm für 0...50 °C und 30ppm für -40 bis +85 °C angegeben. Der maximale Serienwiderstand liegt bei 150 Ohm (26...30 MHz) bzw. 100 Ohm (30...80 MHz). Die typische Lastkapazität ist mit 6 pF spezifiziert, andere Werte sind auf Anfrage möglich. Der Quarz eignet sich speziell für Funkmodule in den Bereichen WLAN, M2M-Module, GPS-Module, Hörgeräte, Bluetooth und überall dort, wo kleinste Abmessungen gefragt sind. Er wird auf Band und Rollen von 3.000 Stück geliefert, ist RoHS konform und reflow lötlbar. Größere Bauformen sind ebenfalls lieferbar.

■ *Telcona AG*  
[info@telcona.com](mailto:info@telcona.com)  
[www.telcona.com](http://www.telcona.com)

## Schwingquarz und Oszillator für Decawave ScenSor1 Ultra Wideband Chip

Mit einer Frequenz von 38,40 MHz sind der Geyer-Schwingquarz KX-5T und der Geyer-VCTCXO mit der Modellbezeichnung KXO-84 für den genannten Decawave Chip ab sofort freigegeben.

In der genannten Anwendung kann sowohl der Quarz als auch der VCTCXO zum Einsatz kommen. Beide Bauteile sind für den Arbeitstemperaturbereich von -40 bis +85 °C ausgelegt, RoHS-konform und bleifrei lötlbar nach J-Std-020. Kunden-



nutzen beim Einsatz des Quarzes: Das „Aging“ ist in die Temperaturtoleranz integriert.

Dadurch gibt es sehr enge Toleranzwerte über den gesamten Temperaturbereich. Kundennutzen beim Einsatz des Oszillators: geringer Stromverbrauch und ausgezeichnete Jitter-Werte. Beide Bauteile sind ab Lager lieferbar.

■ *Geyer-Electronic*  
[www.geyer-electronic.com](http://www.geyer-electronic.com)

## Hochstabiler Real-Time Clock IC

Das Real-Time Clock IC von Hong Kong Crystal (Vertrieb: Telcona) zeichnet sich dank dem eingebauten DTCXO (digital kompensierter Quarzoszillator) durch eine extrem hohe Ganggenauigkeit aus. Der Oszillator schwingt auf 32,768 kHz. Als Ausgangsfrequenz sind auch 1.024 Hz und 1 Hz abnehmbar. Die Stabilität über -40 bis +85 °C beträgt 3.4ppm oder 5ppm je nach Type. Die Betriebsspannung ist wählbar zwischen 1,8 und 5,5 V. Der Stromverbrauch beträgt nur ca. 3 µA. Der IC deckt alle Funktionen wie



Kalender, Timer, Alarm und Schaltjahre ab. Der Datenausgang erfolgt über einen I<sup>2</sup>C-Bus. Der sehr kompakte und mit anderen Herstellern kompatible Schaltkreis hat Abmessungen von 7,4x10x3,4 mm<sup>3</sup>. Er ist RoHS-konform und wird auf Band und Rollen geliefert. Der RTC kann für Anwendungen wie Smart Metering, Verkaufautomaten, medizinische Geräte, Consumer Elektronik sowie auch Automotive Anwendungen eingesetzt werden.

■ *Telcona AG*  
[www.telcona.com](http://www.telcona.com)

## Zero-Drift-Operationsverstärker stellt neuen Dynamikbereich-Rekord auf



Linear Technology präsentierte mit dem LTC2057HV einen driftfreien selbstkalibrierenden Operationsverstärker, der sich durch hohe DC-Genauigkeit und Langzeitstabilität über die vollen Temperatur-, Eingangsspannungs- und Betriebsspannungsbereiche auszeichnet.

Mit einer Eingangsoffsetspannung von 5 µV, einer Offsetspannungsdrift von 25 nV/K und einer Niederfrequenz-Rauschspannung von 220 nV Spitze-Spitze (kein 1/f-Rauschen) bietet der LTC2057HV bei einer Betriebsspannung von 60 V (±30 V) einen Dynamikbereich von über 140 dB. Dieser ermöglicht es, schwache Signale in Anwesenheit wesentlich stärkerer Signale zu verstärken, ohne dass der Verstärker in die Sättigung gerät oder die Genauigkeit leidet. Für Anwendungen, die sich mit Betriebsspannungen von bis zu 36 V begnügen, ist

eine für niedrigere Spannungen ausgelegte Version verfügbar.

Die für den Temperaturbereich -40 bis +125 °C spezifizierten Operationsverstärker LTC2057 und LTC2057HV bieten eine optimale Kombination von niedriger Rauschspannung, niedrigem Rauschstrom und geringem Eingangsbiasstrom und weisen dank ihrer Zero-Drift-Architektur kein 1/f-Rauschen auf. Nebenwellenartefakte, wie man sie bei Zero-Drift-Verstärkern normalerweise erwartet, werden unterdrückt; das vergrößert den Dynamikbereich, erhöht die Stabilität und erweitert die nutzbare Signalbandbreite. Der Eingangs-Gleichtaktspannungsbereich geht bis zur negativen Betriebsspannung, und der Ausgangsspannungsbereich ist rail to rail; dadurch eignet sich der LTC2057 für industrielle, messtechnische und automobiler Anwendungen mit unipolarer

oder bipolarer Betriebsspannung. Der LTC2057 ist für Betriebsspannungen bis 30 V spezifiziert, der LTC2057HV für maximal 60 V. Beide Versionen akzeptieren Betriebsspannungen bis hinab zu 4,75 V und sind über die Temperaturbereiche -40 bis +85 °C und -40 bis +125 °C vollständig spezifiziert. Der LTC2057

besitzt ein 3x3 mm<sup>2</sup> großes DFN-, MSOP-8- oder SOIC-8-Gehäuse sowie ein MSOP-10-Gehäuse mit einem Anschlusslayout, das einen Guard-Ring ermöglicht.

■ *Linear Technology Corporation*  
[www.linear.com](http://www.linear.com)



Die neuen flexiblen **Abschirmungs-Folien** von TDK aus magnetischem Puder und Polymerharzen sind ideal abgestimmt zur Anwendung im RFID Bereich. Wie z.B. in mobilen **RFID-Lesegeräten**. Die Folien lassen sich in beliebige Formen schneiden und sind auf Wunsch selbstklebend. Eine **hohe magnetische Permeabilität µ'** sorgt für die starke Bündelung des Magnetfeldes im Arbeitsbereich von 13,56MHz.



Die Folien sind als Muster verfügbar und für den Einsatz zur „High Performance Noise suppression“ ebenfalls erhältlich.

**s.m.a.e. GmbH**  
Lise-Meitner-Straße 6, 40878 Ratingen  
Telefon: 02102 / 4248-0, Fax: 02102 / 4248-23



www.smae.de  
info@smae.de

## Koaxialkabel für Testzwecke



Die 50-Ohm-Koaxialkabel der Serie 50FT von Mini-Circuits sind bis 18 GHz spezifiziert und in erster Linie für großvolumige Produktionstest-Stationen vorgesehen. Daher haben sie eine extra robuste Ausführung mit Stahl-Unterstützung. Die SMA-Anschlüsse (male) sind ebenfalls aus (rostfreiem) Stahl und besitzen vergoldete Kontakte. Das Dielektrikum ist festes PTFE. Die Schirmung erfolgte dreifach für geringstmögliche Sörstrahlung bzw. maximale Unempfindlichkeit auf äußere Felder.

Die Kabel kombinieren Flexibilität für einfache Anwendung mit Stabilität der Daten, insbesondere Einfügedämpfung und Impedanz. Sie finden Anwendung auch in Laboratorien, bei Feldtests oder bei Testaufbauten für zellulare Funkanwendungen.

Die Kabel sind 50 Fuß lang. Der Return Loss wird für 2,5 bis 6 GHz mit typisch 29 dB und für 12 bis 18 GHz mit typisch 21 dB angegeben. Der Insertion Loss beträgt für 2,5 bis 6 GHz typisch 15,9 dB und für 12 bis 18 MHz typisch 31 dB. Auf 500 MHz können bis zu 546 W und bei 18 GHz bis zu 90 W durchgeleitet werden.

### Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +105 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +105 °C
- Effizienz der Schirmung min. 100 dB
- Durchgangsleistung bei 1 (6, 18) GHz 539 (180, 88) W
- Gewicht 1.003 g

## Koaxiales Bandfilter für 1,71...2,17 GHz



Der Bandpass ZX75BP-1940 + von Mini-Circuits ist ein koaxial aufgebauter keramischer Resonator im schirmenden Gehäuse und mit SMA-Anschlüssen (Input male, Output female). Die Anschlussimpedanz beträgt 50 Ohm.

Das robuste Bauteil mit den Gehäuseabmessungen 18,8x18,8x11,7 mm<sup>3</sup> kann aufgrund seiner guten Eigenschaften vielseitig in den Bereichen Mobilfunk, Breitbandtechnik, Satellitentechnik, feste Drahtlostechnik oder Flugwesen und Radar eingesetzt werden. Die Durchlasskurve ist asymmetrisch; die untere Flanke verläuft flach, die obere steil. Damit eignet sich das Filter gut zur Seitenband-Unterdrückung. Reproduzierbarkeit der Daten und Temperaturstabilität sind hoch.

### Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Center-Frequenz typ. 1,94 GHz
- Durchlassdämpfung typ. 0,7 dB, max. 2 dB
- SWR typ. 1,2, max. 1,78
- Eingangsleistung max. 8 W
- Dämpfung bis 150 MHz typ. 30 dB
- Dämpfung 2,8...4 GHz typ. 31 dB

## SMT-Bandpassfilter für 1,35 bis 1,65 GHz



Das SXBP-1500+ von Mini-Circuits ist ein 50-Ohm-Baustein für die Oberflächenmontage in einem schirmenden, kleinen Gehäuse der Länge 18,8 mm und der Breite 11,2 mm bei 6,9 mm Höhe.

Die Durchlasskurve ist asymmetrisch; die untere Flanke verläuft flach, die obere steil. Damit eignet sich das Filter gut zur Seitenband-Unterdrückung. Durch die Ausführung als keramisches Filter ist die Stabilität der Daten hoch.

Anwendungen ergeben sich in der Raumfahrttechnik, beim digitalen Radio, im maritimen Bereich, bei der mobilen Satellitentechnik, in der Radioastronomie oder bei der drahtlosen medizinischen Telemetrie.

### Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Center-Frequenz typ. 1,5 GHz

- Durchlassdämpfung typ. 0,6 dB, max. 2 dB
- SWR typ. 1,2, max. 2,3
- Eingangsleistung max. 4 W
- Dämpfung bis 75 MHz typ. 30 dB
- Dämpfung 2,16...3,7 GHz typ. 29 dB

## 20-W-Verstärker für 20 MHz bis 1 GHz



Der High-Power Amplifier ZHL-20W-13SW+ von Mini-Circuits hat zwischen 20 MHz und 1 GHz eine Verstärkung von mindestens 46 dB und typisch 50 dB. Die Gain Flatness beträgt typisch ±1,2 dB und maximal ±1,8 dB. Es werden nominell bis zu 20 W erzeugt.

Der Verstärker ist mit koaxialen 50-Ohm-Anschlüssen ausgestattet. Er ist gegen Überhitzung geschützt und schaltet sich bei etwa 100 °C Gehäusetemperatur automatisch aus. Darüber hinaus besitzt er einen internen RF Switch, der mit TTL und CMOS kompatibel ist. Ebenso ist der Verstärker gegen Überspannungen (ab 29 V) geschützt.

Der Klasse-A-Verstärker eignet sich z. B. für VHF/UHF-Sender oder die Verteidigungstechnik. Er lässt sich mit einem speziellen Ventilatoraufsatz kühlen.

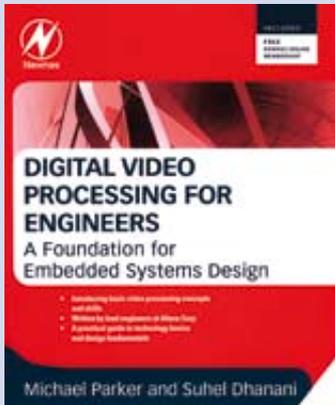
### Wichtige technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -20 bis +65 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Grundplattentemperatur max. 85 °C
- Versorgungsspannung max. 28 V
- Schaltspannung max. 10 V
- Eingangsleistung max. -3 dBm
- Ausgangsleistung für 1 dB Kompression typ. 41 dBm
- Eigenrauschen typ. 3,5 dB
- Ausgangs-IP3 typ. 50 dBm
- SWR typ. 1,7 (Input) bzw. 2,5 (Output)
- nominelle Betriebsspannung 24 V
- Stromaufnahme max. 2,8 A

■ Mini Circuits  
www.minicircuits.com

# Digital Video Processing for Engineers:

## A Foundation for Embedded Systems Design



Michael Parker und Suhel Dhanani, 224 S., engl.,  
 Format 18,5 x 23 cm  
 ISBN 978 – 0124157606,  
 ca. 42 € (Amazon)  
 Newnes/Elsevier

Mit dieser praktischen und verständlichen Einführung in die digitale Video-Verarbeitung können eingebettete Anwendungen leicht mit Video ausgestattet werden.

- Kenntnisse der Videoverarbeitung sind unverzichtbar für Ingenieure, die an Produkten und Lösungen für wachsende Märkte wie Videoüberwachung, medizinische und militärische Bilddarstellung und Anwendungen der Unterhaltungselektronik arbeiten.
- Das Buch ist für Ingenieure geschrieben worden, die Videosysteme in ihre Entwicklungen integrieren müssen, aber noch über keine umfangreichen Erfahrungen verfügen. Es stellt die grundlegenden Konzepte der Videoverarbeitung ausreichend detailliert vor, um diese Aufgabe lösen

zu können. Zur Unterstützung sind Referenzdesigns, Step-by-step-FPGA-Beispiele, Core-Standards und System-Architektur-Pläne vorgesehen.

Dieses Buch stellt die wichtigsten Konzepte und Standards der Videoverarbeitung vor und liefert praktisches Know-how für Ingenieure die mit der Entwicklung digitaler Videoverarbeitungssysteme unter Verwendung von FPGAs beginnen. Es stellt die grundlegenden Prinzipien der Videoverarbeitung in einer bildhaften, intuitiven Weise mit minimalem Einsatz von Mathematik vor.

Das Buch vermittelt dem Leser Verständnis der Konzepte und der Herausforderungen moderner Videoanlagen, Einblicke in die Architektur von Videoanlagen auf Systemebene, Verständnis für die erforderlichen Kom-

promise bei der Implementierung von Videoanlagen.

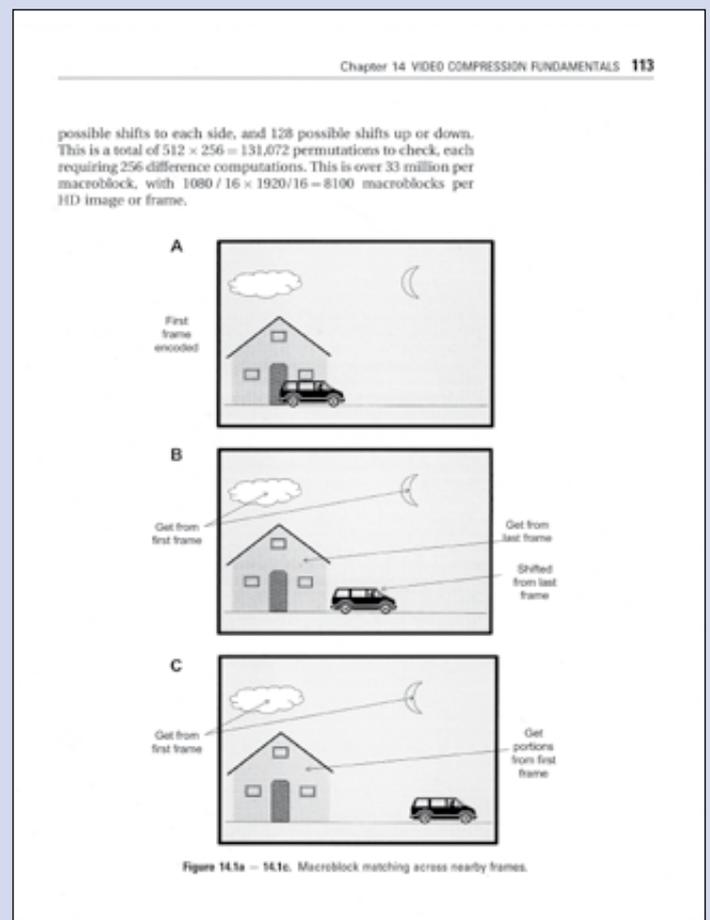
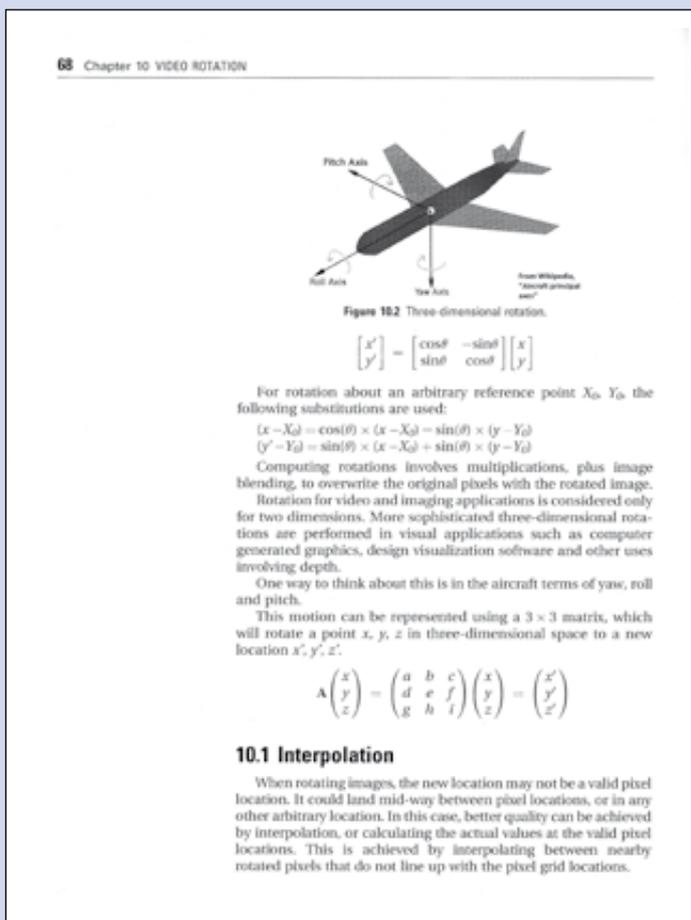
### Aus dem Inhalt

Introduction, Sampling und Aliasing, Introduction to digital filtering, Video Scaling, Video Deinterlacing, Alpha Blending, Video Interfaces, Video Rotation, Entropy, Predictive Coding, Image Compression, Video Compression, Video Noise und Kompressions Artefakte, Video Modulation and Transport, Video over IP, Debugging

### Über die Autoren

Michael Parker ist Senior DSP Product Planning Manager bei Altera Corporation

Suhel Dhanani ist Strategic Manager der Industrial und Automotive Business Unit, Altera Corporation



## Aktive EMI-EingangsfILTER für 24/28- und 48/60-V-Bus

Störsignale auf der Stromversorgungsleitung können die Funktion elektronischer Anlagen stark beeinträchtigen. HY-Line Power Components bietet Abhilfe: Die aktiven EMI-Filter der QPI-Serie (Quiet Power Input) von Vicor liefern eine Gleichaktdämpfung von bis zu 60 dB und eine Gegentaktdämpfung von bis zu 80 dB. Damit wird EN55022 Klasse B im Frequenzbereich entsprechend CISPR22 (150 kHz bis 30 MHz) eingehalten.

Der Platzbedarf gegenüber einer passiven Filterung halbiert sich bei Verwendung der QPI-Bauteile. Die aktiven EMI-Filter unterstützen die Eingangs-Gleichspannungsbe- reiche 24V/28 und 48V/60 V



auch in Verbindung mit Vicor VI-Chips. In Evaluierungsboards kann die Wirkungsweise der Bausteine in unterschiedlichen Konfigurationen getestet werden.

Anwendung finden die kompakten Vicor-Filterlösungen dort, wo Signale mit hohen Datenraten übertragen werden (Industrie, Netzwerk- und Kommunikationstechnik), in sicherheitstechnischen Applikationen (Aerospace und MIL) sowie generell beim Einsatz von Elektronik in Gebieten mit höheren Umgebungsstörstrahlungen.

■ *HY-Line Power Components Vertriebs GmbH*  
[www.hy-line.de/vicor](http://www.hy-line.de/vicor)

## Oberflächenmontierbare EMV-Filter



Hersteller von elektronischen Geräten für Hochzuverlässigkeits-Anwendungen müssen strenge EMV- und Sicherheits-Standards erfüllen. Syfer Technology verfügt über ein EPP-Listing und hat eine Bauteilreihe im Angebot, die besonders für Entwickler auf den Gebieten medizinische Implantate und Raumfahrt sowie für Industrie-, Automobil-, Aerospace- und Telekommunikations-Anwendungen attraktiv ist.

Der zunehmende Einsatz von SMD-Filtern anstelle von konventionellen Filtern für die Panelmontage hat die Bestückungsmethoden vereinfacht, die Produktionskosten verringert und es ermöglicht, durch kleinere Bauformen eine höhere volumetrische Effizienz zu erreichen und damit dem Entwickler eine größere Auswahl an Optionen zu geben – vor allem kürzere Lieferzeiten für Entwicklungsmuster. Syfer Technology entwickelt existierende Baureihen laufend

weiter, erkundet neue, und bringt neue Materialien, wie bleifreie Dielektrika, an Bord.

### Erweiterte Arbeitsspannungen

So haben beispielsweise die MLCC-C-DurchführungsfILTER-Baureihen E01 und E07 jetzt erweiterte Arbeitsspannungen von 25 bis 200 V und in bestimmten Fällen bis zu 500 V. Diese oberflächenmontierbaren EMV-Filter in Chipbauweise mit drei Anschlüssen sind darauf ausgelegt, in SignalleitungsfILTER-Anwendungen eine niedrigere Induktanz im Vergleich mit konventionellen MLCCs zu bieten. Das gefilterte Signal passiert die internen Elektroden des Chips, während die „Störungen“ zu den auf Masse liegenden seitlichen Kontakten hin ausgefiltert werden – das Ergebnis sind Störungs-Übertragungswege reduzierter Länge.

Verfügbar sind die Bauelemente mit C0G/NP0- und X7R-Dielektrika und in Gehäusegrößen von 0603 bis 1812. Die Nennströme reichen von 300 mA bis 3 A.

Besonders effektiv ersetzt die Syfer-Baureihe E03 (X2Y) konventionelle Arrayfilter in medizinischen Implantaten. Verfügbar in Gehäusegrößen von 0603 bis 2220, handelt es sich hierbei um integrierte passive Bauelemente, die sowohl Gleich- wie Gegentaktkondensatoren in einem einzelnen MLCC-Chip aufweisen. Sowohl Versionen

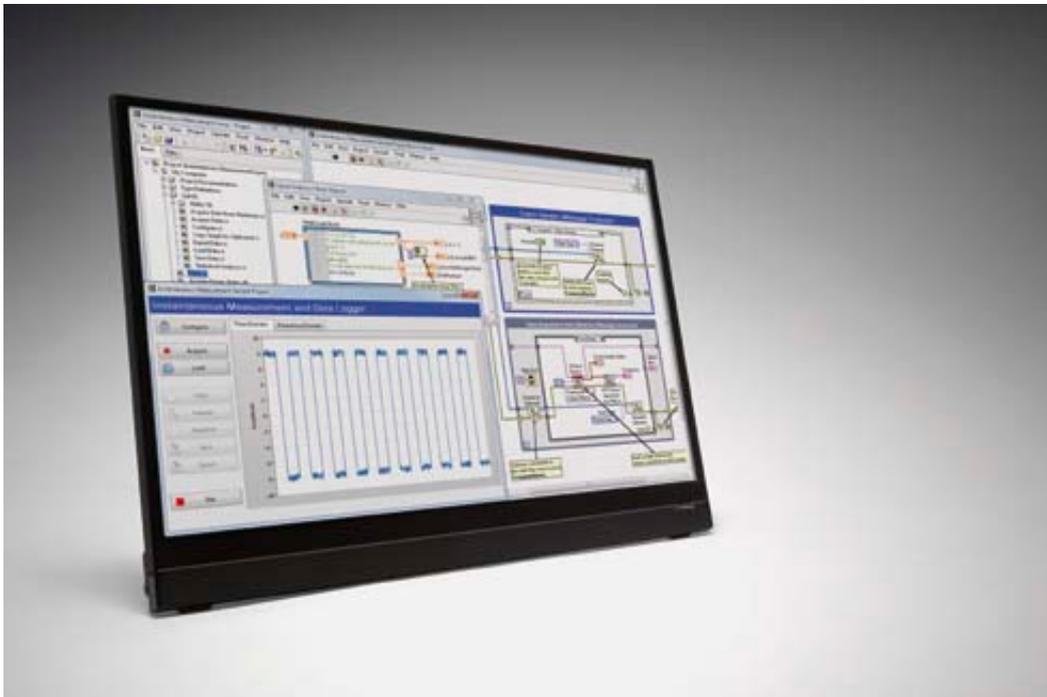
mit C0G- wie mit X7R-Dielektrika sind verfügbare Optionen. Versionen mit X7R-Dielektrikum gibt es mit Syfers bewährter FlexiCap-Anschluss-technik, die für neue Designs empfohlen wird.

Ideal sowohl für Signal- wie Stromversorgungsleitungen eignet sich Syfers SBSP-Baureihe oberflächenmontierbarer Pi-Filter und stellt beeindruckende EMV-Filterleistung sicher. Mit lediglich der Größe eines 1206-Chips bieten die Bauelemente eine unschlagbare Kombination aus Größe und Leistung – ideal für Telekommunikationsgeräte, Stromversorgungen und industrielles elektronisches Equipment. Der Betriebstemperaturbereich von -55 bis +125 °C stellt sicher, dass sich die Bauteile auch für militärische Anwendungen und die Luft- und Raumfahrt eignen, zudem wurde ihnen zusätzliches Screening für den Einsatz im Weltraum zuteil.

Die Verwendung von keramischen X7R- und C0G-Dielektrika führt zu Kapazitätswerten von 22 pF bis 150 nF mit einem Nennstrom von 1 A. Die Bauteile weisen Arbeitsspannungen bis 100 V auf. Die FlexiCap-Beschichtung kommt über die gesamte Baureihe hinweg zur Anwendung, und alle Versionen sind entweder mit Zinn- oder Zinn/Blei-Überzug verfügbar.

■ *Syfer Technology Limited*  
[www.syfer.com](http://www.syfer.com)

# Vereinfachte Systementwürfe und innovativer Einsatz aktueller Technologien



National Instruments stellte NI LabVIEW 2013 vor, die neue Version der Plattform für das grafische Systemdesign.

Die Software unterstützt die neuesten und innovativsten Technologien und gestattet gleichzeitig, die Komplexität des Designs von Anwendungen unterschiedlichster Art zu reduzieren, angefangen bei einfachen Messaufgaben bis hin zu vollständig automatisierten Testsystemen.

## Vorteile von LabVIEW 2013:

- native Unterstützung der neuesten Hardwaretechnologien von Anbietern wie ARM und Xilinx, darunter das in Hochleistungssystemen verwendete
- All Programmable SoC Zynq von Xilinx
- höhere Zuverlässigkeit und bessere Qualität für komplexe Anwendungen dank Codeverwaltung, Dokumentation und Review-Werkzeugen, wie etwa ein neues Subversion-Plugin von Viewpoint Systems, die sich nahtlos in den Softwareentwicklungsprozess einfügen
- optimierte Technologien zum Verteilen von Anwendungen für Entwickler, die professionelle Anwendungen und Installationen bieten und verteilen möchten, einschließlich eines neuen Werkzeugs von Wirebird Labs
- Einsatz neuester mobiler Plattformen, wie iOS und Android, welche die Nutzung von Dash-

boards für die dezentrale Überwachung und Systemkontrolle ermöglichen

Diese neuen Funktionen werden durch das gängige Programmierparadigma von LabVIEW umgesetzt. Kostspielige neue Toolchains, betriebssystem- oder hardware-spezifische Schulungen bzw. Kenntnisse sind daher nicht mehr notwendig.

## Intuitive Entwicklung

Allein die Webdienste in LabVIEW 2013 sind nach Einschätzung des Unternehmens Grund genug für ein Upgrade. Die aktuelle Version macht das Entwickeln komplexer, webbasierter Systeme intuitiver als bisher. Die neuen Funktionen der Programmierschnittstellen (APIs) helfen,

einen beträchtlichen Mehrwert für Wirebird Labs zu schaffen.

## Kontinuierliches Anwender-Feedback

Die Umsetzung von kontinuierlichem Anwender-Feedback bei LabVIEW 2013 wird durch die Aufnahme von über 100 neuen Funktionen und Verbesserungen in LabVIEW sichtbar. Außerdem stellte NI einen integrierten Zugang zum LabVIEW Tools Network vor, einer stetig wachsenden Palette an Zusatzpaketen für LabVIEW, die insgesamt schon über zwei Millionen Mal heruntergeladen wurden.

## Leichterer Ressourcen-Zugang

NI hat ebenfalls den Zugang zu Ressourcen vereinfacht und ausgeweitet, die sicherstellen, dass LabVIEW-Programmierer alle Vorteile der Entwicklungsumgebung nutzen können. Kunden mit einem aktiven Servicevertrag können eine erweiterte Bibliothek für Online-Schulungen nutzen – angefangen bei Kursen zum Einsatz von Echtzeitzielsystemen bis hin zur Programmierung von FPGAs oder objekt-orientierter Programmierung. Zusätzlich umfasst die neue Version aktualisierte Anwendungsbeispiele und neue Beispielprojekte, um Programmierern eine Vielfalt an Ressourcen zur Verfügung zu stellen, die unterschiedlichen Lerntypen gerecht wird.

■ *National Instruments Germany GmbH*  
[info.germany@ni.com](mailto:info.germany@ni.com)  
[ni.com/germany](http://ni.com/germany)

## SEMATRON DEUTSCHLAND

GmbH

[www.sematron.de](http://www.sematron.de)

SEMATRON DEUTSCHLAND GmbH Telefon: +49 22 25 / 70 45 1 87  
 Nußstr. 49 Telefax: +49 22 25 / 70 20 51  
 53340 Meckenheim E-Mail: [info@sematron.de](mailto:info@sematron.de)

Ihr  
**Partner**  
 für

ENTWICKLUNG bis 240 GHz

SATELLITENKOMMUNIKATION

FERTIGUNG SYSTEME/GERÄTE

HF-KOMPONENTEN

# Horizontal Scan – Theorie und Praxis

## Funkpeilung eines FM-Senders mittels Horizontal Scan und Triangulation

Die Hauptaufgaben des IDA-3106 von Narda sind die Detektion, Klassifizierung und Lokalisierung von HF-Signalen. Diese Aufgaben werden durch das Richtantennen-Set mit eingebautem elektronischem Kompass erleichtert.



**Bild 1: Vorgehensweise beim Horizontal Scan. Mit der entsprechenden Richtantenne wird der Signalpegel über 360° aufgezeichnet.**

Funktionen wie Horizontal Scan mit automatischer Azimutbestimmung und smartDF für die automatische Berechnung der Senderpositionen sind herausragende Eigenschaften. Horizontal Scan ermöglicht die genaue, automatische Bestimmung des Azimutwinkels eines gesuchten Senders. Hierzu wird der Scan mittels Druckknopf am Antennenhandgriff gestartet und gestoppt, wobei die Antenne während des Scans gleichmäßig horizontal gedreht wird. Die Messergebnisse eines horizontalen Scans stellt der IDA-3106 als Polardiagramm dar. Er errechnet aus dieser Information die wahrscheinlichste Richtung eines Senders.

Dank einer Max-Hold-Funktion lassen sich selbst zeitlich unterbrochene Signale lokalisieren. Sobald das Scanergebnis gespeichert

wird, übernimmt smartDF die weitere Aufbereitung der Daten. Die Handpeilung wird durch diese Funktionen komfortabel gelöst.

### Horizontal Scan: Was sagt das Diagramm?

Durch einen Horizontal Scan erhält man ein Polardiagramm, das die gemessenen Signalpegel über 360° anzeigt. Das Diagramm ist auf dem Gerätedisplay eingeordnet. Im Idealfall – bei einem Sender mit konstanter Leistung und ohne Störeinflüsse der Umgebung – zeigt das Polardiagramm die Fernfeld-Richtcharakteristik der Peilantenne. In diesem Fall kann die Richtung anhand des Signalmaximums recht einfach bestimmt werden. Der Vergleich mit dem erwarteten Antennendiagramm kann hier als Anhalts-

punkt dienen. Die verwendeten Antennen haben alle eine relativ monoton abfallende Hauptkeule und nahezu keine Nebenkeulen. Wenn das Diagramm stark verändert dargestellt wird, wurden vermutlich Reflexionen der Umgebung oder Gleichkanalsender mit aufgenommen.

### Vorteile der grafischen Darstellung

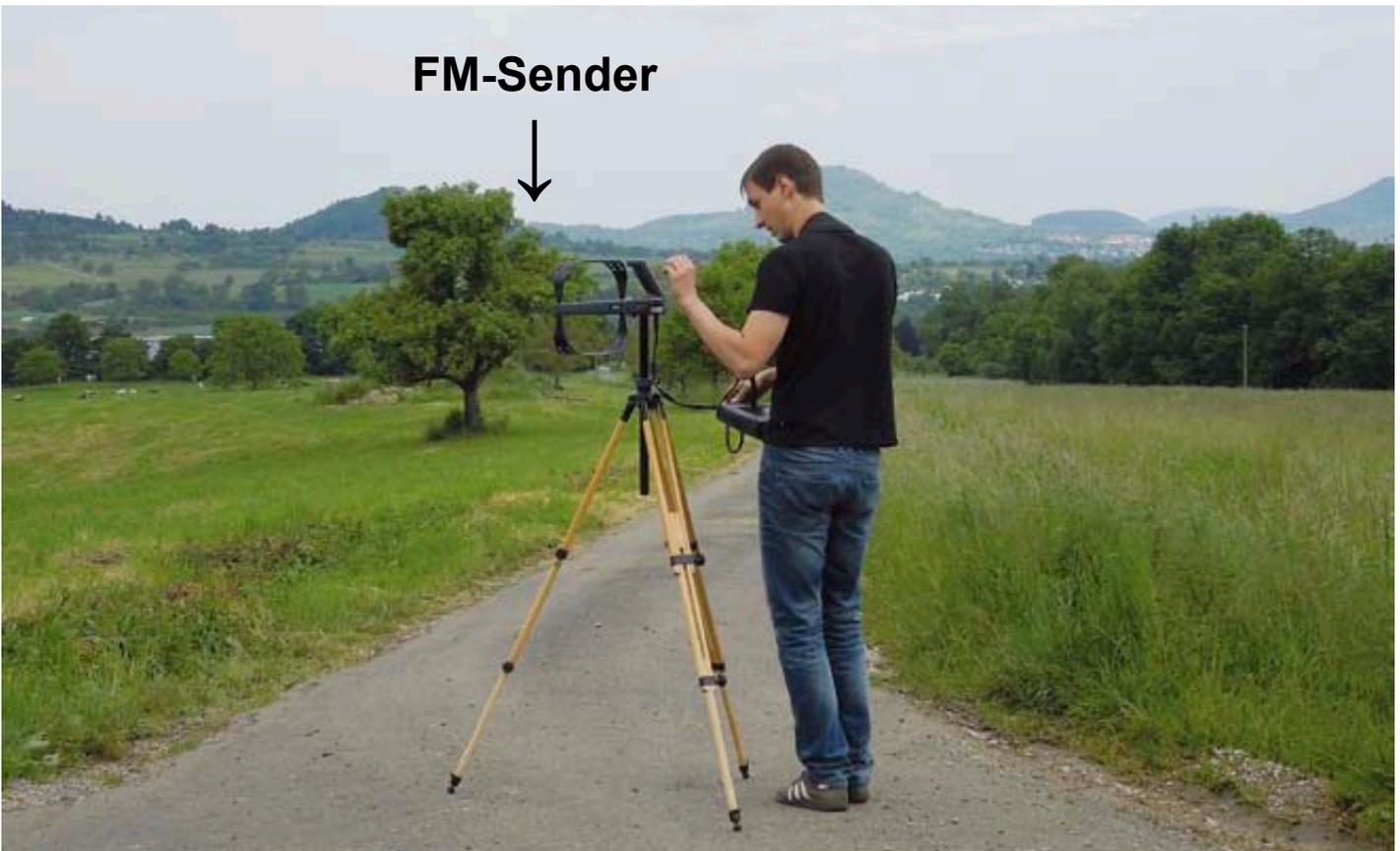
Wie bereits beschrieben, zeigt der aufgenommene Scan im Idealfall das Richtdiagramm der Empfangsantenne. Die gemessenen Signale werden dabei während der Messung linear auf den Maximalwert normiert (1 = 100% Signalstärke). Die grafische Darstellung ermöglicht eine bessere Unterscheidung zwischen direkt empfangenem Signal und Reflexionen.

Basierend auf diesen horizontal gemessenen Werten schätzt der IDA-3106 selbstständig die Richtung der Signalquelle anhand mehrerer Parameter. Sollte die auf Basis der gemessenen Werte berechnete Richtung nicht sinnvoll erscheinen, kann dies im Diagramm erkannt und manuell korrigiert werden. Häufig treten in der Praxis Reflexionen auf, die das ideale Diagramm überlagern und damit eine Peilung erschweren. Das reflektierte Signal kann stärker sein als das direkt empfangene, wenn dieses an einem Standort durch Hindernisse abgeschattet wird. Durch fachmännische Beurteilung des Messdiagramms kann der Anwender die Reflexionen erkennen und eine fehlerhafte Peilung gegebenenfalls korrigieren. Dies soll als Beispiel im nächsten Abschnitt dargestellt werden.

### Beispiel aus der Praxis

Um die Fähigkeit des Horizontal Scans in der Anwendung zu

Narda  
Interference and Direction  
Analyzer IDA-3106 Technical  
Note TN100



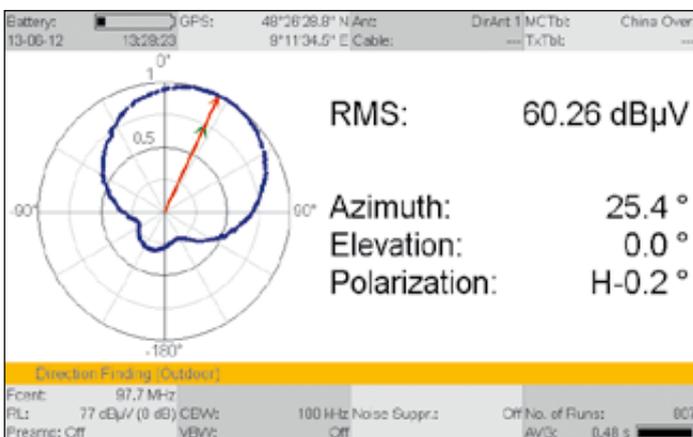
**Bild 3: Aufnahme eines Horizontal Scans auf einer freien Fläche. Die Bedingungen zum Peilen des FM-Senders sind ideal. Versuchsweise wurde hier die vertikale Polarisationsrichtung gewählt. In der Regel sind DAB-Sender vertikal, analoge FM-Sender horizontal polarisiert.**

zeigen, wurde die Peilung eines FM-Senders auf der Frequenz 97,7 MHz durchgeführt. Es wurden vier Horizontal Scans aufgezeichnet. Die erste Peilung ist unter idealen Bedingungen auf einer freien Fläche vorgenommen worden. Das Diagramm

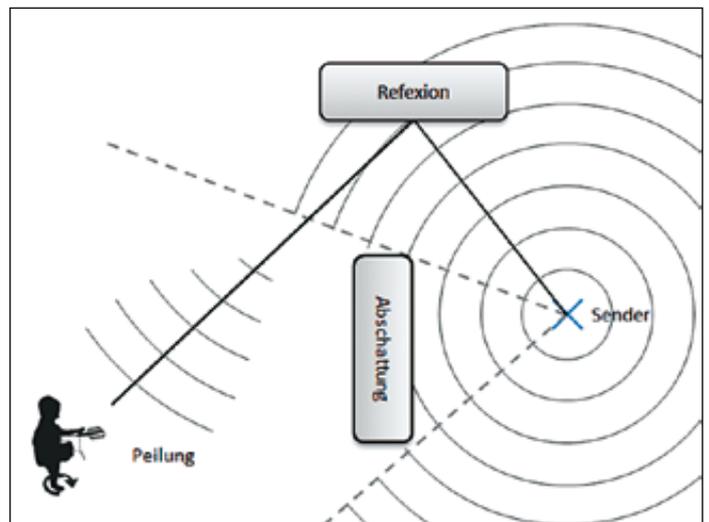
(Bild 2) zeigt wie erwartet die Richtcharakteristik der Peilantenne (Bild 9). Grundsätzlich sollte dem Anwender bewusst sein, dass die Antennencharakteristiken sich abhängig von der Frequenz und der Ausrichtung in Bezug auf die Polarisation des

Feldes verändern. Das Peilergebnis wird per Softkey „Localization“ im Gerät gespeichert. Eine zweite Peilung wurde in einem Gewerbegebiet durchgeführt. Hier zeigen sich deutliche Abschattungen und Reflexionen (Bild 5). Durch die Abschattung

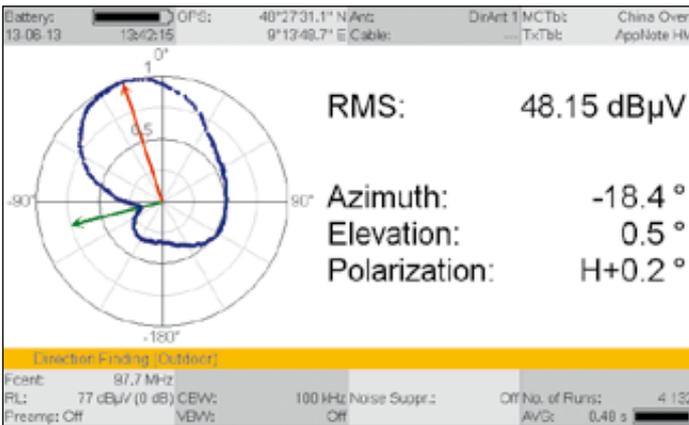
von Gebäuden ist das Diagramm verformt, und die ermittelte Richtung ist nicht korrekt. Reflexionen von Gebäuden, Autos und einem Laternenpfahl verfälschen die Charakteristik zusätzlich. Hier ist der Experte gefragt, der anhand des Diagramms die



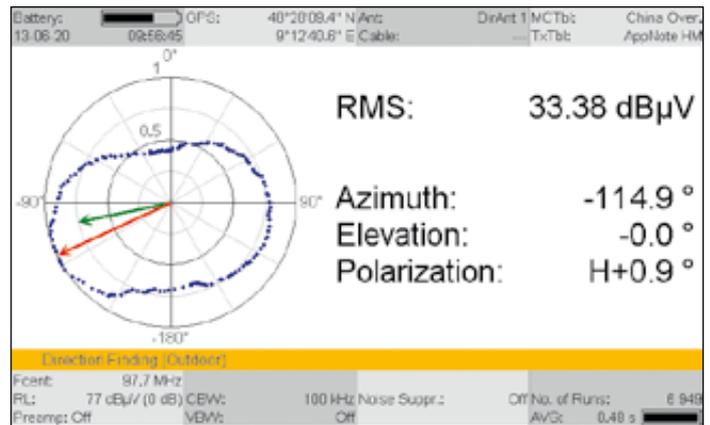
**Bild 2 – Peilung 1: Idealfall eines Horizontal Scan. Das Polardiagramm zeigt die Richtcharakteristik der Peilantenne, weil das Feld ungestört ist (vgl. Bild 9). Die Interpretation ist einfach, die Richtung der Signalquelle lässt sich problemlos finden.**



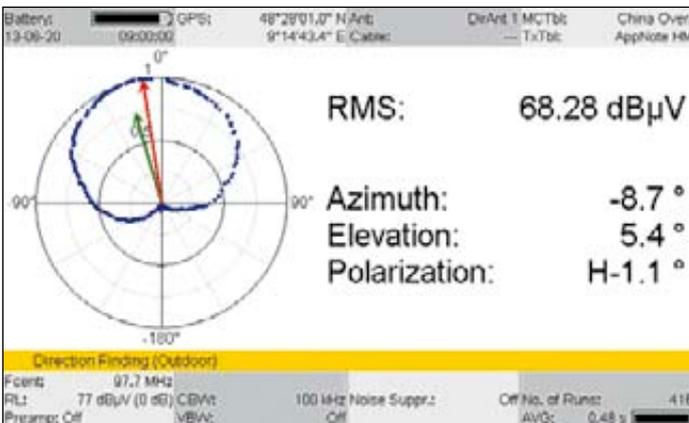
**Bild 4: Abschattung und Reflexion beim Peilen.**



**Bild 5 – Peilung 2: Einfluss von Reflexionen.** Der rote Pfeil zeigt die berechnete Richtung. Der grüne Pfeil zeigt die Richtung, in die die Antenne momentan gehalten wird. Aus dieser Richtung führen die Reflexionen fast zur Auslöschung des Signals



**Bild 6 – Peilung 3: Horizontal Scan am ungünstigen Standort hinter einem Berg.** Durch Abschattung und Reflexionen wird die Richtung falsch ermittelt. Der Fachmann kann an der Form der gemessenen Charakteristik die Fehlmessung erkennen.



**Bild 7 – Peilung 4: Ideale Bedingungen wie bei Peilung 1 (Bild 2).**

Fehlpeilung erkennt. Der Scan wurde verworfen.

Als weiterer Messort wurde eine freie Fläche hinter einem Berg gewählt. Bei Peilung 3 liegt der Berg direkt zwischen dem Messort und dem Sender. Dadurch ist der Sender vom Berg stark abgeschattet. Im Diagramm (Bild 6) ist die Abschattung gut zu erkennen. Durch Reflexionen wird der größte Signalpegel in der falschen Richtung gemessen.

Eine letzte Peilung 4 (Bild 7) ist unter weitgehend idealen Bedingungen auf freier Fläche und mit

freier Sicht auf den FM-Sender vorgenommen worden.

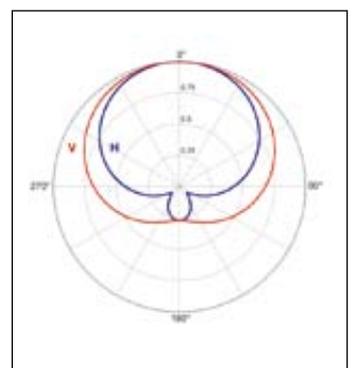
Alle Horizontal Scans werden im Gerät gespeichert und auf der Karte dargestellt. Spätestens hier wären die Fehlpeilungen zu erkennen. Durch die grafische Darstellung als Polardiagramm ist die Erkennung jedoch sofort möglich. Zur Auswertung werden nur die Peilungen 1 und 4 herangezogen.

Für die Peilung mit dem IDA-3106 stehen vier Richtantennen für unterschiedliche Frequenzbereiche zur Verfügung. Im vorliegenden Beispiel wurde die Richtantenne 1, eine Rahmenantenne, verwendet, die den Bereich von 20 MHz bis 250 MHz abdeckt.

■ Narda Safety Test Solutions GmbH [www.narda-sts.de](http://www.narda-sts.de)



**Bild 8: Das Gerät stellt das Peilergesultat der gespeicherten Horizontal Scans auf der Karte direkt vor Ort dar.** Fehlpeilung 2 wurde verworfen; die Fehlpeilung 3 durch die Abschattung vom Berg zeigt in die falsche Richtung. Die erfolgreichen Peilungen 1 und 4 reichen aus, um den Sender zu lokalisieren.



**Bild 9: Die typischen Richtcharakteristiken der Richtantenne 1 bei 150 MHz für vertikale (V) und horizontale Polarisation (H).**

## Product-Portrait

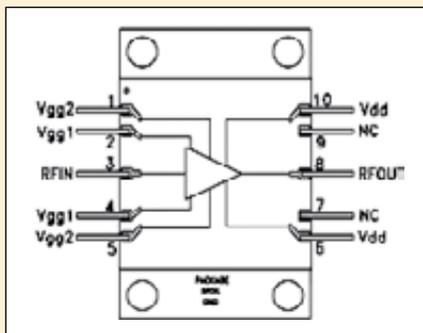
### Hittite GaN MMIC Power Amplifiers Deliver up to 25 W

Ideal for General Communications, Test Instrumentation & Radar Applications from 2 to 20 GHz

Hittite Microwave Corporation announced four new Gallium Nitride (GaN) MMIC power amplifier products which offer significant performance, size and durability advantages for communications, test instrumentation and radar systems operating in the 2 to 20 GHz frequency range.

#### \* HMC1086F10

The HMC1086F10 is a 25 W GaN MMIC Power Amplifier which operates between 2 and 6 GHz, and is provided in a 10-lead flange mount package. The amplifier typically provides 23 dB of small signal gain, +44 dBm saturated output power, and delivers +46 dBm output IP3 at +33 dBm output power per tone. The amplifier draws 1100 mA quiescent current from a +28 V DC supply. The RF I/Os are DC blocked and mated to 50 Ohms for ease of use.



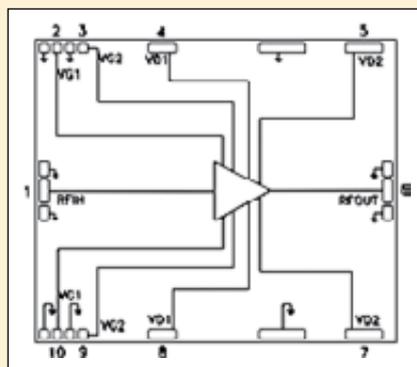
#### Features

- High Psat: +44 dBm
- Power Gain at Psat: 11 dB
- High Output IP3: +46 dBm
- Small signal gain: 23 dB
- Supply voltage: +28 V @ 1100 mA

#### \* HMC1086

The HMC1086 is the die version of the HMC1086F10. This 25 W GaN MMIC power amplifier also operates between 2 and 6 GHz and provides 22 dB of small signal gain, +44 dBm of saturated output power, and +48 dBm output IP3 at +33 dBm output power per tone. The HMC1086 draws 1100 mA quiescent current from a +28 V

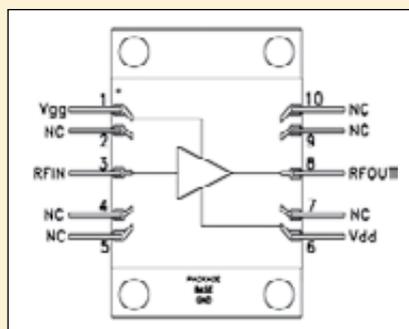
DC supply. Both amplifiers feature RF I/Os that are DC blocked and matched to 50 Ohms for ease of integration into Multi-Chip-Modules (MCM).



#### Features

- High Psat: +44,5 dBm
- Power Gain at Psat: 14 dB
- High Output IP3: +48 dBm
- Small Signal Gain: 22 dB
- Supply Voltage: +28 V @ 1,1 A
- 50 Ohm Matched Input/Output
- Die Size: 3,4 x 4 x 0,1 mm

#### \* HMC1087F10



The HMC1087F10 is an 8 W GaN MMIC Power Amplifier which operates between 2 and 20 GHz, and is provided in a 10-lead flange mount package. The amplifier typically provides 11 dB of small signal gain, +39 dBm of saturated output power, and +43 dBm output IP3 at +28 dBm output power per tone. The amplifier draws 850 mA quiescent current from a +28 V DC sup-

ply. The RF I/Os are matched to 50 Ohms for ease of use.

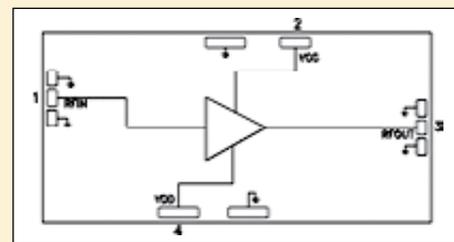
#### Features

- High Psat: +38,5 dBm
- Power Gain at Psat: +6,5 dB
- High Output IP3: +43,5 dBm
- Small signal gain: 11 dB
- Supply Voltage: +28 V @ 850 mA
- 50 Ohm matched Input/Output

#### \* HMC1087

The HMC1087 is the die version of the HMC1087F10. This 8 W GaN MMIC power amplifier also operates between 2 and 20 GHz and provides 11 dB of small signal gain, +39 dBm of saturated output power, and +45 dBm output power per tone and IP3 at +29 dBm. The HMC1087 draws 850 mA quiescent current from a +28 V DC supply. Both amplifiers feature RF I/Os that are matched to 50 Ohms for ease of integration into Multi-Chip Modules (MCM).

Both the HMC1086 and the HMC1087 amplifiers feature compact die sizes, high output power capability and simplified biasing, which make them ideal for integration into high power density MCMs and subsystem applications.



#### Features

- High Psat: +39 dBm
- Power Gain at Psat: +5,5 dB
- High Power Output IP3: +45 dBm
- Small Signal Gain: 11 dB
- Supply Voltage: +28 V @ 850 mA
- Die Size: 2 x 4 x 0,1 mm

■ Hittite Microwave Corporation  
www.hittite.com

## News

## AWR Launches Local Language Web Portals

AWR Corporation announces that in order to better support its growing customer base worldwide, it has launched local language web portals in Korean, German, French, Spanish and Russian. Customers can now access AWR information by first entering the AWR site on a page that conveys key product and corporate information in their native language. Subpages containing more detailed technical and product content are then offered in English. These local language web portals complement AWR's full content English, Japanese and Chinese websites.

■ *AWR Corporation*  
[www.awrcorp.com/kr](http://www.awrcorp.com/kr)

## AWR Offers eBook Excerpt of Professor Michael Steer's Latest Microwave & RF Design Book

For a limited time AWR will offer a free eBook download of Chapter 18, "Wideband Amplifiers," from the new second edition of engineering professor Michael Steer's textbook, *Microwave & RF Design: A Systems Approach*. The eBook excerpt download also contains embedded video tutorials of Professor Steer demonstrating key principles of design as they pertain to the wideband amplifier case study contained within its pages.

This second edition is a comprehensive treatment of RF and microwave design for advanced undergraduate and graduate students (as well as professionals). A key feature of this new edition is the introduction of real-world case studies developed with AWR's popular Microwave Office circuit design software. These include among others: High Dynamic Range Down-Converter Design, Design of a Bandstop Filter, Narrowband Linear Amplifier Design, Wideband Amplifier Design, Reflection Oscillator, Design of a C-Band VCO, Oscillator Phase Noise Analysis.

■ *AWR Corporation*  
[www.awrcorp.com/kr](http://www.awrcorp.com/kr)

## Test &amp; Measurement

## Vaunix Adds Attenuation Profile Feature to LDA Series Attenuators



Vaunix Technology Corporation, a manufacturer of Lab Brick USB powered test equipment, has added an attenuation profile feature to the LDA series attenuators. The attenuation profile is user programmable with the capability to simulate various real-world fading conditions.

The LDA series of Lab Brick Digital Attenuators includes 50 Ohm RF step attenuators

with calibrated operation up to 6 GHz. These units connect to a USB port for control and power and require no additional DC supply voltage.

They are easily programmable for fixed attenuation or swept attenuation ramps directly from the included GUI. Lab Brick Digital Attenuator API DLL and LabVIEW-compatible drivers are also available for custom programming applications.

Lab Brick Digital Attenuators are ideal for engineering and production test laboratories as well as integration into high speed automatic-test-equipment (ATE) systems. They can also be used in development of low-cost fading simulators for Multiple Input Multiple Output (MIMO) and Single Input Multiple Output (SIMO) communication systems such as WiMAX, 3G and LTE. They are based on GaAs monolithic-microwave-integrated-circuit (MMIC) attenuator technology for excellent repeatability of attenuation values.

■ *Vaunix Technology Corp*  
[www.vaunix.com](http://www.vaunix.com)

## Agilent Technologies Extends Reach of Its Signal Generators and Analyzers

Agilent Technologies introduced a line of frequency-extension modules from Virginia Diodes Inc. (VDI), a company that designs, manufactures and sells millimeter-wave and terahertz devices, components and systems, for its signal generators and analyzers.

Covering millimeter frequencies up to 1.1 THz, the VDI modules extend the reach of Agilent's signal generators and analyzers to address growing needs in early next-generation wireless research, sometimes referred to as 5G. The VDI modules are also ideal for working with millimeter-wave communication backhaul systems and emerging wireless standards such as IEEE 802.11ad, as well as a range of aerospace/defense applications. The new VDI modules offer much higher performance than other frequency extenders, enabling better measurement results. The



VDI source modules, for example, offer higher output power, while the VDI signal analyzer modules reduce conversion loss and increase sensitivity. Performance specifications such as these provide greater overall dynamic range for a variety of measurements. The VDI signal analyzer modules offer two modes of operation: standard external mixer and wideband block downconverter. The block downconverter mode enables analysis of wideband modulated signals using either an Agilent signal analyzer or wideband digital oscilloscope running Agilent 89600 VSA software.

■ *Agilent Technologies UK Ltd*  
[www.agilent.com](http://www.agilent.com)

## Test &amp; Measurement

## Improve Manufacturing Test Throughput for Power Amplifier Front-End Module Test



Agilent Technologies Inc. introduced the M9391A, a 1-MHz to 3- or 6-GHz PXIe vector signal analyzer, with up to 160-MHz bandwidth designed to test the latest wireless standards. Used in combination with Agilent's modular X-series applications, the M9391A delivers a consistent user interface, common measurement consistency, and backward-compatible APIs to accelerate test development and throughput. The M9391A is a complementary product to the M9381A PXIe VSG for testing and design validation of wireless power amplifiers, transceivers and cellular base stations, primarily picocell and femtocell. The new analyzer performs more tests in less time, significantly reducing costs. It features innovative Fasttune technology that enables unprecedented servo-loop test times through rapid frequency and amplitude adjustments. Plus, its hardware-accelerated power measurements maximize through-

put while retaining measurement integrity. Agilent X-Series measurement applications for modular instruments support a common set of standard measurements for wireless communications signals. By using proven X-Series software with the new PXI VSA, engineers can increase measurement speed while ensuring code compatibility and measurement continuity. X-series measurement applications enable the testing of major wireless communications and connectivity formats, such as LTE, GSM, W-CDMA and 802.11ac right from the start, and ensure easy access to emerging standards without returning or replacing hardware. Engineers can use the Agilent M9391A PXIe VSA with the M9381A and modular X-Apps to test wideband power amplifiers, front-end modules, transceivers and more. The PXI VSA comes with 40-MHz RF bandwidth and can be upgraded to 100- or 160-MHz bandwidth supporting extremely fast modulation

## News

## Introducing EZ-Sample - Fast, Free SMT Samples on Demand

Mini-Circuits founder and president, Harvey Kaylie said in 2002, „Speed is a competitive advantage.“ With EZ Sample, another Mini-Circuits industry-first, speed is one competitive advantage we're giving our customers. EZ sample is Mini-Circuits' new, online, FREE sample request system for surface mount parts. It's fast, free, and EZ as ABC:

1. Sign in or register on [minicircuits.com](http://minicircuits.com), and choose samples for your design
2. Answer three simple questions about your project and submit your request
3. Receive your free samples, and open the box!

Choose the part or parts best fit for your project from over 1000 available SMT models guaranteed in stock, and we'll ship your free samples directly to you.

■ *Mini-Circuits*  
[www.mini-circuits.com](http://www.mini-circuits.com)

analysis by real-time hardware resampling. The hardware is license-key upgradeable to adapt to new and changing requirements.

■ *Agilent Technologies UK Ltd*  
[www.agilent.com](http://www.agilent.com)

## EMC

### MAJR Products: EMI/ESD Suppressor

RFMW, Ltd. announces design and sales support for MAJR Products Corporation's ready-to-install EMI/RFI shielded honeycomb ventilation panels designated as their 3000 Series. Ideal for both portable and rack mounted telecommunication systems, these panels provide optimum EMI/RFI shielding with minimum static pressure drop for ease of airflow. The thin 0.004 in. conductive walls of the honeycomb waveguide cells allows air to

flow freely with very low static pressure drop (resistance to air flow). Dust filter media, either integrated into the honeycomb frame or as a stand alone panel attachment are available upon request. An EMI/RFI gasket is always supplied as an integral part of the honeycomb vent panel assembly.

The 3031-20505-32 exhibits a 5" x 5" opening with a chromate aluminum honeycomb. Tin plated aluminum honeycomb (3031-20505-42) and tin plated steel honeycomb (3031-20505-44) are also available in



order to meet specific attenuation and environmental requirements of MIL-STD-461 and MIL-STD 810. The 3031 series is available in a multitude of standard sizes (3"x3" to

18"x18") and standard mounting configurations. Custom products are also available.

■ *MAJR Products*  
[www.majr.com](http://www.majr.com)

## EMC

## MTC's EMC products

MTC, Micro Tech Components GmbH, are a leading manufacturer of high quality EMC products and services. In addition to the extensive range of products, we provide our customers with individual services and support. From the very start of your project you can enjoy the benefits of our long experience in the EMC field.



- Fabric over foam gaskets: Available with either an Aluminium foil covering or conductive fabric with a copper-nickel metal coating the poly-urethane foam core is available in three hardness grades and fitted with a choice of conductive or non-conductive adhesive.



- Contact springs: MTC's contact springs are resistant to corrosion, abrasion, high mechanical stress, high temperatures and wide temperature fluctuations making them especially suitable for EMI/EMC shields for products used in harsh environments. Furthermore these contact spring strips have an almost unlimited service life.



- Thermally conductive material: MTC have a portfolio of products to optimise heat transfer between components and the cooling mechanism. These include thermally conductive paste, gap filler, conductive tapes, conductive insulators, dual sheet thermal and absorber.

■ *Acal BFi*  
[www.acalbfi.com](http://www.acalbfi.com)

## Modules

## Loctronix Advances Indoor/Outdoor Location, Navigation and Communications Development with the ASR-2300 SDR Module



Loctronix Corporation, a provider of unified positioning solutions for GNSS-challenged environments, announced the availability of its new software-defined radio (SDR) module, the ASR-2300, for developing high-performance positioning, navigation and timing (PNT) and communication applications. "The ASR-2300 delivers advanced SDR capabilities in a small, mobile form-factor enabling developers to readily create and field complex SDR-based solutions. The module moves SDR out of the lab and into production, providing the critical piece for tapping advanced, multi-sensor/signals of opportunity for high-performance PNT," stated Michael Mathews, Loctronix' CEO and Founder.

According to Mathews, "The ASR-2300 is unique amongst the growing number of SDRs, having multiple, fully-integrated RF paths supporting reception of GNSS, cellular, ISM band, and UHF signals of opportunity. The ASR-2300 will benefit SDR developers working on demanding scientific, military, aerospace and commercial/industrial applications."

The ASR-2300 is a multiple-input and multiple-output (MIMO) transceiver module incorporating two wideband Field Programmable RF (FPRF) transceivers (300 MHz to 3.8 GHz) from Lime Microsystems, 10-axis accelerometer/gyro/compass/barometer sensors, and a large programmable FPGA capable of over 300 MB/s sustained communications with a host processor via USB 3.0 interface. The module's nine integrated RF path options and low size, weight, and

power characteristics contribute to ease of integration and portability. Accommodating both internal 1ppm TCXO or external frequency reference, multiple ASR-2300s can be inter-connected via an expansion port and/or UART interface, supporting real-time reception/transmission of 4, 6, 8 or more signals without the need for significant additional hardware.

With on-board flash for storing developer customizable firmware and FPGA logic, the ASR-2300 can be configured to operate in a variety of different power profiles, maximizing battery life without requiring a host processor. The modules will be factory-programmed with only the RF receiver capabilities enabled. Developers can enable transmit functionality by modifying the firmware and waveforms.

An open source software package includes basic drivers for Linux and Windows environments enabling both GNU Radio and embedded C/C++ developers to interface with the ASR-2300 module. Developers can obtain source code and design documents for modifying the ASR-2300 to suit their own applications.

The ASR-2300 will be available from Loctronix this November. Adaptors, antennas, and a housing kit will also be available that provide a variety of configuration options supporting bench-top testing to wearable, battery-operated field demonstrations.

■ *Loctronix Corporation*  
[www.loctronix.com](http://www.loctronix.com)

## Modules

## Two New Low Noise Amplifiers from Wavelex

Richardson RFPD, Inc. and Wavelex announced immediate availability and full design support capabilities for two new low noise amplifiers (LNAs) from Wavelex. The WLA0030A offers wide frequency band operation, from 20 to 3000 MHz, a 1.3 dB noise figure and 15 dB gain. The WLA0030A is versatile for a range of applications, from LTE, to receiver amplifiers, RF bench test, and mobile base station.

The WLA0545A operates from 0.5 to 4 GHz, with a 1.2 dB noise figure and 25 dB gain. It is well-suited for cellular, GPS, PCS and 3G applications, as well as receiver amplifiers, RF bench test, and mobile base stations.

Both new LNAs are fully-matched to 50 ohms, with no external matching components needed. They are packaged with precision machine housings in Wavelex's IP-3 package. Wavelex products are 100% pro-



duction-tested on all minimum and maximum electrical specifications.

■ Richardson RFPD, Inc.  
[www.richardsonrfpd.com](http://www.richardsonrfpd.com)

## Software

## NXP offers on-line tool for UHF PCB antenna design

This design tool helps electronics manufacturers implement RFID technology; manufacturers wanting to embed RFID technology in their products are now able to do so without needing deep UHF antenna design experience. The RFID-PCB online software Antenna Designer tool helps implement antennas on a printed circuit board (PCB) in the UHF frequency range (840-960 MHz).

UHF antenna design is more complex than a typical HF antenna design and needs an expert understanding of the electronic design constraints. With the RFID-PCB Antenna Designer customers can simply input parameters, such as space available on the PCB, target performance, board materials, and target frequency range in the region of application to receive a turnkey UHF antenna design for their specific application. Additionally, the tool offers a comprehensive overview of all the features of the UCODE portfolio, enabling designers to select the right UCODE product for their application.

The RFID-PCB Antenna Designer tool;

- Enables easy UHF antenna design on PCBs
- has a user-friendly interface to help non-RFID experts design high performance antennas
- yields customised and application-specific antenna designs

It has been produced with support from leading engineering companies, CST (Computer Simulation Technology) and Transim: the online design tool is available to use now. CST develops high performance software for the simulation of electromagnetic fields in all frequency bands: Transim delivers innovative cloud application engineering solutions for online design support in the electronics industry

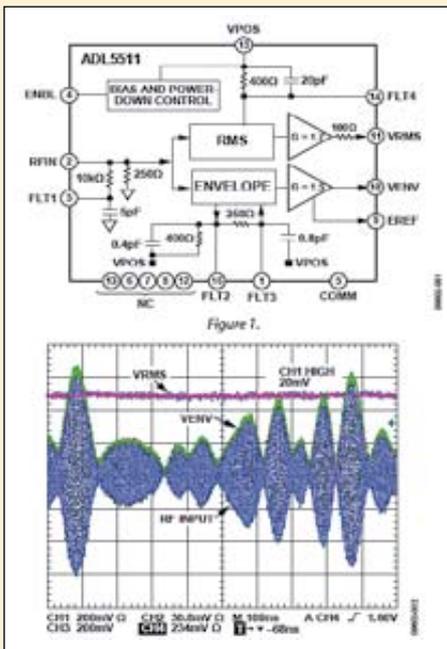
The online RFID-PCB Antenna Designer tool currently supports the following packages:

- UCODE I2C in SOT902 package
- UCODE G2iL in SOT886 package
- UCODE G2iM in SOT886 package

■ NXP Semiconductors  
<http://nxp-rfid.com>

## Components

## 6 GHz envelope and RMS power detector



duction-tested on all minimum and maximum electrical specifications.

the input signal. The RMS output is a linear-in-V/V voltage with a conversion gain of 1.9 V/V RMS at 900 MHz. The envelope output has a conversion gain of 1.46 V/V at 900 MHz and is referenced to an internal 1.1 V reference voltage, which is available on the EREF pin. The ADL5511 can operate from DC to 6 GHz on signals with envelope bandwidths up to 130 MHz.

The extracted envelope can be used for RF power amplifier (PA) linearisation and efficiency enhancements and the RMS output can be used for RMS power measurement. The high RMS accuracy and fast envelope response are particularly useful for envelope detection and power measurement of broadband, high peak-to-average signals that are used in CDMA2000, W-CDMA, and LTE systems. The ADL5511 operates from  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$  and is available in a 16-lead, 3 x 3 mm LFCSP package. You might use it in RMS power and envelope detection of W-CDMA, CDMA2000, LTE, and other complex waveforms; for drain-modulation-based power amplifier linearisation; and for power amplifier linearisation employing envelope-tracking methods.

■ Analog Devices  
[www.analog.com](http://www.analog.com)

Analog Devices introduced the ADL5511, an RF envelope and RMS detector that uses ADI's TruPwr technology. The envelope output voltage is presented as a voltage that is proportional to the envelope of the input signal. The rms output voltage is independent of the peak-to-average ratio of

## Products



### New RF Switch Optimizes Performance of Broadband Cable Systems

Peregrine Semiconductor Corporation announced availability of the PE42720 75-Ohm RF switch for broadband cable systems. Manufactured on Peregrine's UltraCMOS technology, the HaRP-enhanced single-pole, double-throw (SPDT) switch features high linearity, leading isolation performance and excellent video feedthrough – a combination that is ideal for supporting higher data rates in cable modem termination systems (CMTS), multi-service headends, cable television (CATV) optical transceivers, fiber hubs, optical network terminals, and CATV amplifier modules.

Optimized for high linearity and isolation performance, the PE42720 supports increasing data rates as required by the industry transition to DOCSIS 3.1. High linearity minimizes distortion in the cable network to support new modulation schemes such as 4096-QAM, while the ability to support high isolation between RF ports minimizes unwanted signal interference. This combination is critical as DOCSIS 3.1 relies on orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) to improve spectral efficiency, allowing a 50% increase in data rates up to 10 Gb/s downstream and 1 Gb/s upstream.

Peregrine's new switch features high isolation performance of at least 60 dB across the entire broadband frequency range of 5 MHz to 3 GHz (65 dB at 1 GHz (typ) and 64 dB at 2 GHz). The device features excellent video feedthrough of 5 mVpp for reduced distortion, and delivers low insertion loss (0.7 dB @ 1 GHz and .8 dB @ 2 GHz), which enhances overall system performance by reducing RF path noise figure. In addition, high linearity with a CTB/CSO of -104 dBc improves dynamic range of CATV systems. The PE42720 supports 1.8 V and 3.3 V control logic and ESD performance of 2500 V HBM on all ports.

■ *Peregrine Semiconductor Corporation, [www.psemi.com](http://www.psemi.com)*

## Components

### MACOM Announces Highest Power Handling and Fastest Recovery Time SPDT Switch-Limiter



M/A-COM Technology Solutions Inc. („MACOM“) announced a new SPDT Switch-Limiter that is ideally suited for S-Band military and commercial radar systems.

The MASL-011023 is an innovative switch-limiter solution for customers who require the industry's fastest recovery time and highest power handling for S-Band receive protection applications. Operating over the 2.7 - 3.5 GHz bandwidth, the device handles 125 W of CW power at 85 °C while providing ultra fast recovery time of less than 100 ns. The switch is offered in a JEDEC standard footprint surface mount 7 mm x 7 mm QFN package that enables repeatable, high volume manufacturing.

The MASL-011023 delivers low insertion loss, high isolation and the lowest available flat leakage of 10 dBm in Rx mode and 7 dBm in Tx mode. This SP2T switch-limiter is designed to minimize insertion loss and handle +51 dBm CW power through the transmit path. This exceptional device also incorporates a fully integrated RF & DC bias network which provides the customer with a complete switch-limiter solution.

■ *M/A-COM TECHNOLOGY SOLUTIONS INC. [www.macomtech.com](http://www.macomtech.com)*

### Clock oscillators for space now screened to 100 krad

Precision Devices, Inc. (PDI) a member of the Avrio Technology Group, introduced its flat pack Series XO clock oscillators. Using premium swept quartz crystal in a 4-point mount blank, the clock oscillators are now screened to 100 krad Total Ionized Dose (TID), which means that they are verified to handle the radiation they will endure in space. The parts were tested in a proton beam of 64 MeV in steps of 25 krad until the total dose (TID) was 100 krad. The oscillators are designed for low- to mid-orbit applications as standard, and other applications are available on request.

The clock oscillators are available in a wide frequency range from 750 kHz to 800 MHz. Frequency stability is as low as 25ppm. Four output options are available: CMOS, LVDS, LVCMOS and LVPECL. For maximum flexibility, the devices are available in flat pack packages with 14, 16, 20 or 24 pins. PDI also offers a fully customised self-build part number to enable customers to specify the ideal device for their particular application. The oscillators have a wide ambient operating temperature range from -40 °C to +85 °C, with a storage temperature range of -65 °C to +150 °C. They are manufactured in PDI's own MIL-PRF-38534 and MIL-PRF-55310/QPL certified manufacturing facility.

■ *Avrio Technology Group [www.avriotechnology.com](http://www.avriotechnology.com)*

### DC to 20 GHz Distributed Amplifier Offers Low Noise Figure of 2 dB @ 10 GHz



Custom MMIC announces the addition of the CMD173P4 to their growing MMIC library of standard products. The CMD173P4 is a GaAs MMIC distributed amplifier operating from DC to 20 GHz that delivers greater than 15 dB of gain with a corresponding output of 1 dB compression point of +18 dBm and noise figure of 2 dB at 10 GHz. Housed in a leadless 4 x 4 mm plastic surface mount package, the CMD173P4 also utilizes an onchip pinch off tracking circuit to ensure consistent performance over temperature and process variation. The CMD173P4 is a 50 Ohm matched design that requires some off-chip components to complete the bias network, which is typical of this amplifier topology.

Suitable applications for the CMD173P4 include microwave radio systems, telecom infrastructure, test instrumentation, and military EW subsystems.

■ *Custom MMIC [www.custommmic.com](http://www.custommmic.com)*

## Components

### New EZ-400-BM-X and EZ-400-BM-RA-X Connectors for LMR-400 Cable



Times Microwave Systems has recently announced the availability of the EZ-400-BM-X BNC no-solder male (plug) straight connector and EZ-400-BM-RA-X BNC no-solder, male (plug) right angle connector for LMR-400 low loss coaxial cable. The new crimp-style connectors do not require soldering of the center conductor into the contact making these connectors perfect for field installations and do not require braid trimming! They are also compatible with the CST-400 cable prep tool and either the CT-400/300 or HX-4 (with Y1719 dies) crimp tools. Both connectors have these advanced features and benefits:

- Tri-metal plating instead of silver (eliminates tarnishing)
- No braid trimming needed
- Chamfered cable entry hole for ease of termination
- Ridged landing area on the aft end for better grip and sealing of the heat shrink boot
- Improved impedance matching for low VSWR
- Cable can be stripped using the standard CST-400 prep tool

■ *Times Microwave Systems*  
[www.timesmicro.com](http://www.timesmicro.com)

### LNA Front-end Modules for Smartphones, Tablets and Other Handheld Devices

Skyworks Solutions, Inc. announced that its highly integrated, low noise amplifier front-end modules are being leveraged by various OEMs to enable global positioning systems (GPS) and global navigation satellite systems (GNSS) in smartphones, tablets and other mobile devices in emerging markets. Skyworks' modules offer high linearity, excellent gain and an integrated filter, providing manufacturers with cost-effective,

high performance solutions in a compact footprint. These devices are also the first semiconductors to support China's BeiDou navigation satellite system (BDS), China's second-generation system that is enabling GPS in consumer platforms in addition to other public safety applications such as transportation systems, water conservancy, forest-fire prevention and disaster relief.

GNSS is a series of satellites that provide autonomous geo-spatial positioning with global coverage. It allows small electronic receivers to determine their location (longitude, latitude and altitude) to within a few meters using time signals transmitted along a line-of-sight by radio from satellites. Receivers then calculate the precise time as well as position, which can be used as a reference.

■ *Skyworks Solutions*  
[www.skyworks.com](http://www.skyworks.com)

### Octave Tuning VCO Tunes from 3 to 6 GHz



Z-Communications, Inc. announced a new RoHS compliant VCO model V600ME45-LF ideal for satellite communication applications. The V600ME45-LF operates from 3000 to 6000 MHz with a tuning voltage range of 0-24 Vdc. This octave tuning VCO features a typical phase noise of -103 dBc/Hz @ 100 kHz offset and an average tuning sensitivity of 147 MHz/V.

The V600ME45-LF is designed to deliver a typical output power of 6 dBm into a 50 ohm load while operating from a 12 Vdc supply and drawing only 24 mA.

It operates over the industrial temperature range of -40 to 85 °C while suppressing the second harmonic to better than -12 dBc. This robust VCO comes in Z-COMM's standard MINI-16-LOW package measuring 0.5 in. x 0.5 in. x 0.16 in. The V600ME45-LF is also ideal for automated surface mount assembly and is available in tape and reel packaging.

■ *Z-Communications, Inc.*  
[www.zcomm.com](http://www.zcomm.com)

## Products

### 21 dB CATV 12 V Power Doubler TAT4M0011

The TAT8804 is an ultra-linear, QFN GaAs amplifier MMIC intended for output stage amplification in CATV infrastructure applications. The device features a push-pull cascode design which provides flat gain along with ultra-low distortion, making it ideal for use in CATV distribution systems requiring high output power capability. ESD protection is also provided at the output of the device.

The TAT8804 draws approximately 650 mA from a single 12 V supply giving 21 dB gain with excellent linearity. Users may adjust the bias current with external voltage, which enables the TAT8804 to be used in applications such as doublers or for lower power system applications.

The TAT8804 is packaged in an industry standard 40 pin 5x7 mm QFN package with exposed paddle (EP) beneath the device for thermal and electrical grounding. For applications requiring demanding VSWR tolerance at high input overdrive conditions, an EVB with level protection is available.

### Applications

- HFC Nodes
- CATV Line Amplifiers
- Head End Equipment
- 50 to 1000 MHz 75 ohm amplifier

### Product Features

- 50 to 1000 MHz Bandwidth
- Excellent High Output Linearity
- Ultra-Low CSO/CTB/XMOD
- Low Noise
- Excellent Input/Output return loss
- High Gain 20 dB typ @ 1200 MHz
- Variable Bias Control
- 5 X 7 Compact QFN
- High Reliability with RF ESD protection
- 12 V Supply Voltage
- 650 mA Operating Current

■ *TriQuint*  
[www.triquint.com](http://www.triquint.com)

## Wireless

## Wireless Excellence announces new 4G/LTE backhaul solution - all in one box



**Bild 1: Cable Free FOR 2-1 (2) small**

Wireless Excellence announced the availability of their CableFree FOR2 Microwave transmission solution for 4G/LTE and 3G backhaul, as well as Telecom, ISP, Government and other types of wireless network. FOR2 provides high capacities in an all-outdoor „zero footprint“ solution and can be deployed without indoor components, racks or space. Timing, IP network intelligence and resilience are all included in the unit.

CableFree FOR2 uses the licensed frequency bands from 7 to 38 GHz, and offers 400 Mbps full duplex per channel (800 Mbps aggregate) scaling up to 800 Mbps (1.6 Gbps aggregate) or higher using multiple channels. It comes with advanced features such as Adaptive Coding and Modulation and Automatic Power Control to ensure maximum uptime and stability of links even in harsh conditions such as tropical rainfall. Important synchronisation features for 3G/4G base stations and sup-



**Bild 2: Cable Free FOR 2-3**

port for Synchronous Ethernet and IEEE 1588v2 are included to simplify direct connection to cellular infrastructure. At the network level, it offers native support for 2+0 aggregation for 800 Mbps full duplex capacity as well as 1+1 resilience within the radios, and Ethernet Ring Protection and Rapid Spanning Tree, to build resilient city networks with all types of topology.

Integrated Radio Link Aggregation allows a simple „pay as you grow“ model, adding extra channels or components as needed to meet rising bandwidth demands. The systems are MEF9 and MEF-14 (Metro Ethernet Forum) compliant.

Market-leading Transmit Power and System Gain ensure that operators get best-in-class performance from their wireless network, whilst reducing costs through use of smaller antennas, and enhancing network uptime. „FOR2 is a genuine leap forward in microwave transmission capability“ said founder and CEO Stephen



**Bild 3: Cable Free FOR 2-4 (2)**

Patrick. „This all-in-one solution can be rapidly deployed on exposed towers or roof locations without indoor components, reducing complexity and saving time and money throughout the customer network.“

CableFree FOR2 is already shipping in volume and is available over all frequency bands, on industry-leading short leadtimes, at highly competitive price points.

### About Wireless Excellence:

Wireless Excellence Ltd. is the designer and manufacturer of the CableFree range of products for high performance wireless connectivity. CableFree products include Free Space Optics (FSO), OFDM Radio, Licensed Microwave, Millimeter-Wave, WiMAX and WiFi, with customer installations in over 60 countries worldwide since 1997. CableFree: Wireless Excellence is based in the UK, with a global channel network of distribution and reseller partners.

Products include OFDM MIMO radios, Microwave, MMW, FSO, WiFi and WiMax solutions. Wireless Excellence is an ISO 9001 certified company.

■ [www.wirelessexcellence.com](http://www.wirelessexcellence.com)

## New Deeter Industrial Wireless Gateway Handles Up To 200 Sensors

The Deeter Group announces the introduction of the deeternet Wireless Gateway which offers wireless viewing of data from up to 200 sensors using a web browser. Using an Ethernet connection the deeternet Wireless Gateway requires no special

software and provides a user friendly web interface which gives easy access to sensor data at a glance. Customisable set points can be programmed to trigger email and SMS alerts.

The new Wireless Gateway offers Plug-and-Play operation with other supported deeternet wireless hardware all communicating via the robust and secure IEEE 802.15.4 industrial wireless communication protocol. Most 3rd-party sensors can be connected by

adding an optional deeternet Wireless Sender. The Deeter deeternet® Wireless Gateway measures just 200 x 200 x 55 mm and is supplied with an external power supply.

Deeter's wide and growing range of wireless sensor, network and control products, application information and news is being supported by a dedicated website at [www.deeternet.com](http://www.deeternet.com)

■ Deeter Group, [www.deeter.co.uk](http://www.deeter.co.uk)

## Products

# Nanopower Buck-Boost DC/DC with Energy Harvesting Battery Life Extender



Linear Technology announces the LTC3330, a complete regulating energy harvesting solution that delivers up to 50 mA of continuous output current to extend battery life when harvestable energy is available.

The LTC3330 requires no supply current from the battery when providing regulated power to the load from harvested energy and only 750 nA operating when powered from the battery under no-load conditions. The

LTC3330 integrates a high voltage energy harvesting power supply, plus a synchronous buck-boost DC/DC converter powered by a primary cell battery to create a single non-interruptible output for energy harvesting applications such as those in wireless sensor networks.

The energy harvesting power supply, consisting of a full-wave bridge rectifier accommodating AC or DC inputs and a high effi-

ciency buck converter, harvests energy from piezoelectric (AC), solar (DC) or magnetic (AC) sources. The primary cell input powers a buck-boost converter that operates from 1.8 V to 5.5 V at its input when harvested energy is not available to regulate the output whether the input is above, below or equal to the output. The LTC3330 automatically transitions to the battery when the harvesting source is no longer available.

The LTC3330's energy harvesting inputs operate from a voltage range of 3 V to 19 V, AC or DC, making it ideal for a wide array of piezoelectric, solar or magnetic energy sources. Its input undervoltage lockout threshold settings are programmable between 3 V and 18 V, enabling the application to operate the energy harvesting source at its peak power transfer point. Other features include programmable DC/DC and LDO output voltages, buck-boost peak current limits, supercapacitor charger/balancer and an input protective shunt (up to 25 mA at  $V_{IN} > 20$  V). The LTC3330EUH is available in a 5 mm x 5 mm QFN package.

## Summary of Features: LTC3330

- Dual Input, Single Output DC/DCs with Input Prioritizer
    - Energy Harvesting Inputs: 3.0 V to 19 V Buck DC/DC
    - Primary Cell Input: 1.8 V to 5.5 V Buck-Boost DC/DC
  - Zero Battery IQ when Powering Load from Harvested Energy
  - Ultralow Quiescent Current: 750 nA at No-Load when Powered from Battery
  - Low Noise LDO Post Regulator
  - Integrated Supercapacitor Balancer
  - Up to 50 mA of Output Current
  - Programmable DC/DC & LDO Output Voltages, Buck UVLO & Buck-Boost Peak Input Current
  - Integrated Low Loss Full-Wave Bridge Rectifier
  - Input Protective Shunt – Up to 25 mA at  $V_{IN} > 20$  V
  - 5 mm x 5 mm QFN-32 Package
- Linear Technology Corporation  
[www.linear.com](http://www.linear.com)

## VCO Features Ultra Compact Size and Low Phase Noise

The USSP1325-LF operates at 1250 to 1400 MHz with a tuning voltage range of 0.5 to 4.5 Vdc. This miniaturized VCO features phase noise of -100 dBc/Hz @ 10 kHz offset while operating off a 5 V dc supply and typically drawing only 25 mA of current.

The USSP1325-LF provides the end user an output power of  $3 \pm 3$  dBm into a 50 Ohm load while operating over the industrial temperature range of -40 to 85 °C. This robust VCO suppresses the second harmonic to better than -15 dBc and covers the frequency range with a tuning linearity of better than 1.1:1. The

USSP1325-LF comes in Z-Comm's standard USSP package measuring a mere 0.2 in. x 0.2 in. x 0.06 in. It is available in tape and reel packaging for production requirements making it ideal for automated surface mount assembly and reflow. The USSP1325-LF is well suited for portable radio and test equipment applications that require low power consumption as well as low phase noise. Additional specifications for this product can be found on-line at:

■ Z-Communications, Inc.  
[www.zcomm.com](http://www.zcomm.com)





# POWER SPLITTERS/ COMBINERS

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

**Dieses größte industrielle Angebot** umfasst Tausende von Typen, von 2 kHz bis 18 GHz, mit bis zu 300 W HF-Belastbarkeit, in koaxialer Ausführung, mit Flat-Pack-, SMT- oder Rack-Mount-Gehäusen für 50- oder 75-Ohm-Systeme.

**Vom 2- bis 48-Wege-Design**, mit 0, 90 oder 180 Grad Phasendrehung bieten Mini-Circuits Power/Splitter Combiner herausragende Leistung in Hinblick auf Einfügedämpfung, Entkopplung oder Anpassung.

**Jahrzehntelange Erfahrungen** mit vielen Technologien wie Kern und Draht, Microstrip und Stripline bis hin zu Halbleitern und LTCC-Keramik machten dies möglich. Auf [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) finden Sie detaillierte Daten, Leistungskurven, S-Parameter, Gehäusemaße, Layout-Vorschläge und alles weitere, was Sie für eine schnelle Entscheidung benötigen. Geben Sie einfach Ihre Anforderungen ein, und unsere patentierte Suchmaschine Yoni2 sucht nach tatsächlichen Testdaten, die Ihre Bedingungen erfüllen.

**Alle Katalogtypen** sind auf Lager und mit unserer Einjahresgarantie ausgestattet. Wir geben sogar die Lagermengen, die Echtzeitverfügbarkeit sowie die Preise an, um unseren Kunden bei der Planung zu helfen und schnelle Entscheidungen treffen zu können. Warum warten Sie daher noch?

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

 **Mini-Circuits®**

[www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) P.O. Box 35166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 [sales@minicircuits.com](mailto:sales@minicircuits.com)

DISTRIBUTORS

 **INDUSTRIAL  
ELECTRONICS GMBH**

D-65760 Eschborn, Germany  
Tel. 0049-6196-927900 Fax 0049-6196-927929  
[www.industrialelectronics.de](http://www.industrialelectronics.de)  
[info@industrialelectronics.de](mailto: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](mailto:info@municom.de) [www.municom.de](http://www.municom.de)

448 rev L

## New Approach to RF Switching in High-Power Wireless Systems



Peregrine Semiconductor Corporation, a fabless provider of high-performance radio frequency integrated circuits (RFICs), announced the PE42820 and PE42821 single-pole double throw (SPDT) switches for high-power wireless applications. The new switches provide an unprecedented combination of high-power handling and excellent linearity while offering an integrated approach that reduces board area, power consumption and design-in complexity compared to traditional discrete solutions. This combination makes the PE42820/821 ideal for transmit/receive, filter bank and antenna band switching applications in high-power RF systems such as wireless infrastructure devices and land mobile radios for public safety and military environments.

Peregrine's new switching ICs are significant in replacing discrete solutions including traditional pin diodes used in land mobile radios (LMR), and mechanical relays used in LTE-enabled small cells or distribu-

ted antenna systems. These discrete solutions cannot deliver both the high power handling and high linearity required for broadband frequency support as required for LMR and LTE convergence. In contrast, the PE42820/821 switching ICs offer high 30 W power handling while also enabling excellent linearity across the entire 30 MHz to 2.7 GHz frequency range. This combination, enabled by Peregrine's UltraCMOS technology with HaRP enhancements, improves signal clarity and range in high-power RF systems.

In addition, Peregrine's monolithic approach integrates flexible control voltage ranges, which eliminates the need for external bias control circuitry. This reduces the system bill of materials, thereby saving on board space and current consumption, while simplifying design for a more reliable long-term solution.

In addition to high linearity (82 dBm IIP3 @ 850 MHz; 76 dBm IIP3 @ 2.7 GHz), the PE42820 and PE42821 switching ICs feature low insertion loss (0.35 from 30 MHz-1 GHz; 0.20 from 1-2 GHz; and 0.80 from 2-2.7 GHz), and exceptional ESD of 1.5 kV HBM on all pins. The PE42820/1 high-power switches operate with a wide supply range of 2.3 V to 5.5 V. The PE42821 is a feature and pin-compatible version of the PE42820 with a faster switching time of 6  $\mu$ s.

■ *Peregrine Semiconductor*  
[www.psemi.com](http://www.psemi.com)

## New 4 - 10 GHz Driver Amplifier Offers High Output Power, Low Current Consumption

Custom MMIC, a developer of performance-driven monolithic microwave integrated circuits (MMICs), announces the addition of the CMD191C4 to their growing MMIC library of standard products. The CMD191C4 is a GaAs MMIC driver amplifier housed in a leadless, RoHS compliant, 4x4 mm surface mount package. It offers high output power and low current consumption. Ideally suited for complex communications systems where small size and high linearity are needed, the device operates from 4 - 10 GHz and delivers 20 dB of gain with a corresponding output 1 dB compression point of greater than +21 dBm. It is a 50 ohm matched design, which



eliminates the need for external DC blocks and RF port matching. The CMD191C4 is biased with a single 5.0 V positive drain supply. RF power can be applied at any time. Suitable applications include WLAN, C and X Band communications systems and military end-use.

■ *Custom MMIC*  
[www.custommmic.com](http://www.custommmic.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](mailto:info@beam-verlag.de)  
[www.beam-verlag.de](http://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](mailto:redaktion@beam-verlag.de)

• **Anzeigen:**

Frank Wege  
Tel.: 06421/961425  
Fax: 06421/961423  
[frank.wege@beam-verlag.de](mailto: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 sorgsamster 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- 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/redefine](http://ni.com/redefine)

RF-Standards auf einen Blick – Poster jetzt kostenfrei bestellen: [ni.com/rf-poster](http://ni.com/rf-poster)





**Spectrum**  
Elektrotechnik GmbH

wenn Qualität benötigt wird



**Wir entwickeln und fertigen Steckverbinder, genau für fast jeden Anwendungsfall, neben den vielen Standardverbindungselementen, die wir normalerweise ab Lager liefern. Produkte, made in Germany.**

**80905 München**

**Telefon: 089-3548-040**

**WWW.SPECTRUM-ET.COM**

**Postfach 450533**

**Fax: 089-3548-0490**

**Email: Sales@spectrum-et.com**