

hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik

Automatischer Handover-Test

novotronik, Seite 44



WAVES. WORLD. WIDE.
OUR PASSION OUR PLAYGROUND OUR SOLUTIONS

novotronik

FILTER SOLUTIONS

Now!

DC to 40 GHz



\$199

Over 1,250 Models **IN STOCK**... Immediate Delivery! from 1 ea. (qty. 20)

Unterschiedliche Anforderungen erfordern unterschiedliche Technologien. Und mit über 1250 Katalogmodellen – es werden ständig mehr – bietet Mini-Circuit's Programm an RF/Mikrowellen-Filtern bestimmt auch für Sie eine Lösung. Die Palette umfasst Hoch-, Tief-, Bandpässe und Bandsperrern mit geringer Passband-Einfügungsdämpfung und hoher Unterdrückung im Sperrbereich, wobei Frequenzen von DC bis 40 GHz abgedeckt werden. Finden Sie in unserem großen Angebot an Filtertechnologien in Koaxial- und SMD-Ausführung die richtige Lösung für Ihre Anwendung!

Gehen Sie einfach auf unsere Website minicircuits.com und nutzen Sie Yoni2, unsere patentierte Suchmaschine, um die gesamte Modelldatenbank nach den gewünschten Leistungsparametern zu durchsuchen. Geben Sie einfach Ihre Spezifikationen ein und sehen Sie sich die Liste von Modellen an, die Ihre Kriterien erfüllen.

Haben Sie immer noch nicht gefunden wonach Sie suchen? Kunden-spezifische Designs zu Katalogpreisen mit sehr schneller Lieferzeit sind nur eine E-Mail weit entfernt! Nehmen Sie mit uns Kontakt auf, unsere Ingenieure werden eine schnelle, kostengünstige Lösung finden und Ihnen innerhalb weniger Tage Simulationsergebnisse liefern.

Leistungsdaten, Kurven, Simulationen mit hoher Genauigkeit, Mengenpreise und alles, was Sie für Ihre Entscheidung brauchen, ist auf der Website zu finden. Bestellen Sie also noch heute!

Yoni2 The Design Engineers Search Engine...
U.S. Patent 7739260, 7761442 finds the model you need, Instantly.

Modelithics
Vendor Partner

"FREE High Accuracy RF Simulation Models!"
<https://www.modelithics.com/MVP/MiniCircuits>

Mini-Circuits[®]

www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 484 Rev L

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

D-65719 Hofheim-Wallau, Germany
Tel. +49-6122-72660-0 Fax +49-6122-72660-29
www.ie4u.de
anfrage@ie4u.de

Mini-Circuits Europe

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

municom[®]

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



*Autor:
Sathish Dhanasekaran
Senior Vice President,
Keysight
Presidential Communications
Solutions Group*

Vom Versprechen zur Wirklichkeit: Wie Design, Tests, Messungen und Visibility die Kosten für 5G senken können

5G läutet eine neue Ära in der Mobilfunkkommunikation ein, von der insbesondere Anwendungen, die eine hohe Bandbreite und eine niedrige Latenz benötigen, profitieren werden. Um sicherzugehen, dass 5G auch das hält, was es verspricht, muss die Industrie gewisse Standards erfüllen. Zuverlässige Testmethoden und Messmechanismen sind zu implementieren, um zu gewährleisten, dass diese eingehalten werden. Vor allem aber muss die Effizienz verbessert werden, um die bisher noch hohen Entwicklungskosten zu senken. Während dies zum Teil schon durch die weltweite Harmonisierung der Standards erreicht wird, hängt viel davon ab, wie sich die Design-, Test- und Visibility-Strategien im frühen Entwicklungs-Stadium entwickeln.

Im Rennen um den ersten Platz der 5G-Lösungen haben Carrier, Hersteller und Entwickler Milliarden für die Forschung und Entwicklung ausgegeben. Diese Kosten müssen sie – zumindest am Anfang – auf die Verbraucher umlegen. Das bedeutet, dass 5G-Lösungen und 5G-fähige Geräte der ersten Generation teuer werden. Freilich werden die Kosten sinken, so wie sie es immer tun, aber Early Adopters müssen sich auf einen Schock gefasst machen. Glücklicherweise ist es möglich, die Kosten von 5G zu senken und Kunden weltweit zufriedenzustellen:

Testen: Der Versuch, verschiedene Konfigurationen oder Ausführungen zu testen, führt zur Entdeckung von Effizienzvortei-

len. Best Practices werden auch von effektiven Testlieferanten, Entwicklern und Service-Providern mit einer Roadmap zur Einführung effizienterer Lösungen abgeleitet.

Messung: Genaue Messungen ermöglichen es Anbietern, zu erfahren, wie sich 5G-Lösungen verhalten, und ob sie das Versprechen schnellerer, stabilerer, drahtloser Netzwerke erfüllen oder nicht erfüllen. In jedem Fall bietet die Fähigkeit zur genauen Leistungsmessung den Entwicklern eine Grundlage, auf der sie arbeiten und Dinge verbessern können.

Visibility: Zusätzlich zur Tracking-Performance gibt Visibility Service-Providern die Möglichkeit, 5G-Lösungen auf Ereignisse im Netzwerk, Sicherheitsbedrohungen, Schwachstellen und potenzielle Engpässe hin zu überprüfen. Abwehr-Teams besitzen geeignete Informationen um, die Zuverlässigkeit zu gewährleisten und gleichzeitig die Netzwerkleistung zu optimieren.

5G verspricht vieles, sollte die Massen mit seiner hohen Bandbreite und niedrigen Latenz begeistern. Die Telekommunikations-Branche muss sich jedoch über die mit der Bereitstellung verbundenen Kosten Gedanken machen, Wege finden, um die Effizienz zu verbessern und Kosten zu senken. Tests, Messungen und Visibility liefern Entwicklern die nötigen Erkenntnisse – aber jetzt ist es an der Zeit, mit diesen bewährten Maßnahmen zu beginnen. ◀

municom[®]
Technische Beratung und Distribution

Bauelemente für die
**Hochfrequenztechnik, Opto- und
Industrieelektronik sowie
Hochfrequenzmessgeräte**

www.municom.de/jobs

municom GmbH
Fuchsrube 4
83278 Traunstein
info@municom.de
Tel. +49 861 16677-99

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification
N° 1300-DM-02-001
EN ISO 9001:2015

**Die ganze Bandbreite
der HF- und MW-Technik**



Automated RF Test Systems for 5G Wireless Testing

The complexity and high frequencies of new 5G networks will require a complete overhaul of wireless infrastructure components and systems, as well as the production facilities and test equipment that builds and supports that infrastructure. Finding reliable RF systems that are compatible with these new requirements will be key to the successful deployment of 5G.

Bench-Mounted Ethernet Programmable Attenuators



The 50BA-032-312.9MM is a 1 to 4-channel bench-top attenuator system specifically developed for testing mm-wave and 5G radios in a laboratory environment.

A 100 MHz to 40 GHz bandwidth and 0-62dB in 1-dB steps make it ideal for network emulation of fixed 5G and mobile 5G wireless networks. Other configurations and custom variations are also available.

Rack-Mounted Ethernet Programmable Attenuators

The 50PA-1019-XX2.9MM is available with up to 16 attenuators. This new series of Ethernet-controlled RF attenuator systems was specifically developed for testing mm-wave and 5G radios in a laboratory environment. A 100 MHz to 40 GHz bandwidth and attenuation from 0-62dB x 1-dB are ideal for receiver testing and network emulation of fixed 5G and mobile 5G wireless network components. A simple Ethernet/RS-232 interface and standard 2.9 MM RF connectors make integration simple as well.



TACTRON ELEKTRONIK GmbH & Co. KG

Bunsenstr. 5/II • D-82152 Martinsried

Tel.: +49 (0)89 89 55 69 0 • Fax: +49 (0)89 89 55 69 29

www.tactron.de • info@tactron.de

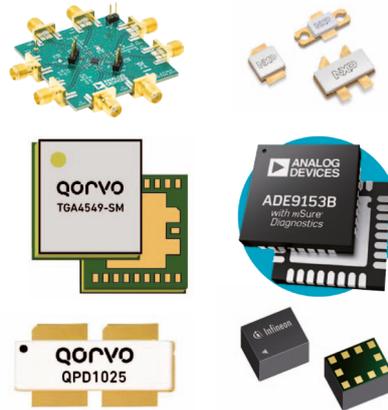


Titelstory:

Automatisierter Handover-Test

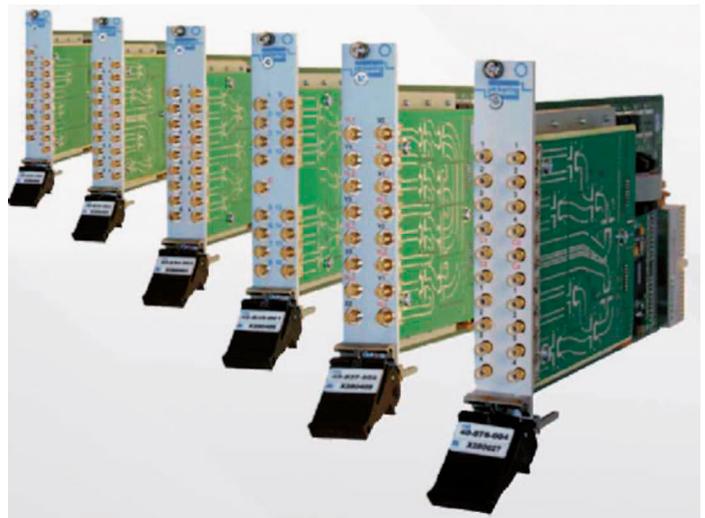
In Zusammenarbeit mit einem europäischen Netzanbieter hat novotronik mit dem GTA4010 ein Handover-Testgerät entwickelt, das die bisher überwiegend manuell durchgeführte Testprozedur für Netzbetreiber durch volle Programmierbarkeit automatisiert und damit enorm vereinfacht. **44**

Schwerpunkt Aktive Bauelemente ab Seite 8



Bauelemente- Highlights für die HF- und Funk-Technik

Es wird langsam zur Tradition, dass wir in Heft 12 einige der erwähnenswertesten aktiven Bauelemente für die HF- und Funk-Technik vorstellen, die übers Jahr auf den Markt gebracht wurden. **16**



Messtechnik ab Seite 36:

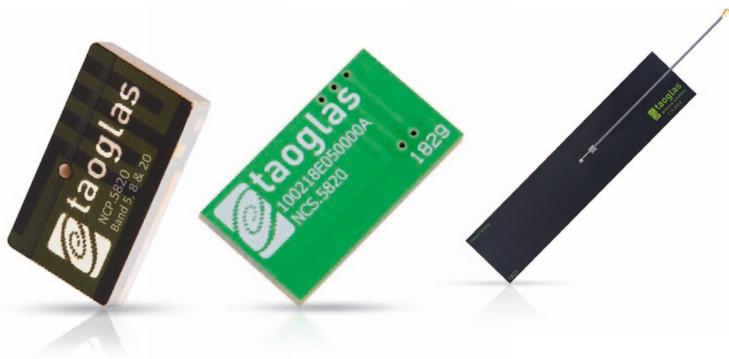
Entwicklung und Spezifizierung eines HF-Schaltsystems

In der Entwicklungsphase eines Hochfrequenz-Prüfsystems hat die Auslegung des Schaltsystems oft eine untergeordnete Priorität. Häufig müssen jedoch grundlegende Entscheidungen bereits früh in der Entwicklungsphase getroffen werden. **36**

Bauelemente:

MLC-Kondensatoren für Hochspannungsanwendungen

Die MLCCs der HiT-Serie von Knowles sind für die Anforderungen von Hochspannungs-EV-Anwendungen mit einem Betriebstemperaturbereich von -55 bis +200 °C ausgelegt. 12



Antennen:

Kleinste NB-IoT-Antenne

Taoglas hat drei NB-IoT-Antennen herausgebracht, darunter die nach Meinung des Unternehmens kleinste keramische NB-IoT-Antenne (NCP.5820) auf dem Markt, welche für Band 5, 8 und 20 simultan mit einer einzigen Anpasskonfiguration genutzt werden kann. 49

Mikrowellen ab Seite 56:

W1-Koaxialkomponenten für DC bis 110 GHz

Die Anritsu Company stellte neue

W1-Koaxialkomponenten vor, deren Ausführung Messtechnikqualität aufweist und die so gefertigt sind, dass sie bei Hochfrequenzmessungen für eine hohe Präzision und Wiederholgenauigkeit sorgen. 56



» HF-Verbinder

- MCX, MMCX, SMP, SSMB
- SMA, 3.5, K
- BNC, TNC, BMA
- N, 7/16 ...

» HF-Adapter

- Within Series
- Between Series
- T-Adaptor

» HF-Kabel

- Semi-Rigid
- Hand bendable
- Flexible RG

» Kabelkonfektionen

- Low Loss
- Phase Matched
- Delay Line

» Zubehör

- Crimping Tool
- Adaptor Kit



Verstärker:

LNAs im oberflächenmontierbaren Gehäuse bieten niedrige Rauschzahl

M/A COM Technology Solutions Inc. stellte eine neue Version seines breitbandigen Lownoise-Amplifiers MAAL-011141 vor. Der Baustein wurde für eine niedrige Rauschzahl in einem Frequenzbereich von DC bis 28 GHz optimiert und ist im Industriestandard-Gehäuse der Bauart AQFN lieferbar. 6



CompoTEK GmbH
Lindwurmstraße 97a
D-80337 München

Tel.: +49 89 54 43 23 - 0
Fax: +49 89 54 43 23 - 21
e-Mail: info@compotek.de
www.compotek.de

LNAs im oberflächenmontierbaren Gehäuse und mit niedriger Rauschzahl



M/A COM Technology Solutions Inc. stellte eine neue gehäuste Version seines breitbandigen Lownoise-Amplifiers (LNA) MAAL-011141 vor. Der Baustein wurde für eine niedrige Rauschzahl in einem Frequenzbereich von DC bis 28 GHz optimiert und ist zur Verarbeitung mit Pick-and-Place-Maschinen jetzt in einem 5 mm großen Industriestandard-Gehäuse der Bauart AQFN

lieferbar. Der MAAL-011141 bietet breitbandige Performance für ein weites Anwendungsfeld, das von Prüf- und Messsystemen über Electronic-Warfare- und Electronic-Countermeasure-Systeme bis zu Radar-Anwendungen reicht.

Der breitbandige LNA bietet einen flachen Verstärkungsverlauf über das gesamte

Band mit einer typischen Verstärkung von 17,5 dB. Ein- und Ausgang sind vollständig an 50 Ohm angepasst, und die typische Rückflussdämpfung beträgt >15 dB über das gesamte Band. Für eine einfache Anwendung sorgt der MAAL-011141 mit seinem positiven Gate-Bias, was den Verzicht auf eine negative Versorgungsspannung ermöglicht. Die aktive Abschlusschaltung des Verstärkers sorgt für eine überragende Rauschzahl am unteren Ende des Frequenzbereichs.

„Wir bringen diese gehäuste Version des MAAL-011141 als Reaktion auf den enormen Erfolg, den wir mit unserer Anfang dieses Jahres vorgestellten Bare-Die-Ausführung auf dem Markt erzielt haben. Wir wollen mit dieser gehäusten Version jenen Kunden entgegenkommen, die mit standardmäßigen SMT-Fertigungsabläufen arbeiten“, sagt Graham Board, Senior Director of Product Marketing bei MACOM. „Der MAAL-011141 wird den Kunden eine Performance auf dem Niveau der Bare-Die-Version bieten, gleichzeitig aber die Kosten und die Komplexität des Montageprozesses verringern und damit zur Verkürzung der Markteinführungszeit beitragen.“

■ **MACOM**
www.macom.com

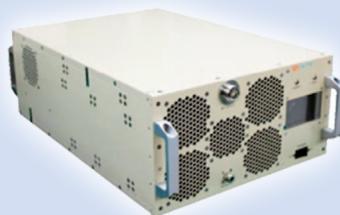
Klasse A – Leistungsverstärker konkurrenzlos in Leistung und Zuverlässigkeit



Alle Klasse A Leistungsstufenmodule und Verstärkersysteme von Prana werden herstellerseitig einem umfangreichen Belastungstest unterzogen. Unter anderem bestehen alle Verstärker einen mehrstündigen Belastungstest bei Kurzschluss und Leerlauf mit voller Ausgangsleistung,

wobei alle Schutzschemata einer Belastung von 100% Fehlanpassung entsprechen müssen. Einzigartige HF-Leistungs-Combiner stellen sicher, dass keine systeminhärenten Kaskadenfehler auftreten. Das Entwicklerteam profitiert hierbei aus >50 Jahren Erfahrung im Klasse A Verstärkerdesign.

Neues Halbleiter-Leistungsverstärker-System - AMP2065A: 6-18GHz, 200W



Exodus stellt den neuen AMP2065A vor, ein Solid-State-System mit 6-18 GHz,

200 W CW und 53 dB Verstärkung. Dieser Klasse AB Leistungsverstärker verfügt über ein Breitband-GaN-Design mit integrierten Schutzschaltungen für hohe Zuverlässigkeit und Robustheit. Er ist mit optionaler, digitaler Steuerung und Überwachung sowie lokalen / Remote-Schnittstellen verfügbar. Dieser Verstärker ist für alle Einkanal-Modulationsstandards geeignet.

Weitere typische Anwendungen finden sich im TWT-Ersatz, EMI / RFI, EW, SATCOM und Labor.

Egal ob zu Lande, zu Wasser, in der Luft oder im Weltall, Komponenten und Hohlleiter sind heutzutage nicht mehr weg zu denken.

■ **EMCO Elektronik GmbH**
info@emco-elektronik.de
www.emco-elektronik.de

AR System, Your Way

Knowledge, Experience, Support

Fully Integrated EMC Test Systems from DC to 50 GHz...

... that integrates all your testing needs: radiated & conducted immunity, radiated & conducted emissions, electrostatic discharge, lightning simulation... whatever you need. We have the expertise and experience to supply fully automated systems needed to test various standards including IEC 61000, MIL-STD 461 and 464, DO-160, wireless, automotive, HIRF and HERO.

Basic Systems Include:

- Amplifiers
- Antennas
- Power Measurement Devices
- Field Probes & Analyzers
- Signal Generators
- Power Distribution
- Shielded Racks
- CI Components
- EMC Automated Software
- Switching Networks
- Directional Couplers
- Remote Controls
- Cabling

ar deutschland

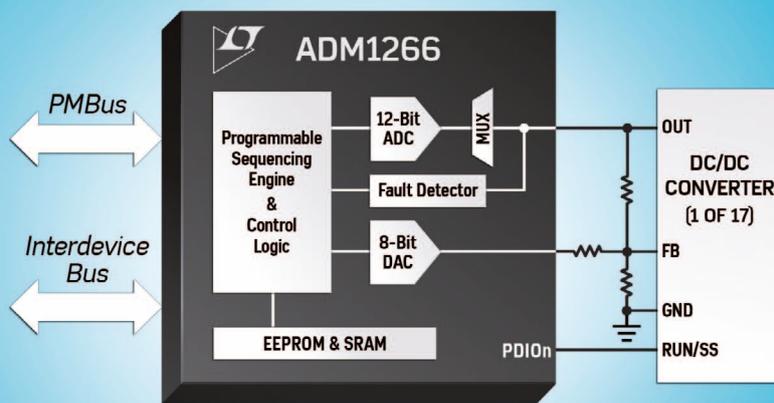
AR Deutschland GmbH | +49 6101 80270-0 | ardeinfo@arworld.us | www.ar-deutschland.com

AR Europe +353 61 504300 | AR UK +44 1908 282766 | AR France +33 1479 17530 | AR Benelux +31 172 423000



Freiprogrammierbarer Sequencer vereinfacht Powermanagement

ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™



POWER BY
LINEAR™

Analog Devices stellte unter der Bezeichnung Power by Linear Super Sequencer ADM1266 ein freiprogrammierbares Bauteil zur Überwachung und Sequenzierung sowie zum Margining von bis zu 17 Stromversorgungen vor. Bei Systemen, die noch mehr Stromversorgungen benötigen, lassen sich 16 Super Sequencer kaskadieren und über einen proprietären Zweidraht-Interdevice-Bus synchronisieren.

Interne Sequencing-Engine

Eine interne Sequencing-Engine überwacht den Fehlerdetektor von allen Stromversorgungen im System, General-Purpose-Ein-/Ausgängen und Timern, um die Stromquellen in einer vom Ent-

wickler festgelegten Sequenz ein- und auszuschalten. Die gesamte Konfiguration erfolgt über die intuitiv bedienbare ADI Power Studio GUI, wodurch sich die Entwicklungszeit verkürzt. Beim ADM1266 handelt es sich um eine hochflexible, aber dennoch einfache Lösung für den Umgang mit komplexen Powersystemen auf FPGAs, ASICs und Prozessorboards in Netzwerk-Routern und Switches, Servern und Data-Storage-Systemen.

Autonomes Margining-System

Der ADM1266 enthält einen Analog/Digital-Wandler (ADC) und neun Digital/Analog-Wandler (DACs) mit Spannungsausgang, die den Rückkopplungs-

knoten oder die Referenz eines DC/DC-Wandlers einstellen, um ein autonomes Margining-System mit geschlossener Regelschleife (Closed Loop) zu implementieren. Ein nichtflüchtiges EEPROM speichert auf Veranlassung der Sequencing Engine Spannungs-, Zeit- und Fehlerinformationen, was das Debugging beschleunigt.

Der ADM1266 bietet in Verbindung mit der ADI Power Studio Software eine funktionsreiche, konfigurierbare Zustandsmaschine (State Machine) für komplexe Sequenzierungen. Interne Debugging-Funktionen, darunter Breakpoints und Black Box nebst Software-Setup-Wizards verkürzen die Entwicklungs- und Debugging-Zeit von Tagen auf wenige Stunden.

Der Interdevice-Bus zwischen mehreren Super Sequencern sorgt dafür, dass sie sich wie ein einziges Bauteil verhalten, was einen intuitiven Entwicklungsablauf ermöglicht. Durch Handhabung der gesamten Komplexität gestaltet die Software einen reibungslosen Entwicklungsprozess bei Systemen mit 17 bis 257 Stromversorgungen.

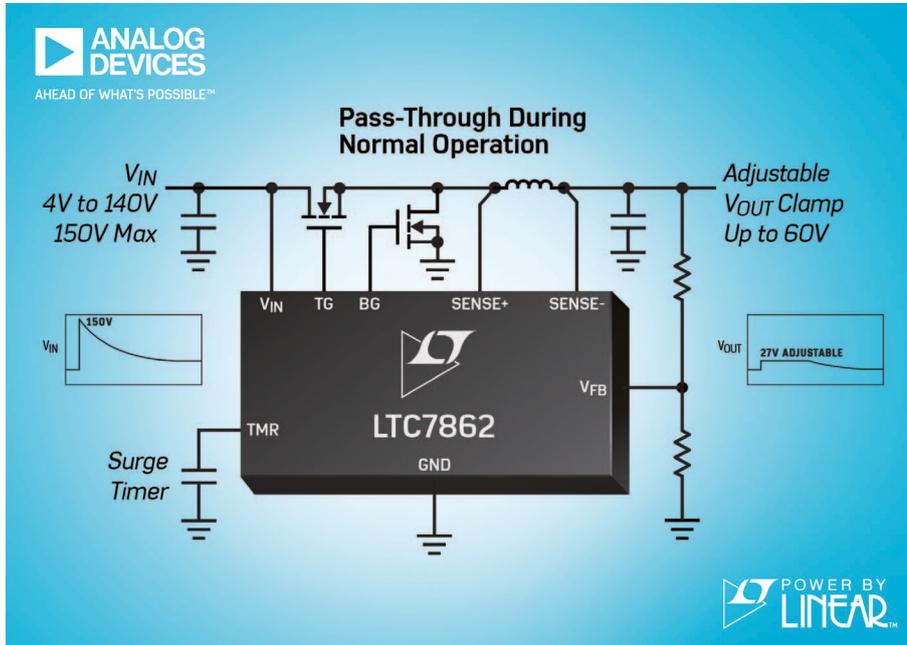
Spezifiziert für den industriellen Temperaturbereich (-40 bis +85 °C), wird der Super Sequencer ADM1266 im 64-poligen, 9 x 9 mm großen LFCSP-Gehäuse angeboten. Muster und Evaluierungsboards sind online bestellbar oder bei einem Vertriebsbüro von Analog Devices vor Ort erhältlich. Für mehr Informationen besuchen Interessenten www.analog.com/ADM1266. ◀

Analog Devices
www.analog.com

CelsiStrip®
Thermoetikette registriert
Maximalwerte durch
Dauerschwärzung.
Bereich von +40 ... +260°C
GRATIS Musterset von celsi@spirig.com
Kostenloser Versand ab Bestellwert
EUR 200 (verzoilt, exkl. MwSt)

www.celsi.com www.spirig.com

Schaltender Überspannungsschutz mit hohem Wirkungsgrad



Analog Devices kündigte den Power by Linear LTC7862 an, einen schaltenden Stromstoßbegrenzer mit hohem Wirkungsgrad, der hochverfügbare Systeme vor Überspannungen und Überströmen schützt. Der LTC7862 treibt eine N-Kanal-Leistungs-MOSFET-Stufe. Während des Normalbetriebs leitet der LTC7862 die Eingangsspannung mit nur minimalen Leitungsverlusten an den Ausgang weiter. Wenn am Eingang eine Überspannung auftritt, beginnt der LTC7862 als DC/DC-Regler mit hohem Wirkungsgrad zu schalten und schützt damit empfindliche nachgelagerte Komponenten, indem er Ausgangsspannung und -strom begrenzt.

Lineare Überspannungsschutz-Bausteine

Der LTC7862 baut auf populären linearen Überspannungsschutz-Bausteinen wie dem LTC4363 auf, da er einen sehr leistungseffizienten Schutz bietet, um die Ausgangsstromfähigkeit zu erhöhen und Leistungsverluste während Spannungsspitzen und bei Fehlern zu reduzieren.

Externer Fehler-Timer-Kondensator

Der LTC7862 hat einen Eingangsspannungsbereich von 4 bis 140 V. Ein externer Fehler-Timer-Kondensator konfiguriert die eingeschränkte Zeitspanne, die im Über-

spannungsmodus verbraucht wird und hält den Überspannungsschutz unterhalb seiner sicheren Betriebstemperatur, wenn die Verlustleistung auf ihrem höchsten Niveau ist. Der Fehler-Timer spart Systemkosten und -größe, da er es erlaubt, die Komponentenauswahl optimiert für den Normalbetrieb auszurichten und nicht nach Überspannungsspitzen und Fehlerbedingungen.

MIL-STD-1275-Applikationen

In MIL-STD-1275-Applikationen schützt der LTC7862 Bausteine, die an einem 28-V-Fahrzeugbus arbeiten, an denen die Busspannung bis zu 100 V erreichen kann, welches bis zu 500 ms andauert. Der LTC7862 eignet sich auch für industrielle, avionik- und automobile Leistungsanwendungen, einschließlich ISO 7637.

Drei Temperaturklassifizierungen

Der LTC7862 wird in 4 × 5 mm großen QFN- und TSSOP-Gehäusen mit 20 Anschlüssen ausgeliefert. Drei Temperaturklassifizierungen sind verfügbar, mit Betriebstemperaturbereichen von -40 bis 125 °C für die erweiterten und industriellen Einstufungen und eine Hochtemperaturlösung für die Automobilelektronik von -40 bis 150°C.

■ Analog Devices, Inc.
www.analog.com

HIGH RANGE DRONE DETECTION SYSTEM



RF Detection System with 24/7 recording and automatic signal-classification in real-time



High Range, 15km and more

Detects the UAV & Operator

Passive & Fully Automatic

Optional Countermeasures



Telefon: +49 6556 9019 350
Mail: mail@aaronia.de
Web: www.aaronia.de

MADE IN GERMANY

Von der Idee bis zum Service,
HF-Technik aus einer Hand



Mobilfunk-
& EMV-
Messtechnik



Schalten & Verteilen
von HF-Signalen



Mechanik
Präzisionsfrästeile
& Gehäuse

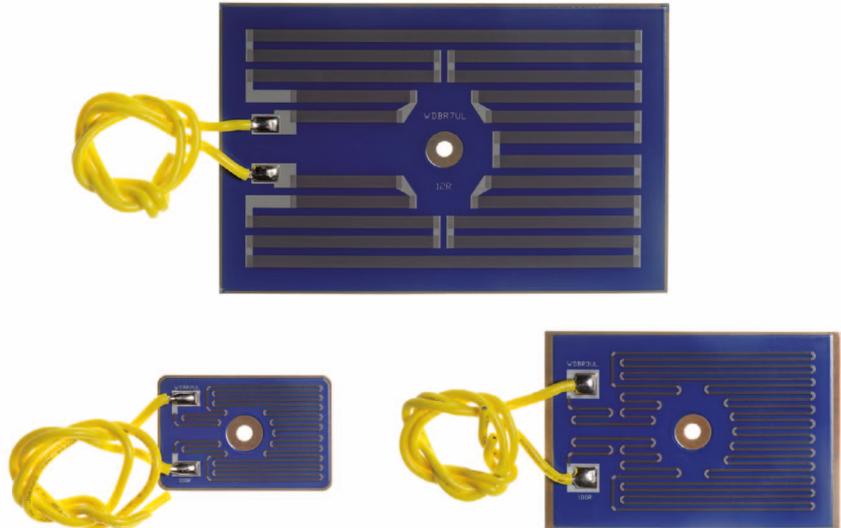


HF-Komponenten &
Distribution von IMS
Connector Systems

MTS Systemtechnik GmbH
D-86690 Mertingen
www.mts-systemtechnik.de



Flachwiderstände für raumsparende Anwendungen



TT Electronics stellte mit der WDBR-UL-Serie extrem flache Hochleistungswiderstände vor. Entwickelt auf Basis der seit über zehn Jahren erfolgreichen WDBR-Serie, sind in der WDBR-UL-Serie Kriech- und Luftstrecken sowie Nennleistungen nach den Anforderungen der UL508-Norm ausgelegt, um UL-zertifizierten Anwendern das Erreichen der Produktkonformität zu erleichtern.

WDBR-UL-Widerstände in der Dickschicht-auf-Stahl-Technologie bringen durch das extrem flache Format viele Vorteile in industriellen Einsatzbereichen. Hierzu zählen Antriebs-Wechselrichter, dynamische Motorsteuerungen, Einschaltstrombegrenzer, Entstörschaltungen sowie auch Heizelemente für elektronische Baugruppen oder Überspannungsschutz in Windkraftanlagen.

Die UL-zertifizierten Widerstände sind in neun Ohmwerten von 12 bis 150 in fünf Bauformen erhältlich. Durch die extrem flache Gestaltung liegt die Einbauhöhe unter 2 mm – optimal für moderne, kompakte Schaltungen, in denen herkömmliche, gewickelte Widerstände zu sperrig wären. Die WDBR-UL-Leistungswiderstände bieten gute Isolation gegenüber einem Kühlkörper selbst nach Ausfall durch Überlast. Zudem haben sie eine sehr niedrige Induktivität. Die Widerstände sind mit Dauernennleistungen bis 1,4 kW erhältlich und können dauerhaft bis 7 kW Spitzenleistung abführen. Sie vertragen einzelne Überlastspitzen bis 13 kW.

Die Widerstände sind durch eine zentrale Befestigung leicht auf Kühlkörpern zu montieren. Sie bieten eine Auswahl von fle-

xiblen Kabel- oder auch Steck- und Lötanschlüssen. Die Widerstände sind nicht entflammbar. Der innovative Aufbau umfasst eine hoch integrierte Isolationsschicht auf einem Trägermaterial aus rostfreiem Stahl. Die Dickschicht-Leiter- und Widerstandsbahnen werden gedruckt, gebrannt und mit Hochtemperatur-Glasur geschützt. Die Lötanschlüsse sind verzinkt und die optionalen Kabelanschlüsse angelötet. Die WDBR-UL-Bremswiderstände sind selbstverständlich RoHS-konform.

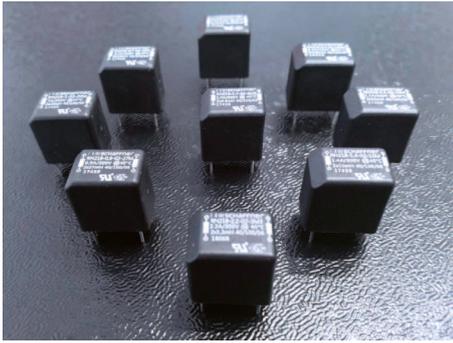
Für UL-zertifizierte Systeme mit Leistungswiderständen in hochkompakten, geschlossenen Baugruppen, die über ein Wärme-Management mittels Kühlkörper verfügen, bietet die WDBR-UL-Serie von TT Electronics zwei entscheidende Vorteile: deutlich kleineres Volumen als Lösungen mit drahtgewickelten Produkten sowie schnellere Zertifizierung durch die UL-Freigabe.

■ TT Electronics, plc
www.ttelectronics.com

High-Performance-Gleichtaktdrosseln

Speziell für Anwendungen, die besonders hohe Dämpfungseigenschaften erfordern, hat SE Spezial-Electronic neun weitere High-Performance-Gleichtaktdrosseln von Schaffner ins Produktportfolio aufgenommen. Wie alle aus zwei Induktionsspulen um einen Ferritringkern bestehenden Drosseln der RN-Familie zeichnet sich auch die neue RN-218-Baureihe durch hohe Sättigungsfestigkeit und ein vorbildliches thermisches

Bauelemente



Verhalten aus. Dank der sehr hohen Gleichtakttdämpfung lassen sich mit den Bauteilen schnell und einfach kundenspezifische RFI-Filter realisieren. Mit einer Temperaturfestigkeit von maximal 100 °C und ihren ultrakompakten Abmessungen sind die für Nennströme von 0,4 bis 2,2 A und Nennspannungen bis zu 300 V_{AC} ausgelegten stromkompensierten RN-218-Drosseln aber auch optimal für den diskreten Aufbau von kompakten Schaltnetzteilen geeignet.

Um Entwicklern die Evaluierung und das Design-in zusätzlich zu erleichtern, stehen zwei Design-Kits zu Verfügung, die alle liegenden (RN 1xx) bzw. alle stehenden Drosseln (RN 2xx) der RN-218- und RN-x16-Serie beinhalten. Beide Kits sind bei SE Spezial-Electronic ab Lager lieferbar und können im eShop online bestellt werden.

■ *SE Spezial-Electronic GmbH*
www.spezial.com

PIM mit ausgewählten MLCCs vermeiden



Da das für Funkübertragungen zur Verfügung stehende Spektrum möglichst optimal ausgenutzt werden soll, ist die Vermeidung von passiver Intermodulation (PIM) inzwischen ein wichtiger Aspekt für die Betreiber von drahtlosen Netzwerken. Diese Art der Intermodulation tritt in passiven Komponenten auf, besonders wenn diese mehreren Signalen mit hoher Leistung ausgesetzt sind. PIM entsteht dabei durch Signalmischung an einer Nichtlinearität in diesen eigentlich linearen Bauteilen. Zu den Ursachen gehören unter anderem die Hysterese ferromagnetischer Materialien, aber auch fehlerhafte Metallverbindungen oder Materialverun-

reinigungen. Einige dieser Effekte lassen sich durch geeignete Beschichtungen weitgehend vermeiden, besser ist es aber, PIM durch den Einsatz alternativer Materialien generell zu verhindern.

Knowles bietet unter der Markenbezeichnung Syfer eine Reihe von alternativen Bauteilen an, mit denen sich PIM in Systemdesigns vermeiden lässt. Konventionelle keramische SMD-Multilayer-Kondensatoren (MLCC) verfügen standardmäßig über eine Nickel-Elektrodenmetallisierung. Nickel hat jedoch unerwünschte magnetische Eigenschaften, die PIM verursachen können. Die Ingenieure von Knowles haben deshalb spezielle nichtmagnetische MLCC-Produkte entwickelt. Die Bauteile enthalten ausgewählte nichtmagnetische Dielektrika und eine nickelfreie Kupferschicht, sodass sie RoHS-konform und außerdem problemlos lötlbar sind. Sie sind sowohl als Klasse-1- als auch Klasse-2-Kondensatoren sowie für hohe Leistungen erhältlich.

■ *municom GmbH*
www.municom.de

Sub-Harmonic-Mischer für 40...60-GHz



Der SPM-19-000X ist ein High-Performance/Fullband-Sub-Harmonic-Mischer für das WR-19-Band. Seine wichtigsten Eigenschaften:

- Sub-harmonically pumped
- geringes Eigenrauschen
- geringer LO-Power-Level
- geringe Übertragungsdämpfung
- RF in GHz: min. 40, max. 60
- LO-Frequenz in GHz: min. 20, max. 30
- IF in GHz: 0,01 bis 6
- Anschlüsse: WR-19 UG-383/UM, K-type (F), SMA (F)

Der Mischer eröffnet Applikationsmöglichkeiten in den Bereichen Heterodyne-Empfänger, Messtechnik/Instrumentation und Imaging Frontend.

■ *Farran Technology*
www.farran.com

EMV, WÄRME-ABLEITUNG UND ABSORPTION SETZEN SIE AUF QUALITÄT

esorb

Elastomer- und Schaumstoffabsorber

- Europäische Produktion
- Kurzfristige Verfügbarkeit
- Kundenspezifisches Design oder Plattenware



esorb-EA1 & esorb-EA4

- Frequenzbereich ab 1 GHz (EA1) bzw. 4 GHz (EA4)
- Urethan oder Silikon
- Temperaturbereich von -40°C bis 170°C (Urethanversion bis 120°C)
- Standardabmessung 305mm x 305mm



esorb MLA

- Multilayer Breitbandabsorber
- Frequenzbereich ab 0,8GHz
- Reflectivity-Level -17db oder besser
- Temperaturbereich bis 90°C
- Standardabmessung 610mm x 610mm

Hohe Straße 3
61231 Bad Nauheim
T +49 (0)6032 9636-0
F +49 (0)6032 9636-49
info@electronic-service.de
www.electronic-service.de



**ELECTRONIC
SERVICE GmbH**

MLC-Kondensatoren für Hochspannungsanwendungen



Knowles Precision Devices hat die Erweiterung vieler MLCC-Linien diskutiert, einschließlich der 250-HiT-Reihe für Automobil-Unterbodenanwendungen und seiner stark erweiterten Palette von Trimmerprodukten. Denn neue und sich entwickelnde Märkte, darunter die Automobil-, Verteidi-

gungs-, Mobil-, Industrie- und IoT-Branche, sorgen für eine gesteigerte Nachfrage nach passiven Komponenten. Infolgedessen sind einige Hersteller nicht in der Lage, Aufträge zu erfüllen, insbesondere im Markt für Elektrofahrzeuge (Electric Vehicles, EV), und stellen die Produktion ausgereifter Linien

ein oder verschlanken die Sortimente zugunsten neuer und profitablerer Produkte. Knowles Precision Devices unterstützt weiterhin eine Reihe von Kondensatorprodukten für Automobilanwendungen, die nach AEC-Q200 qualifiziert sind, und ist bereit, Lösungen anzubieten, die nicht als Katalogartikel gelten.

Die MLCCs der HiT-Serie sind für die Anforderungen von Hochspannungs-EV-Anwendungen mit einem Betriebsbereich von -55 bis +200 °C ausgelegt. Die Spezifikationen umfassen sowohl stabile (C0G) als auch ultrastabile (X7R) dielektrische Optionen in den Gehäusegrößen 0805 bis 2220 mit einer Kapazitätsverteilung von 4,7 pF bis 3,3 µF und Nennspannungen von 16 bis 630 V_{DC}. Die angegebenen maximalen Kondensatorwerte für die 500/630-V-Bauteile

wurden kürzlich auf eine Obergrenze von 68 nF erhöht, wobei eine Gehäusegröße von 0603 in X7R-Material hinzukam.

Um Kunden in der Medizinprodukteindustrie bessere Unterstützung zu bieten, übernahm Knowles Precision Devices Johanson Manufacturing und erweiterte damit sein Portfolio an Trimmern erheblich um Luft-, Glas-, Saphir- und PTFE-Dielektrika, die von 1 MHz bis über 2 GHz und bei Spannungen bis zu 20 kV_{DC} eingesetzt werden können. Darüber hinaus steht auch eine komplette Palette an nicht-magnetischen Komponenten für die MRT- und NMR-Industrie zur Verfügung, darunter Trimmerkondensatoren, Chipkondensatoren, feste und variable Induktoren sowie Hardware.

■ Knowles Precision Devices
www.knowlescapers.com

Präzisions-ADCs vereinfachen Entwicklung von SPS- und DCS-Modulen

Analog Devices, Inc. stellte die mehrkanaligen Präzisions-A/D-Wandler AD4111 und AD4112 mit einer Auflösung von 24 Bit vor. Beide Bauteile sind für Eingangsspannungen von ±10 V und Eingangsströme von 0 bis 20 mA ausgelegt und vereinfachen die Entwicklung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) und verteilten Steuerungssystemmodulen (DCS).

Die A/D-Wandler basieren auf der iPassives-Technologie von Analog Devices zur Herstellung von integrierten passiven Komponenten mit hoher Genauigkeit und enthalten optimal aufeinander abgestimmte Strommesswiderstände und Widerstandsteiler. Aufgrund der genauen Kanalanpassung vereinfacht sich die Kalibrierung, während bis zu acht massebezogene Spannungseingänge und vier Stromeingänge die neuen A/D-Wandler für den Einsatz als wiederkonfigurierbare Plattformlösungen prädestinieren. Darüber hinaus lassen sich mit den Wandlern die Baugröße und Komplexität sowie die Kosten von SPS- und DCS-Modulen verringern.



Diese ADCs arbeiten auch mit ±20 V und erweitern so den Nenn-Eingangsspannungsbereich. Außerdem akzeptieren sie Ströme von -0,5 bis 24 mA unter Einhaltung der Leistungsspezifikationen. Dies ermöglicht zuverlässige Messungen nahe bei 0 mA und bietet einen Zusatzbereich (Over Range Margin) von über 20 mA. Für beide Bauteile ist ein absoluter Maximalbereich von ±50 V an den Spannungsanschlüssen und ±50 mA an den Strompins

spezifiziert. Der AD4111 verfügt über eine Drahtbruchererkennung am Eingang, die offene Verbindungen zwischen einem externen Sensor oder einer Signalquelle und dem ±10-V-Systemeingang erkennt, während der Wandler an einer einfachen Spannung von 5 oder 3,3 V arbeitet.

Kombiniert mit dem vierkanaligen Digitalisolator ADuM5411, unterstützt der AD4111 die EMV/ESD-Standards IEC 61000-2, IEC 61000-3, IEC 61000-4, IEC 61000-5, IEC 61000-6 und CISPR 11. Leistungsmerkmale des AD4111:

- einfache Versorgungsspannung
- ermöglicht Spannungs- und Stromeingänge
- integrierte und optimal angepasste Präzisions-Strommesswiderstände und Widerstandsteiler
- Eingangsimpedanz >1 MOhm
- 40-poliges LFCSP (6 x 6 x 0,95 mm)

■ Analog Devices, Inc.
www.analog.com

Nichtreflektierender SPDT-Schalter mit hoher Breitband-Performance



M/A COM Technology Solutions, Inc. (MACOM) hat mit der Ankündigung des neuen nichtreflektierenden SPDT-Schalters MASW-011102 die etablierten Performance-Vorzüge der GaAs-basierten SPDT-Schalter der MASW-Serie für den Einsatz in einem Anwendungsspektrum optimiert, das von Prüf- und Messsystemen und Electronic-Warfare-Applikationen bis zu Breitband-Kommunikationssystemen reicht.

Der stromsparende, nichtreflektierende SPDT-Schalter MASW-011102 unterstützt den Breitbandbetrieb von DC bis 30 GHz mit einer geringen Einfügedämpfung von 1,8 dB sowie einer hohen Isolation von 40 dB bei 30 GHz. Der Baustein basiert auf dem patentierten, durch geringe Gatelaufzeit geprägten GaAs-Prozess von MACOM, um auf kompromisslose Performance und eine hohe Schaltgeschwindigkeit von nur 40 ns zu kommen.

Im Interesse einer einfachen Fertigung wird der MASW-011102 in einem bleifreien, 3 mm großen PQFN-14-Gehäuse angeboten. Die Produktion erfolgt mit einem robusten Prozess mit vollständiger Oberflächenpassivierung, um ein Höchstmaß an Performance und Zuverlässigkeit zu erreichen.

Die SPDT-Schalter des Typs MASW-011102 sind für Kunden ab sofort lieferbar. Hilfestellung beim Finden von MACOM-Produkten, die Angebote anderer Anbieter optimal ersetzen können, bietet

das Cross Reference Tool von MACOM.

■ **MACOM**
www.macom.com

Leistungsdetektoren mit integriertem Richtkoppler und eingebauter Temperaturkompensation



M/A-COM Technology Solutions Inc. (MACOM) kündigte seine hochleistungsfähigen Leistungsdetektoren der neuen MACP-Serie an. Die Bausteine sind mit integrierten, verlustarmen Richtkopplern ausgestattet und für die Leistungsüberwachung und den Leistungsausgleich in Richtfunkstrecken, ISM-Applikationen, Radarsystemen, VSAT-Applikationen sowie Electronic-Warfare-, Aerospace- und Rüstungsanwendungen vorgesehen. Mit dieser integrierten Lösung aus Richtkoppler und temperaturkompensierter Detektorschaltung können die Kunden ihre Systemdesigns entscheidend vereinfachen und ihre Materialkosten senken, während gleichzeitig viel wertvolle Leiterplattenfläche gespart wird.

Die Leistungsdetektoren der MACP-Serie arbeiten in den Frequenzbereichen 2...6 GHz (MACP-010571), 6...18 GHz (MACP-010572) und 10...30 GHz (MACP-010573). Sie zeichnen sich durch eine geringe Einfügedämpfung und ein hohes Richtverhältnis aus und ermöglichen somit die Leistungsüberwachung entlang einer Übertragungsleitung. Die Bauelemente besitzen ein 1,5 x 1,2 mm großes bleifreies Surface-Mount-Kunststoffgehäuse, das sich mit gängigen Bestückungsmaschinen verarbeiten lässt.

■ **MACOM**
www.macom.com



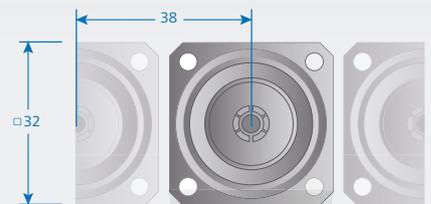
2.2-5 Serie

Kleinere HF Steckverbinder für immer größere Datenmengen

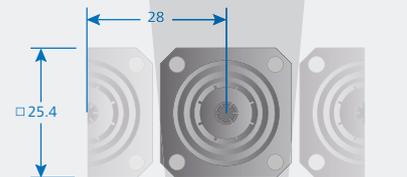


53% kleiner als die 4.3-10 Serie

7-16 Serie
IEC 61169-4

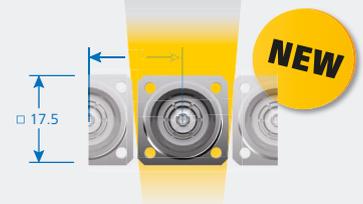


4.3-10 Serie
IEC 6169-54



→ -48%

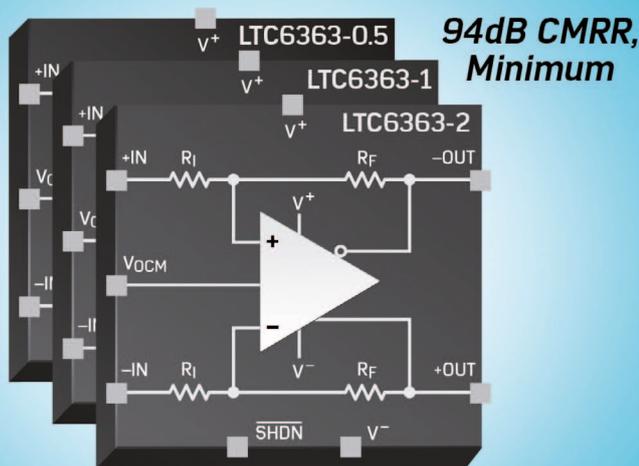
2.2-5 Serie
IEC 46F/394/NP



→ -53%

Mehr Informationen unter:
www.telegartner.com

Hochgenaue Differenzverstärker/ADC-Treiber



PRECISION, LOW POWER, FIXED-GAIN FULLY DIFFERENTIAL AMPLIFIERS

Analog Devices stellte die Präzisions-Differenzverstärker LTC6363-0.5, LTC6363-1 und LTC6363-2 vor und bringt damit eine Familie mit Varianten des erfolgreichen Modells LTC6363 auf den Markt. Die drei neuen Differenzverstärker gibt es mit festen Verstärkungen von 0,5, 1 und 2 V/V, was Flexibilität bei der Skalierung von Eingängen auf das komplette Angebot an A/D-Wandlern bietet.

Bei integrierten Präzisionswiderständen wurde speziell auf die

System-Performance geachtet und ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Rauschen und Linearität geschaffen. Durch werkseitigen Laserabgleich und Kalibrierung der Widerstände wird eine Präzision erreicht, die bei diskreten Bauteilen nur schwer und kostspielig möglich ist.

Die anfängliche Verstärkungsgenauigkeit beträgt 45 ppm (max.) und variiert nur um 0,5 ppm/K (max.) über der Temperatur. Die Gleichtaktunterdrückung, die normalerweise durch

eine diskrete Widerstandsanpassung begrenzt wird, erreicht einen herausragenden Wert von 94 dB (min.), äquivalent zu einer Widerstandsanpassung von 0,002 %.

Rauschen und Linearität der Familie LTC6363 haben nur geringe Auswirkungen auf die ADC-Performance, während sie lediglich 19 mW aufnehmen, vergleichbar zur Leistungsaufnahme des ADC. Durch die integrierten Präzisionswiderstände können Entwickler mit

den LTC6363-0.5, LTC6363-1 und LTC6363-2 die gleiche Performance beim Ansteuern des ADCs bei gleichzeitig höherer Präzision erreichen, und all dies im kompakten MSOP8-Gehäuse.

Alle Mitglieder der Familie LTC6363 arbeiten mit Versorgungsspannungen von 2,8 ($\pm 1,4$ V) bis 11 V ($\pm 5,5$ V) bei einem Versorgungsstrom von 1,75 mA (typ.). Die Bauteile sind für den Einsatz im Automotive-Temperaturbereich von -40 bis +125 °C spezifiziert. Die LTC6363-Serie mit internen Widerständen ist im 3 x 5 mm großen Plastik-MSOP8-Gehäuse verfügbar. LTC6363-Modelle ohne interne Widerstände gibt es auch im 2 x 3 mm großen DFN-Gehäuse.

Weitere Leistungsmerkmale der Serie LTC6363:

- 2,9 nV/Hz Eingangsrauschen
- treibt 20-Bit-SAR- und Sigma/Delta-ADCs
- 100 μ V (max.) Offsetspannung
- 50 nA (max.) Offsetstrom
- Einschwingen: 720 ns auf 18 Bit, 8 V Spitze-Spitze am Ausgang
- differentielle Rail-to-Rail-Ausgänge
- 118 dB SFDR bei 2 kHz/18 V Spitze-Spitze
- 500 MHz Verstärkungs-Bandbreiten-Produkt
- 35 MHz -3dB-Bandbreite

■ Analog Devices, Inc.
www.analog.com



Wainwright Instruments GmbH

HF-Filter • Mikrowellen-Filter • Multiplexer

Seit über 39 Jahren entwickeln und fertigen wir in Deutschland HF & Mikrowellenfilter.

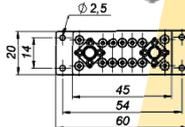
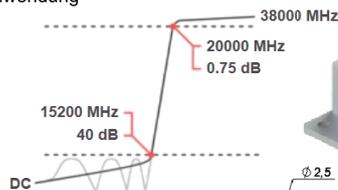
Ausführliche Spezifikationen und Preise von tausenden Standarddesigns finden Sie auf unserer Webseite.

Hochpassfilter (Waveguide Design)
besonders für Frequenzen zwischen 8 und 26 GHz
Unterschiedliche Steilheiten möglich, angepasst an Ihre Anwendung

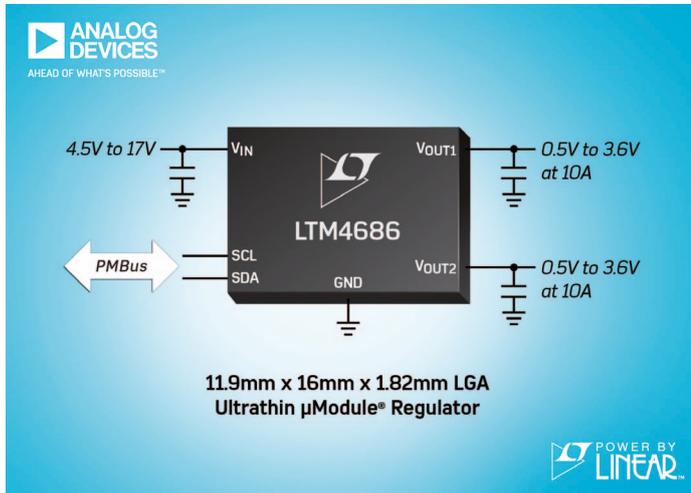
Beispiel:
WHW2-15200-20000-38000-40CC

Passband: 20 GHz - 38 GHz
0.75 dB maximale Einfügedämpfung
Sperrdämpfung: 40 dB min. von DC bis 15.2 GHz
Rückflussdämpfung: 12 dB min. (VSWR 1.67:1 max)
Steckverbinder: PC 2.92 female oder male
Temperaturbereich: -20°C - 80°C
Belastbarkeit: 30 W

Mehr Informationen - auch zu anderen Filtern - finden Sie auf unserer Webseite, gerne erstellen wir Ihnen ein Angebot nach Ihren Anforderungen.



Ultradünner μ Module-Regler mit digitalem Power-Systemmanagement



Analog Devices stellte unter der Bezeichnung Power by Linear LTM4686 einen ultradünnen 10-A-Zweifach- oder 20-A-Einfach- μ Module-DC/DC-Abwärtsregler mit PMBus-Schnittstelle im 16 x 11,9 x 1,82 mm großen LGA-Gehäuse vor. Aufgrund seiner flachen Bauweise mit einer Gehäusehöhe von 1,82 mm lässt sich der LTM4686 auf der Leiterplatte in unmittelbarer Nähe seiner Last, zum Beispiel FPGA oder ASIC, anordnen, wodurch beide Low-Profile-Gehäuse einen Kühlkörper gemeinsam nutzen können. Wegen seines ultraflachen Gehäuses kann der LTM4686 ferner auf der Rückseite der Leiterplatte platziert werden. Er eignet sich daher besonders gut für Anwendungen mit begrenzter Bauhöhe.

Über die PMBus-Schnittstelle können Anwender Leistungsparameter wie Spannung, Laststrom und Temperatur messen und ändern. Darüber ist es möglich, eine bestimmte Sequenzierung, Fehlergrenzwerte und Reaktionen über den PMBus zu programmieren sowie Werte und Fehlerprotokolldaten im Onboard-EEPROM zu speichern.

Analog Devices
www.analog.com

Der LTM4686 arbeitet mit Eingangsspannungen von 4,5 bis 17 V und der LTM4686-1 mit

Spannungen von 2,375 bis 17 V. Geliefert werden Spannungen von 0,5 bis 3,6 V mit einer DC-Ausgangsgenauigkeit von $\pm 0,5\%$ (max.) über -40 bis $+125$ °C. Beim Herunterregeln einer Eingangsspannung von 12 V auf 1 V erreichen die Module bei Vollast einen Wirkungsgrad von 80%. Bei 5 V am Eingang und 1 V out kann der LTM4686 bei einer Umgebungstemperatur von $+85$ °C und einer Luftzirkulation von 400 LFM (Linear Feet per Minute) 18 A liefern. Die Current-Mode-Steuerung ermöglicht das Parallelschalten, um einen höheren Ausgangsstrom zu erhalten. Die interne Schaltfrequenz ist von 250 kHz bis 1 MHz einstellbar und kann bei rauschempfindlichen Anwen-

dungen auf ein externes Taktsignal von 250 kHz bis 1 MHz synchronisiert werden.

Der LTM4686 verfügt über mehrere Schutzfunktionen, darunter Über- und Unterspannungsschutz sowie Überstrom- und Übertemperaturschutz. Im Fehlerfall werden Daten automatisch im EEPROM gespeichert, und das Fehlerprotokoll kann über eine I²C-Schnittstelle abgerufen und anschließend analysiert werden. Um die Leistungsdaten des LTM4686 zu evaluieren, stehen der LTpowerPlay GUI DC1613 USB-zu-PMBus-Konverter VDC2086 Programmieradapter und Demokits zur Verfügung.

■ Analog Devices, Inc.
www.analog.com

MECA
e-MECA.com
MECA Electronics, Inc.
Microwave Equipment & Components of America

5G
Millimeter Wave

**Bessere Kommunikationslösungen
Millimeterwellen & 5G**

Leistungsteiler, Adapter, Isolatoren, Bias Tees, DC-Blocks,
Dämpfungsglieder/Lasten + Koppler (SMA, 2.4 + 2.92mm)

MECA Electronics, Inc.
Microwave Equipment & Components of America
The Professional's Choice for
RF/Microwave Passive Components
459 E. Main St., Denville, NJ 07834
Tel: 973-625-0661 Fax: 973-625-9277 Sales@e-MECA.com

Das glänzende Dutzend:

Bauelemente-Highlights für die HF- und Funk-Technik

Es wird langsam zur Tradition, dass wir in Heft 12 einige der erwähnenswertesten aktiven Bauelemente für die HF- und Funk-Technik vorstellen, die übers Jahr auf den Markt gebracht wurden. Diesmal reicht der Reigen von einer Drahtlos-Mikrocontroller-Familie mit WiFi-Feature über z.B. neue CMOS-HF-Schalter, leistungsfähige GaN-Transistoren und -Verstärker und einen schnellen Operationsverstärker bis hin zu einem High-Performance-Energie-Meter-IC.

Drahtlos-Mikrocontroller-Familie mit WiFi-Feature



Ausgestattet mit WiFi-Anschlussmöglichkeit und besonders geeignet für das IoT, sind die SimpleLink-Module CC3220MODx und CC3220MODAx von Texas Instruments drahtlose Module, welche zwei physikalisch separierte On-Chip-MCUs integrieren. Dies sind ein Applikationsprozessor ARM Cortex-M4 mit 256 KB RAM (optional 1 MB Serial Flash) und ein Netzwerkprozessor für WiFi und Internet. Dieses ROM-basierte Subsystem umfasst auch eine für 802.11b/g/n geeignete Funktechnik sowie eine schnelle Crypto Engine für leistungsfähige und sichere Verbindungen mit 256-Bit-Verschlüsselung.

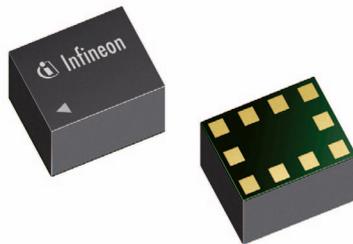
Die CC3220MODx- und CC3220MODAx-Drahtlos-MCU-Familie ist Teil der zweiten Generation der Internet-on-a-Chip-Familie von TI. Diese Generation führt neue Features und Möglichkeiten ein, durch welche die Einbindung von Dingen in das Internet erleichtert wird. Hierzu gehören:

- IPv6
- enhanced WiFi-Teilnahme
- optimiertes Lowpower-Management
- enhanced File-System-Sicherheit
- WiFi AP Connection bis zu vier Stationen
- bis zu 16 BSD-Sockeln
- HTTPS-Unterstützung
- RESTful API wird unterstützt

- asymmetrische Schlüssel-Crypto-Bibliothek

Möglich sind die folgenden Modes: Station, AP und WiFi Direct; weiter werden WPA2 Personal und Enterprise Security unterstützt. Dieses Subsystem umfasst embedded TCP/IP- und TLS/SSL-Stacks, HTTP-Server und verschiedene Internet-Protokolle. Die Module erlauben eine Vielfalt von WiFi-Teilnahme-Methoden. Die integrierten DC/DC-Konverter ermöglichen viele Betriebsspannungen. Lowpower-Modes verlängern die Batterienutzungsdauer. Die Peripherie ist für den Anschluss einer schnellen parallel arbeitenden Kamera ebenso geeignet wie für Signale von I²S, SD, UART, SPI, I²C und einem 4-Kanal-ADC.

Neue Generation von CMOS-HF-Schaltern



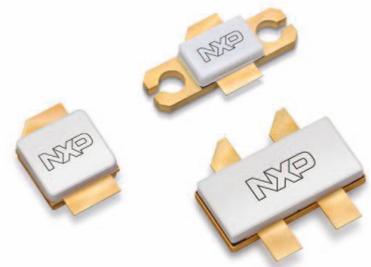
2008 begann die Infineon Technologies AG 2008 die Volumenfertigung der ersten CMOS-Hochfrequenz-Schalter. Wegen der beginnenden 5G-Mobilfunk-Ära erlebt das Portfolio von Infineon heute weltweit hohes Interesse bei innovativen Anbietern im Wireless-Markt. Inzwischen liefert das Unternehmen weit mehr als eine Milliarde HF-CMOS-Schalter pro Jahr an Kunden aus, seit dem Start insgesamt mehr als fünf Milliarden Stück.

Diese CMOS-ICs bieten zahlreiche Integrationsvorteile. Die Design-Technologien für HF-Schalter kann man in zwei Kategorien gliedern: elektromechanische Schalter (MEMS) und Halbleiterschalter. Aufgrund der relativ langsamen Schaltgeschwindigkeiten, der beschränkten Wiederholgenauigkeit und Zuverlässigkeit scheiden MEMS für zukünftige 5G-Anwendungen aus. Mittlerweile ermöglichen Fortschritte in der Forschung weitere Optionen für die Halbleiterlösungen. Im Vergleich zu Gallium-Arsenid (GaAs) und Gallium-Nitrit (GaN) bietet die Transistor-zu-Transistor-Logik auf

CMOS-Basis die bestmögliche Integration. Dies erlaubt platzsparende Designs auf den Leiterplatten. Denn im Gegensatz zu den anderen Alternativen benötigen die CMOS-Lösungen keinen zusätzlichen Oxid-Layer und kein spezielles Material für die Wafer-Verarbeitung.

Die Spezifikation der neuen Generation von CMOS-HF-Schaltern unterstreicht diese führende Position. Die Volumenfertigung der neuen Bauelemente BGSX22G5A10 und BGSX33MA16 für das Antennen-Swapping begann im Spätsommer 2018 und stellt die weitere Verfügbarkeit leistungsfähiger HF-Schalter sicher.

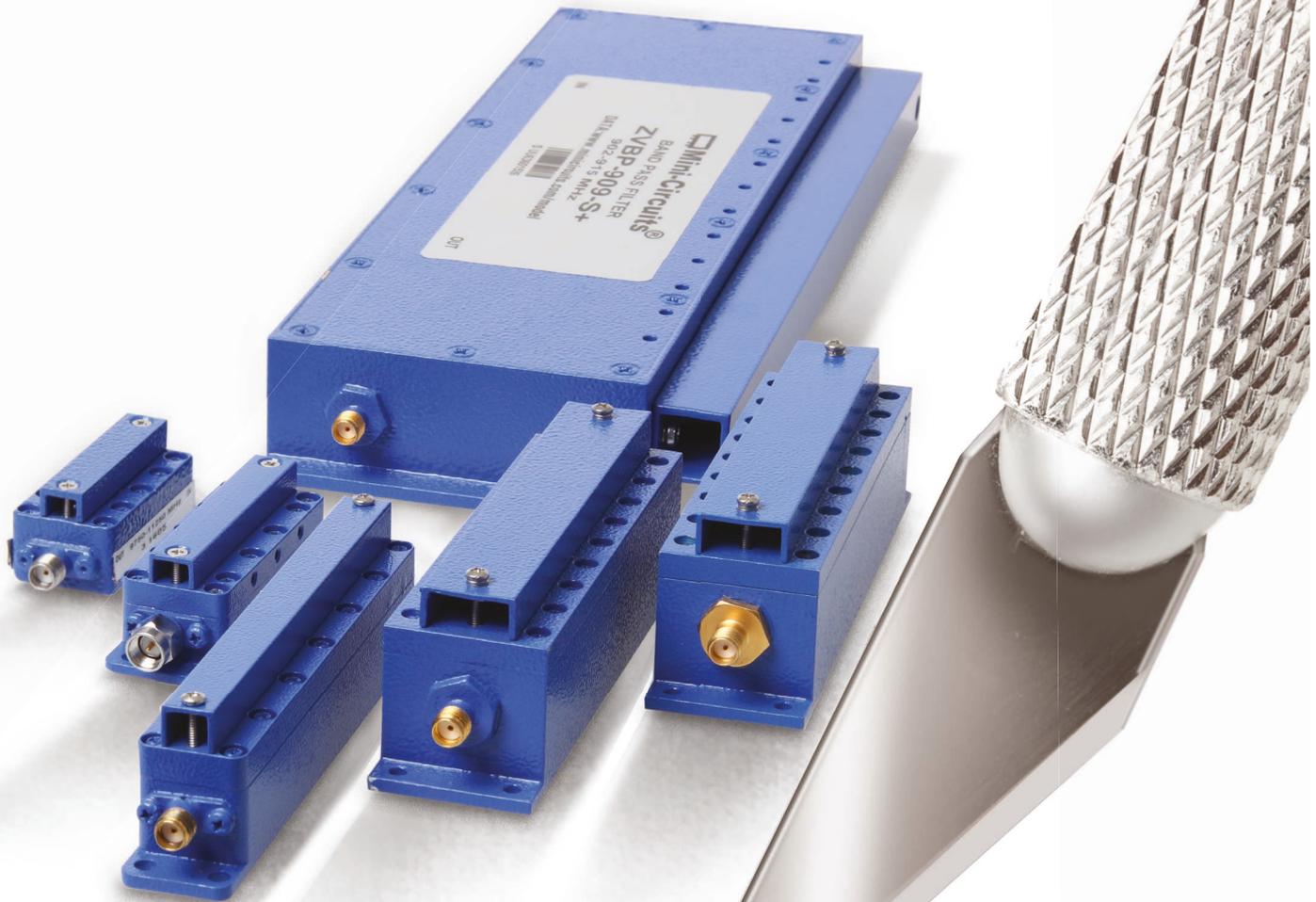
High-Power-HF-Produkte für 5G-Netzwerke



NXP Semiconductors N.V. entwickelt Lösungen, die sichere Verbindungen für eine intelligenter Welt schaffen, und zwar in den Bereichen Connected Car, Cyber-Sicherheit, Portable & Wearable, Industrie 4.0 sowie Internet der Dinge. Nun wurden neue High-Power-Produkte für 5G Networks auf den Markt gebracht. Deren Grundlage ist die Gallium-Nitride- (GaN) und LDMOS-Technology. Die GaN- und Silicon Laterally Diffused Metal Oxide Semiconductors (Si-LDMOS) bieten eine in der Industrie führende Performance bei kompaktem Footprint, um die nächste Generation der zellularen Netzwerke zu ermöglichen.

Differenzverstärker mit ultrahohem Dynamikbereich

Der ADL5569 von Analog Devices ist ein Differenzverstärker mit besonders hohem Dynamikbereich. Seine -3-dB-Bandbreite beträgt typisch 6,5 GHz, die voreingestellte Verstärkung ist 20 dB; diese Spannungsverstärkung lässt sich durch einen externen Widerstand reduzieren. Die Betriebsweisen Differential- oder Single-ended-Input und



C SHARP REJECTION CAVITY FILTERS

Passbands from 900 to 11400 MHz from \$199⁹⁵ ea.

Sie müssen Ihr Signal aus einem Signalgemisch herausfiltern? Mini-Circuits' neue Serie von hohlraumbasierten Filtern ZVBP wurde entwickelt, um diese Aufgabe mit höchster Flankensteilheit und bester Selektivität bei hoher Stopband-Unterdrückung für Bandbreiten bis herab zu 1% auszuführen. So erhalten Sie ein sauberes Nutzsignal. Diese Filter zeichnen sich durch eine widerstandsfähige Konstruktion und ein robustes Design aus und sind gegen versehentliche Verstimmung geschützt. Daher können Sie unsere neuen Produkte erfolgreich in fast jeder Umgebung einsetzen, auch im Labor und im Feld.

Features

- herausragende Selektivität
- hohe Unterdrückungswirkung
- Arbeitstemperatur -55 bis +100 °C
- Eingangsleistung bis 15 W
- robuste Konstruktion

Die neuen Filter sind sofort ab Lager lieferbar und werden schnellstmöglich versandt. Bestellen Sie daher noch heute und erhalten Sie Ihre Lieferung in kürzester Zeit! Sie benötigen ein Filter nach Kundenvorgaben? Auch dann sind Sie bei uns richtig. Senden Sie Ihre Vorgaben an apps@minicircuits.com und erhalten Sie eine schnelle Antwort!



www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 559 RevOrig

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

D-65719 Hofheim-Wallau, Germany
Tel. +49-6122-72660-0 Fax +49-6122-72660-29
www.ie4u.de
anfrage@ie4u.de

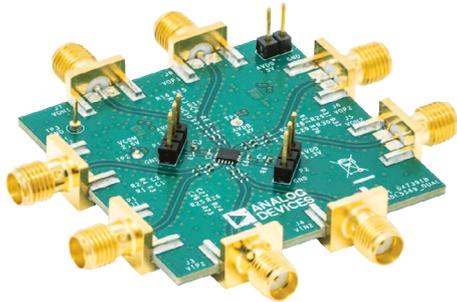
Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Differential-Output sind möglich. Intern sind Ein- und Ausgang DC-gekoppelt. Die Eingangsstufe weist ein Eigenrauschen von 9,3 dB bei 2 GHz auf bzw. eine Rauschspannung von 1 nV/vHz bei 100 MHz. Geringste Verzerrungen ergeben sich mit 5 V Versorgung und 2 V Spitze-Spitze am Ausgang an 100 Ohm. Zu den Oberwellen: 500 MHz: -78 dBc (HD2), -71 dBc (HD3), -80 dBc (IMD3), 2 GHz: -64 dBc (HD2), -52 dBc (HD3), -65 dBc (IMD3). Die Slew Rate wird mit 24 V/ns bei 2 V Spitze-Spitze am Ausgang angegeben. Der Strombedarf beträgt 86 mA pro Verstärker an 5 V.



Applikationsmöglichkeiten:

- Differentieller Treiber für GPS-ADCs
- Highspeed-Datenübertragung
- Single-ended-zu-Differential-Umsetzung
- DAC-Puffer
- DC-Kollung und Levelshifting
- RF/IF-Gainblocks
- Balun-Alternative von DC bis 4 GHz
- SAW-Filter-Interfacing

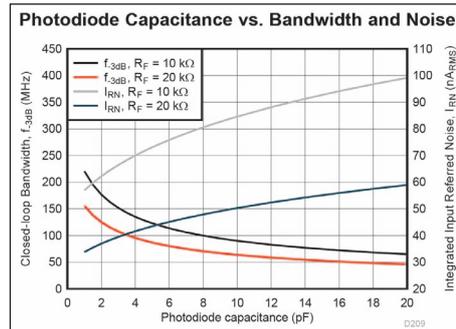
Hergestellt in einem Highspeed-Silicon-Germanium-Verfahren (SiGe), wird der ADL5569 mit einem 2,5 x 3 mm messenden, 16-Lead-LFCSP-Gehäuse ausgeliefert.

GHZ-GaN-Transistor für 1,8 kW



Der von Qorvo produzierte QPD1025 ist ein 1,8-kW-HEMT (P3dB) in GaN-on-SiC-Technik für Einsatzfrequenzen von 1 bis 1,1 GHz. Eine interne Eingangsanpassung hält die Außenbeschaltung gering. Das Bauteil erlaubt vorteilhaft sowohl CW- als auch gepulsten Betrieb. Die lineare Verstärkung wird mit 22,5 dB angegeben, die typische PAE3dB mit 77,2%; die Nennbetriebsspannung beträgt 65 V. Applikationsmöglichkeiten liegen z.B. in den Bereichen IFF-Transponder und Avionics.

5,5-GHz-Verstärker mit FET-Eingang



Die wichtigsten Features des neuen schnellen Operationsverstärkers OPA858 von Texas Instruments sind:

- Gain Bandwidth Product: 5,5 GHz
- unkompensiert beim Gain = 7 V/V stabil
- ultrageringe Eingangs-Bias-Ströme (typ. 10 pA)
- Eingangs-Rauschspannung: 2,5 nV/vHz
- Eingangskapazität Common-Mode: 0,6 pF
- Eingangskapazität Differential: 0,2 pF
- Eingangs-Gleichtaktbereich: 1,4 V von pos. Versorgungsspannung, 0 V von neg. Versorgungsspannung
- Slew Rate: 2 kV/μs
- Betriebsspannung: 3,3...5,25 V
- Ruhestrom 20,5 mA

Der im 8-Pin-WSON-Gehäuse 2 x 2 mm für den Temperaturbereich -40 bis +125 °C erhältliche Baustein ermöglicht zahlreiche Applikationen:

- Highspeed-Transimpedanzverstärker
- Laser-Abstandsmessungen
- LIDAR-Empfänger
- Level Transmitter (optisch)
- optische Time Domain Reflectometry (OTDR)
- 3D-Scanner
- Time-of-Flight-Systeme

Das Diagramm zeigt Bandbreite und Rauschen des OPA858 als Funktion der Kapazität einer angeschlossenen Fotodiode (Transimpedanzverstärker).

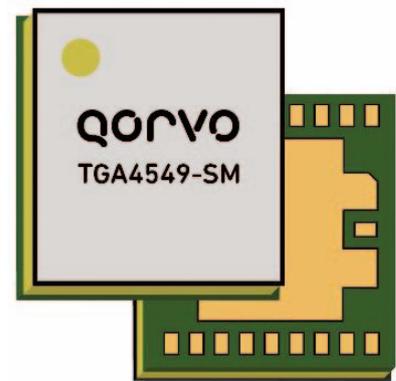
CATV-Leistungsverdoppler-Hybrid-Baustein



Durch eine geringe Stromaufnahme und eine Nennarbeitsfrequenz von 45 bis 1003 MHz zeichnet sich das Hybrid-Powerdoubler-Verstärkermodul QPA3223 von Qorvo aus.

Dieser Baustein enthält GaAs-pHEMT- und GaN-pHEMT-Nackchips für hohe mögliche Ausgangsleistungen. Er erreicht eine exzellente Linearität und eine sehr hohe Rückflussdämpfung in Kombination mit geringem Rauschen. Dabei ist er unter allen Anschlussbedingungen stabil. 22,5 dB minimale Verstärkung bei 1003 MHz werden erreicht. Die Stromaufnahme wird mit maximal 410 mA angegeben.

10-W-GaN-Verstärker für 21,2 bis 23,6 GHz



Qorvos neuer dreistufiger Verstärker TGA4549-SM ist ein High-Frequency/High-Power-MMIC, hergestellt in Qorvos 0,15-μm-GaN-on-SiC-Verfahren. Der TGA4549-SM arbeitet optimal im Frequenzbereich 21,2...23,6 GHz und liefert dann typisch 10 W an der Sättigungsgrenze (saturated output power) mit einer Großsignalverstärkung von 17 dB. Die PAE wird mit 20% bei 23 dBm Eingangsleistung angegeben. Die nominelle Versorgungsspannung ist 28 V, die Summe der Ruhestrome der drei Stufen beträgt 300 mA. Der TGA4549-SM besitzt einen integrierten Power-Detektor zwecks z.B. Systemdiagnose.

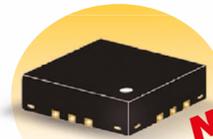
Der TGA4549-SM wird mit einem 5,5 x 5 x 1,7 mm messenden Surface-Mount-Gehäuse angeboten. Der Baustein ist bereits intern auf 50 Ohm angepasst und hat DC-Abblockkondensatoren integriert. Er findet Anwendung bei der Satellitenkommunikation oder in Point-to-Point-Datenstrecken.

E-Band-Leistungsverstärker mit Power-Detektor

Der ADMV7810 von Analog Devices ist ein Power Amplifier für 81...86 GHz (E-Band), der 1 W an 50 Ohm liefern kann. Die technischen Eckdaten:

- Verstärkung: 20 dB typ.
- Ausgangsleistung für 1 dB Kompression: 28 dBm typ.
- Sättigungs-Ausgangsleistung: 29 dBm typ.
- Output Third-Order Intercept: 33 dBm typ.
- Eingangs-Return-Loss: 12 dB typ.

MULTIPLY UP TO 40 GHz



New!

CY2-44+ MMIC Doubler Output
from 12.4 to 40 GHz in a Single Model!

Frequency Multipliers from \$5⁹⁵_{qty. 10-49}

Für Ihre fortschrittlichsten Synthesizer, Lokal-Oszillatoren und Satelliten-Up/Down-Konverter bietet Mini-Circuits eine große Auswahl an Breitband-Verdopplern, Verdreifachern, Vervierfachern und x5-, x7- und x12-Frequenz-Multiplizierern an.

Erzeugen Sie jetzt Ausgangsfrequenzen von 100 Kilohertz bis zu 40 GHz mit ausgezeichneter Unterdrückung der Grundfrequenz und unerwünschter Harmonischen sowie Nebenwellen. Alle Multiplizierer zeichnen sich durch niedrige Umwandlungsverluste aus und werden in einer großen Auswahl ab Lager lieferbarer robuster, koaxialer sowie SMD-Ausführungen angeboten, ganz nach Ihren Anforderungen. Unser neuer MMIC-Doppler CY2-44+ generiert Ausgangssignale von 12,4 bis 40 GHz in einem kleinen 4 x 4mm QFN-Gehäuse!

Besuchen Sie unsere Website zur Auswahl und sehen Sie sich die umfassenden Leistungskurven, Datenblätter und PCB-Layouts sowie Umweltspezifikationen an.



www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com

455 rev L

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

D-65719 Hofheim-Wallau, Germany
Tel. +49-6122-72660-0 Fax +49-6122-72660-29
www.ie4u.de
anfrage@ie4u.de

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

CERAMIC FILTERS

LOW PASS BANDPASS HIGH PASS DIPLEXERS

Covering DC to 18.5 GHz



Over 240 Models in Stock from **99¢** ea. qty.3000
Case Styles as Small as 0.06x0.03"
Space-Grade Reliability*

Available in small-quantity reels at no extra charge: Standard counts of 20, 50, 100, 200, 500, 1000 or 3000. Save time, money, and inventory space!

*Contact apps@minicircuits.com about special screening requirements



FREE Samples
On Demand!

https://www.minicircuits.com/support/ez_sample.html

Modelithics®
Vendor Partner

"FREE High Accuracy RF Simulation Models!"

<https://www.modelithics.com/MVP/MiniCircuits>

 **Mini-Circuits®**

www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 504 Rev K

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

D-65719 Hofheim-Wallau, Germany
Tel. +49-6122-72660-0 Fax +49-6122-72660-29
www.ie4u.de
anfrage@ie4u.de

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Tiefpassfilter für DC bis 14 GHz



Von Mini-Circuits kommt mit dem ZLSS-14G+ ein 50-Ohm-Tiefpassfilter mit einem besonders breiten Durchlassbereich und scharfem Abfall ab 14 GHz bis 26,5 GHz. Hergestellt mit einer zuverlässigen Suspended-Substrate-Streifenleitungstechnologie, weist das RoHS-konforme Filter eine typische Durchlassdämpfung von 2 dB bei einem typischen Passband-SWR von 2,1 auf. Die typische Stopband-Unterdrückung wird mit 30 dB von 16,5 bis 18 GHz, mit 50 dB von 18 bis 19,7 GHz und mit 80 dB oder mehr von 19,7 bis 26,5 GHz angegeben. Dieses Tiefpassfilter ist zur Unterdrückung unerwünschter Harmonischer bei Sendern und Empfängern geeignet. Es ist mit einem kompakten Gehäuse mit den Abmessungen $0,9 \times 0,7 \times 0,6$ Inch ($22,86 \times 17,78 \times 15,24$ mm) mit SMA-Buchsen ausgestattet und verrägt eine Eingangsleistung bis 3 W (30 dBm). Es ist ausgelegt für Arbeitstemperaturen von -40 bis +85 °C.

Weitere technische Daten

Lagertemperatur -55 bis +100 °C

Einfügedämpfung max. 3 dB

Dämpfung im Bereich 16,5...18 GHz min. 20 dB

Dämpfung im Bereich 18...19,7 GHz min. 40 dB

Dämpfung im Bereich 19,7...23 GHz min. 60 dB

Dämpfung im Bereich 23...26,5 GHz typ. 80 dB

Breitbandiges digitales Dämpfungsglied für DC bis 4 GHz

Aus dem Hause Mini-Circuits kommt mit dem ZX76-31R5A-PN+ ein koaxial ausgelegter digital einstellbarer Attenuator mit



einem großen Einstellbereich in 0,5-dB-Schritten und mit einem breiten Einsatzfrequenzbereich. Das Bauteil arbeitet an +3-3,3 V und enthält ein 6-Bit-Steuer-Interface. Dabei werden Schmitt-Trigger verwendet, sodass die Steuerspannung unkritisch ist. Dieses Dämpfungsglied weist eine Rückflussdämpfung von 20 dB, einen IIP3 von 52 dBm und eine Einstellgenauigkeit von $\pm 0,1$ dB auf. Das Bauteil hat ein robustes Unibody-Gehäuse mit den Abmessungen $1,2 \times 1,18 \times 0,46$ Inch, ausgestattet mit SMA-Anschlüssen und Montagesockeln.

Weitere technische Daten

Arbeitstemperatur -40 bis +85 °C

Lagertemperatur -40 bis +85 °C

Eingangsleistung max. 30 dBm

Eingangsleistung für 0,2 dB Kompression max. 24 dBm (100 MHz)

Eingangsleistung für 0,2 dB Kompression max. 10 dBm (1 MHz)

SWR bis 1 (1...2,4, 2,4...4) GHz typ. 1,2 (1,3, 1,45) dB

SWR bis 1 (1...2,4, 2,4...4) GHz max. 1,6 (1,7, 1,9) dB

Richtkoppler mit flach verlaufendem Koppelfaktor von 2 bis 18 GHz



Von Mini-Circuits stammt der neue koaxiale Richtkoppler ZUDC10-02183+. Dieser bedient eine breite Palette von Anwendungen im Frequenzbereich 2 bis 18 GHz. Dieser Richtkoppler weist 10 dB Koppelfaktor auf, wobei die Flatness mit $\pm 0,4$ dB über den Arbeitsfrequenzbereich besonders gut ist. Der Richtkoppler verträgt Eingangslei-

stungen bis 20 W und weist einen Mainline-Verlust von typisch 0,3 dB über dem Auskoppelverlust auf. Die Richtschärfe wird mit typisch 25 dB, die Rückflussdämpfung mit typisch 26 dB angegeben. Dieses Bauteil besitzt ein robustes mit Aluminium verkleidetes Gehäuse der Größe $2,25 \times 0,73 \times 0,50$ inch mit SMA-Buchsen.

Weitere technische Daten

Arbeitstemperatur -55 bis +100 °C

Lagertemperatur -55 bis +100 °C

Koppelfaktor-Grundtoleranz ± 1 dB

Einfügedämpfung max. 1,5 dB

Richtschärfe min. 15 dB

Rückflussdämpfung min. 14 dB

Rexionsfreie Bandpassfilter für 15,5 bis 20,5 GHz



Mini-Circuits hat mit der Serie XBF-183+ reflexionsfreie Bandpassfilter mit drei Durchlassbereichen herausgebracht: 15,5...16,5, 17,5...18,5 und 19,5...20,5 GHz. Diese 1 GHz breiten Filter beruhen auf einer patentierten Filtertopologie, welche eine Termination auch im Stopband-Bereich ermöglicht. Dies kann die Effizienz verbessern und Intermodulation verringern. Jedes Modell beinhaltet vier Sektionen, wodurch eine Unterdrückung von 67 dB im unteren Stopband und von 56 dB im oberen Stopband ermöglicht wird. Die Einfügedämpfung wird mit 4,9 dB, das Passband-SWR mit 1,6 und das typische SWR im unteren Stopband mit 2,2 sowie im oberen Stopband mit 3 angegeben. Diese Filter vertragen Eingangsleistungen bis 500 mW im Durchlassbereich und 160 mW in den Stopbands. Der Arbeitstemperaturbereich beträgt -55 bis +105 °C. Hergestellt werden die Filter mit einem GaAs-IPD-Prozess. Ihr QFN-Gehäuse hat 4×4 mm Footprint.

Weitere technische Daten

Lagertemperatur -65 bis +150 °C

Dämpfung unteres Stopband min. 43 dB

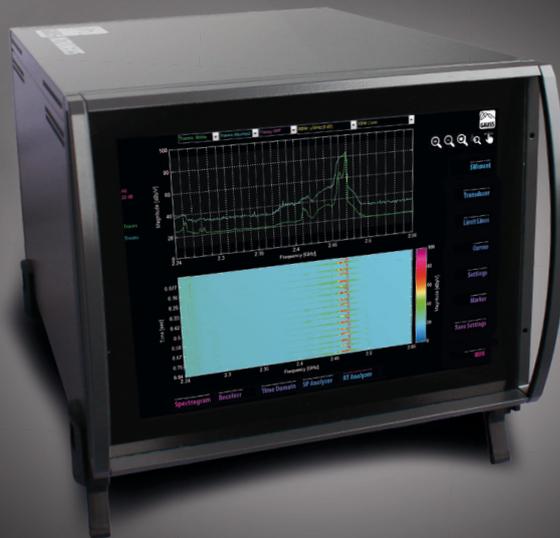
Dämpfung oberes Stopband min. 32/39 dB

MMIC-Verstärker-Nacktchip für DC bis 7 GHz

Mini-Circuits' Bauelement GALI-39-D+ ist ein breitbandiger MMIC-Verstärker-

THE NEW BENCHMARK IN EMC TESTING

BEST RF PERFORMANCE AND LOWEST NOISE FLOOR



BOOSTING your overall test & measurement quality
by patented **TDEMI® TECHNOLOGY**



685 MHz

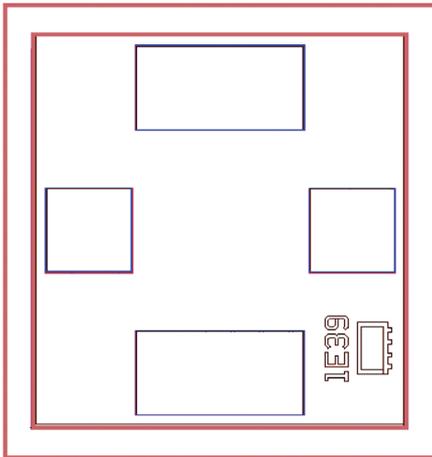
**REAL-TIME BANDWIDTH
TDEMI® TECHNOLOGY**

40 GHz

**ULTRA-FAST RECEIVER SCANNING
TDEMI® TECHNOLOGY**

The TDEMI® ULTRA is the only Solution providing all the Features of the "FFT-based measuring Instrument" according to the new Standards with 685 MHz Real-time Bandwidth and CISPR Detectors.

by the inventors of the full compliance real-time FFT based measuring instrument.
gauss-instruments.com



Nackchip (Die). Dieser Chip nimmt typisch 35 mA Versorgungsstrom auf und weist dann eine typische Verstärkung von 19,7 dB bei 2 GHz auf. Die dann typisch für 1 dB Kompression mögliche Ausgangsleistung wird mit 10,5 dBm angegeben. Das Rauschmaß beträgt typisch 2,4 dB, der IP3 typisch 22,9 dBm. Das Design beruht auf einer patentierten Darlington-Konfiguration; hergestellt wird der Chip mit einem InGaP-HBT-Prozess, der herausragende Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit bietet. Der GALI-39-D+ ist in kleinen Gel-Paks in Stückzahlen von zehn, 50 und 100 KGD (Known Good Dice) erhältlich.

Weitere technische Daten

Arbeitstemperatur -45 bis +85 °C
 Lagertemperatur -65 bis +150 °C
 Stromaufnahme max. 55 mA
 Eingangsleistung max. 13 dBm
 Verstärkung bei 1 GHz typ. 21,1 dB
 Verstärkung bei 5 GHz typ. 16,1 dB
 Rückflussdämpfung Eingang bis 3 GHz typ. 12,5 dB
 Rückflussdämpfung Ausgang bis 3 GHz typ. 14 dB

Ultrabreitbandiger koaxialer Zweiweg-Splitter/Combiner



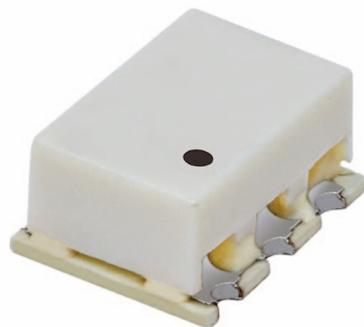
Der ZN2PD-V54+ von Mini-Circuits ist ein 0°-Splitter/Combiner mit zwei Wegen für

10 bis 50 GHz, was ihm eine breite Palette von Applikationen einschließlich 5G, Ku-Band-, K-Band- und Ka-Band-SatCom, Mikrowellen-Point-to-Point-Backhubs, Messtechnik und Radar erschließt. Dieses Bauteil verteilt bis zu 10 W als Splitter mit 1 dB Einfügedämpfung über den theoretischen 3 dB, 23 dB Isolation und 1 dB Amplituden-Unbalance. Ein DC-Pass kann bis zu 440 mA (220 mA/Weg) führen. Dieser Splitter/Combiner ist mit einem robusten, aluminiumlegierten Gehäuse der Größe 1 x 1 x 0,37 Inch mit 1,85-mm-Buchsen ausgestattet.

Weitere technische Daten

Arbeitstemperatur -55 bis +100 °C
 Lagertemperatur -55 bis +100 °C
 Verlustleistung max. 1 W
 Einfügedämpfung bis 40 GHz max. 2 dB
 Einfügedämpfung ab 40 GHz max. 2,5 dB
 SWR Port S bis 40 GHz typ. 1,2, max. 2
 SWR Port 1/2 bis 40 GHz typ. 1,23, max. 2
 Phasen-Unbalance bis 40 GHz typ. 1,4°

Surface-Mount-DC-Speiseweiche für Signalfrequenzen von 10 MHz bis 6 GHz



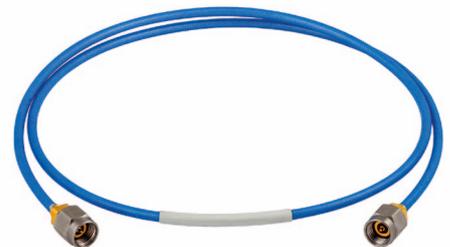
Von Mini-Circuits kommt mit der Speiseweiche (bias-tee) RCBT-63+ ein Surface-mount-Produkt mit einem Anwendungsbereich von 10 MHz bis 6 GHz. Dieses Modell zeichnet sich durch 1 dB Einfügedämpfung, 20 dB Isolation, ein SWR von 1,3 und eine mögliche Durchgangsleistung bis 30 dBm aus, wobei der Gleichstrom (DC) maximal 500 mA betragen darf. Das Miniatur-Plastikgehäuse misst 0,25 x 0,31 x 0,16 Inch.

Weitere technische Daten

Arbeitstemperatur -40 bis +85 °C
 Lagertemperatur -55 bis +100 °C
 Gleichspannung max. 25 W
 Einfügedämpfung bis 3,5 GHz typ. 0,6, max. 1,2 dB

Einfügedämpfung 4,8...6 GHz typ. 1,4, max. 2 dB
 Isolation bis 3,5 GHz typ. 17, min. 13 dB
 Isolation 4,8...6 GHz typ. 18, min. 14 dB
 SWR bis 4,8 GHz typ. 1,2, max. 2
 SWR Port 1/2 bis 40 GHz typ. 1,2, max. 1,33

Zwischenverbindungskabel für DC bis 40 GHz



Von Mini-Circuits kommen mit der Serie 086-KM+ HandFlex-Zwischenverbindungskabel für den Frequenzbereich von DC bis 40 GHz. Sie sind ausgestattet z.B. mit 2,92-mm-Steckern und eignen sich dann für besonders sichere Verbindungen auch mit 3,5-mm- und SMA-Connectoren über Adapter. Der zulässige Biegeradius beträgt 6 mm, sodass sich vielfältige Anwendungen ergeben. Etwa das Modell 086-9KM+ ist 9 Inch lang und weist bei 40 GHz 30 dB Rückflussdämpfung, 1,4 dB Einfügedämpfung sowie 7 W Leistungsbelastung auf. Die Kabel der Serie 086-KM+ gibt es in vielen Längen, Durchmessern und Anschlusskonfigurationen, sodass Anwendungen im militärischen Bereich über Aerospace-Systeme bis hin zu Umwelt-Testkammern möglich sind.

Weitere technische Daten

Arbeitstemperatur -55 bis +85 °C
 Lagertemperatur -55 bis +85 °C
 Durchgangsleistung bei 1 GHz max. 61 W
 Durchgangsleistung bei 1 GHz max. 61 W
 Durchgangsleistung bei 12 GHz max. 16 W
 Einfügedämpfung bei 6...18 GHz typ. 0,23, max. 0,69 dB
 Einfügedämpfung bei 26,5...40 GHz typ. 0,49, max. 1,14 dB
 Rückflussdämpfung bis 18 GHz typ. 35, min. 18 dB

■ Mini-Circuits
www.minicircuits.com

Zugriff auf Alles von Überall – und dabei noch ruhig schlafen

Intelligente, vernetzte und sichere Designs erstellen



THERMOSTAT

SMART REFRIGERATOR

SECURITY PANEL

SMART | CONNECTED | SECURE

www.microchip.com/SmartConnectedSecure

microchip
DIRECT
www.microchipdirect.com

MICROCHIP

Der Name Microchip und das Microchip-Logo sind eingetragene Warenzeichen von Microchip Technology Incorporated in den USA und in anderen Ländern. Alle anderen Marken sind im Besitz der jeweiligen Eigentümer.
© 2018 Microchip Technology Inc. Alle Rechte vorbehalten. DS00002758A. MEC2220Ger08/18

Zweite Generation bewährter Kabel-Familie



Die neue Produktfamilie der Radox-Kabel besitzt eine verbesserte Kunststoffmischung und erfüllt die Anforderungen der EU-Bauprodukteverordnung. Die verbesserte Radox-125-Produktfamilie steht sie für zuverlässige Verbindungen unter extremen Umgebungsbedingungen. Aufbauend auf bewährten Leistungsmerkmalen bietet die neue Generation optimierte Außenmaße für Installationen bei begrenztem Platzangebot und ist besonders widerstandsfähig bei Feuer und starker Wärmeentwicklung.

Generell zeichnen sich Radox-Produkte durch eine sehr hohe thermische und mechanische Belastbarkeit aus und sind äußerst widerstandsfähig gegenüber Chemikalien. Im Vergleich zu herkömmlichen Kabeln zeigen sie deshalb eine erheblich längere Lebensdauer – besonders unter rauen Umgebungsbedingungen. Bei einem Kurzschluss schmelzen und tropfen sie nicht.

„Verglichen mit der bisherigen Radox-125-Familie, haben wir mit der zweiten Generation zahlreiche Eigenschaften verbessert, ohne an der Preisschraube zu drehen“, sagte Ivan Corsini, Product Manager LF Industry bei Huber+Suhner. „Die Kabel können einfach und sauber absolviert werden und eignen sich deshalb auch für eine automatisierte Verarbeitung. Ab Oktober führen wir die neue Kabelgeneration im Markt ein. Voraussichtlich ab Januar 2019 werden unsere Kunden die neue Lösung einsetzen können.“

Die Aderleitungen der Kabel sind halogenfrei und eignen sich für einen optimalen Betrieb bei Temperaturen zwischen -50 und +125 °C, kurzzeitig halten die flexiblen Aderleitungen auch Temperaturen bis 280 °C stand. Die Nennspannung beträgt 0,6/1 kV Wechselspannung.

■ *Huber+Suhner*
www.hubersuhner.com

Kleinste Stift- und Buchsenleisten mit Lötkelch



Mill-Max stellte eine neue Serie von Stift- und Buchsenleisten mit rückseitigen Lötkelchen im Raster 1,27 mm vor. Die einreihigen Stift- (850-10-0XX-10-003000) und Buchsenleisten (851-13-0XX-10-003000) sind mit einer bis 50 Positionen, die doppelreihigen Stift- (852-10-XXX-10-003000) und Buchsenleisten mit zwei bis 100 Positionen erhältlich. Sie sind optimal geeignet für höchstzuverlässige Steckverbindungen in sehr kompakten Abmessungen.

Durch die Lötkelche können Kabel und Litzen bis AWG26 direkt eingelötet werden. Entweder werden die genannten

passenden Gegenstücke verwendet oder in/auf direkt in die Leiterplatte eingelötete Stift- und Buchsenleisten gesteckt. Die verwendeten Kunststoffträger bestehen aus Nylon 46 mit exzellenten chemischen Eigenschaften und hoher mechanischer Widerstandskraft und sind für Temperaturen bis 290 °C und somit für die meisten Lötprozessen geeignet. Alle Versionen sind vergoldet, um höchste Zuverlässigkeit, Korrosionsbeständigkeit und beste Leitfähigkeit zu gewährleisten.

■ *WDI AG*
info@wdi.ag
www.wdi.ag

Fachbücher für die Praxis



Digitale Oszilloskope Der Weg zum professionellen Messen

Joachim Müller
Format 21 x 28 cm, Broschur, 388 Seiten,
ISBN 978-3-88976-168-2
beam-Verlag 2017, 47,90 €

Ein Blick in den Inhalt zeigt, in welcher Breite das Thema behandelt wird:

- Verbindung zum Messobjekt über passive und aktive Messköpfe
- Das Vertikalsystem – Frontend und Analog-Digital-Converter
- Das Horizontalsystem – Sampling und Akquisition
- Trigger-System
- Frequenzanalyse-Funktion – FFT
- Praxis-Demonstrationen: Untersuchung von Taktsignalen, Demonstration Aliasing, Einfluss der Tastkopfimpedanz
- Einstellungen der Dezimation, Rekonstruktion, Interpolation
- Die „Sünden“ beim Masseanschluss

- EMV-Messung an einem Schaltnetzteil
- Messung der Kanalleistung

Weitere Themen für die praktischen Anwendungs-Demos sind u.a.: Abgleich passiver Tastköpfe, Demonstration der Blindzeit, Demonstration FFT, Ratgeber Spektrumdarstellung, Dezimation, Interpolation, Samplerate, Ratgeber: Gekonnt triggern.

Im Anhang des Werks findet sich eine umfassende Zusammenstellung der verwendeten Formeln und Diagramme.

Unser gesamtes Buchprogramm finden Sie unter www.beam-verlag.de
oder bestellen Sie über info@beam-verlag.de

EINE DESIGNPLATTFORM – KEINE HINDERNISSE

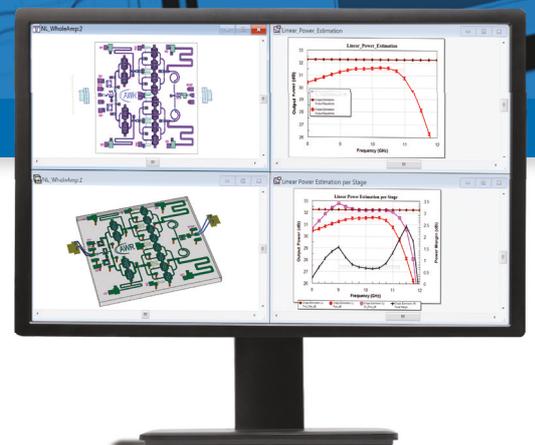
EINFACH INTELLIGENTER

NI AWR DESIGN ENVIRONMENT

Die Plattform NI AWR Design Environment™ integriert System-, Schaltungs- und elektromagnetische Analysen für das Design anspruchsvoller Wireless-Produkte, von Basisstationen über Mobiltelefone bis hin zur Satellitenkommunikation. Die intuitive Bedienoberfläche, bewährte Simulationstechnologien und die offene Architektur der Plattform, die Lösungen von Drittanbietern unterstützt, ermöglichen erfolgreiches Entwickeln ohne jedes Hindernis. Entwickeln Sie einfach intelligenter.

Erfahren Sie mehr unter ni.com/awr

Microwave Office | Visual System Simulator | Analog Office | AXIEM | Analyst



Doherty-Verstärker im UHF-Band

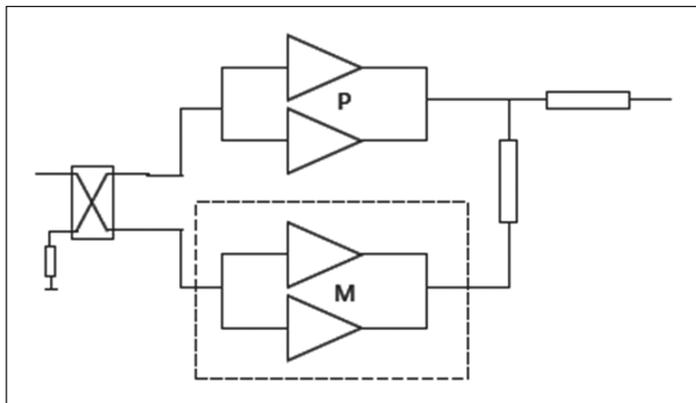


Bild 1a: Klassischer asymmetrischer 2-Wege-Doherty-Verstärker

Vorteile

- Kleine Baugröße
- Hohe Leistung (240 W pro Verstärker)
- Balun (Auslöschung der zweiten Oberwelle)
- Kostengünstig
- Standard-Verstärkerkonfiguration

Nachteile

- Schmalband
- Begrenzte Leistung in Breitband-Verstärker-Designs

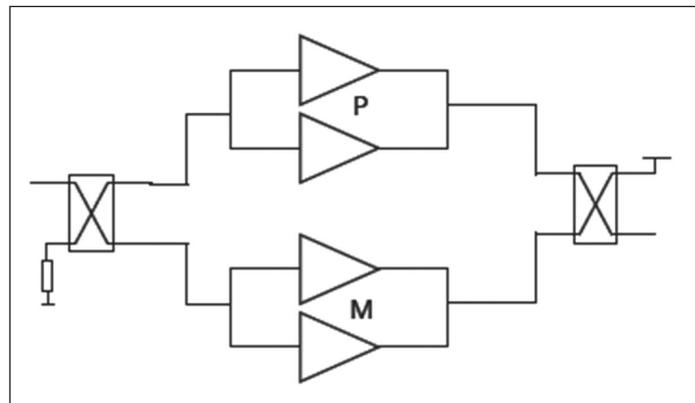


Bild 1b: Klassischer asymmetrischer 2-Wege-Doherty-Verstärker (Hybrid-Variante)

Die klassische 2-Wege-Doherty-Variante mit Eingangs- und Ausgangshybriden. Der Vorteil ist der kompakte Aufbau, der in symmetrischen Klasse-AB-Verstärkern zum Einsatz kommt. Der Ausgangshybrid weist eine 0 Ω -Last (oder unendliche Last) auf, um die korrekten Doherty-Transformationen zu realisieren.

Die drei Forderungen nach hohem Wirkungsgrad, geringer Baugröße und niedrigen Kosten für UHF-Sender – vorgegeben durch die Mobilfunktechnik – führte zur Einführung von Doherty-Verstärkern in der Mobiltelefonie. Seitdem wurden Doherty-Architekturen weiter verbessert, was zu einer Verbreitung dieser Technik im Rundfunkbereich führte. Doherty-Verstärker finden sich daher in fast allen heutigen neueren

UHF-Sendern. Der folgende Beitrag beschreibt die Auswahl von Doherty-Architekturen und zeigt auf, wie die BLF8xx-Transistoren von Ampleon in Doherty-basierten UHF-Verstärkern zum Einsatz kommen. (Der Einsatz von GaN-Transistoren ist in diesem Beitrag nicht vorgesehen.)

Klassische 2-Wege-Doherty-Architektur

Bild 1a beschreibt einen klassischen Doherty-Leistungsverstärker, der aus zwei Verstärkern besteht: einem Haupt- bzw. „Träger“-Verstärker, der als Klasse AB vorgespannt ist; der andere als „Spitzen“-Verstärker, der für C-Betrieb vorgespannt ist, um bei Bedarf eine hocheffiziente Verstärkung bereitzustellen, wenn diese für entsprechende Eingangsgrößen mit höherer Leistung benötigt wird. Das Eingangssignal

Doherty-Architekturen

In den folgenden Abschnitten werden zwei gängige Doherty-Architekturen betrachtet: die klassische 2-Wege- und die Ultra-Breitband-(UWB-)Architektur.

Autor:
Walter Sneijers, RF
Application Engineer,
Ampleon
www.ampleon.com

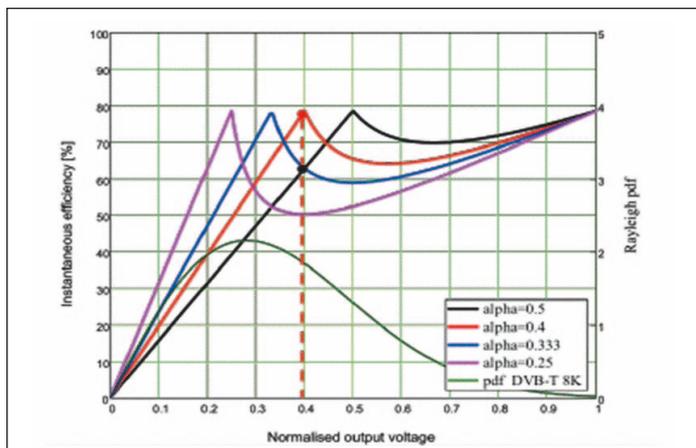


Bild 2a: Momentaner Wirkungsgrad und pdf DVB-T

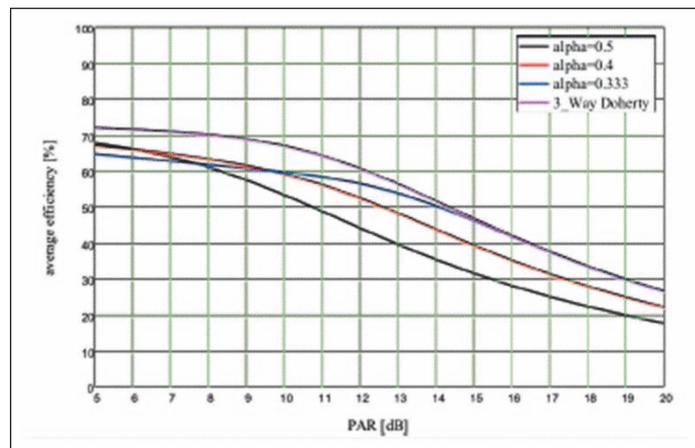


Bild 2b: Durchschnittlicher Wirkungsgrad als Funktion des PAR-Wertes

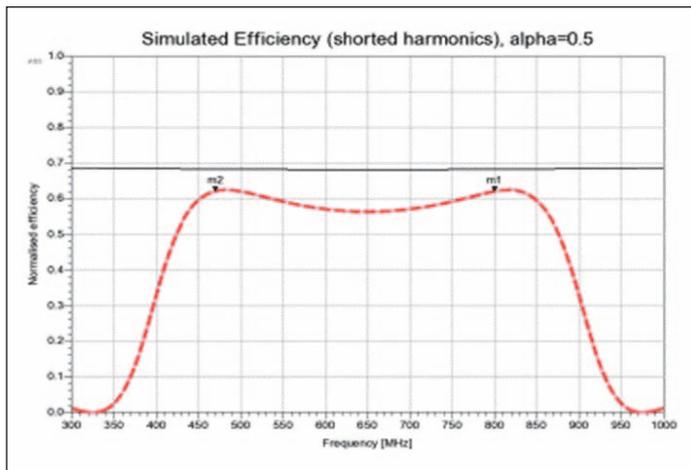


Bild 3a: Ideale Bandbreite $\alpha = 0,5$ (symmetrisch)
Back-off-Leistung bei -8 dB
schwarz = Wirkungsgrad bei voller Leistung;
rot = Wirkungsgrad bei Back-off

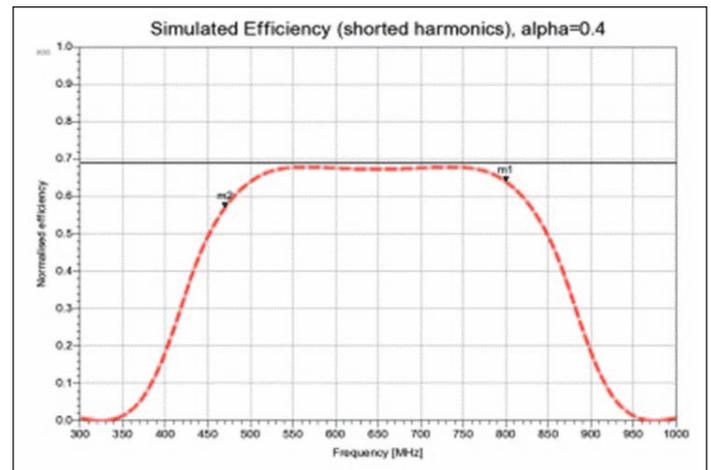


Bild 3b: Ideale Bandbreite $\alpha = 0,4$ (symmetrisch)
Back-off-Leistung bei -8 dB
schwarz = Wirkungsgrad bei voller Leistung;
rot = Wirkungsgrad bei Back-off

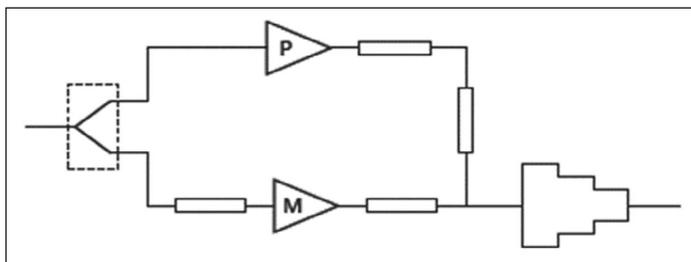


Bild 4: Asymmetrischer Ultra-Wideband-2-Wege-Doherty-Verstärker

Vorteile

- **Breitband (Vollbandlösung ist möglich)**
- **Hohe Leistung (115-150W-Designs)**
- **Wirkungsgrad (asymmetrischer 2-Wege-Doherty-Verstärker ist möglich)**

Nachteile

- **10 mil Leiterplatte erforderlich**
- **Mehr Platzbedarf**
- **Kein Balun**

wird gleichmäßig mittels eines 3 dB-Quadraturkopplers aufgeteilt. Die beiden Ausgänge des Kopplers sind um 90° phasenverschoben und werden über eine $\lambda/4$ -Übertragungsleitung des Spitzenverstärkers wieder in Phase gebracht und reaktiv kombiniert. Die beiden parallelen Signale erzeugen eine Impedanz von $Z_0/2 \Omega$, die vom $\lambda/4$ -Transformator auf $Z_0 \Omega$ hochgewandelt wird. Ein Verstärker mit klassischer Doherty-Architektur arbeitet nur über eine schmale Bandbreite und erreicht lediglich begrenzten Leistungspegel. Dagegen steht jedoch ein deut-

lich größerer Wirkungsgrad bei der Verstärkung von Signalen mit hohem Verhältnis von Spitzen- zu Durchschnittsleistung.

Eine einfache Möglichkeit zur Implementierung eines klassischen 2-Wege-Doherty-Verstärkers bieten die Transistoren BLF888A/B von Ampleon. Der Halbleiterverstärker erreicht - bei einer durchschnittlichen Leistung von 220 W - einen Wirkungsgrad von 45%. In dieser Konfiguration sollte der robuste BLF888A vor allem im Spitzenverstärker und der hocheffiziente BLF888B im Hauptverstärker zum Einsatz kommen.

Die asymmetrische Doherty-Architektur (Bild 1b) erhöht den durchschnittlichen Wirkungsgrad um 2 bis 3% im Vergleich zum o.g. klassischen 2-Wege-Design. Zudem bietet sie eine höhere Leistung. Das Design nutzt den gleichen Hauptverstärker, aber einen Spitzenverstärker mit höherer Leistung und lässt sich z.B. mit Ampleons BLF888B (als Hauptverstärker) und BLF898 (als Spitzenverstärker) umsetzen. In diesem Fall bietet der Spitzenverstärker BLF898 mit 900 W etwa die 1,5-fache Leistung des Hauptverstärkers BLF888B mit 650 W, was zu $\alpha = 0,4$ führt (ist das Verhältnis der Hauptverstärkerleistung zur Summe der Haupt- und Spitzenverstärkerleistungen). Bild 2a und 2b beschreiben, wie höhere Wirkungsgrade der Verstärker erhalten bleiben, indem die Leistung des Spitzenverstärkers variiert wird. Zu beachten ist jedoch, dass dieses Design komplexer als der klassische 2-Wege-Aufbau ist und der relativ geringe Anstieg der Leistung und des Wirkungsgrads diese zusätzliche Komplexität rechtfertigen kann oder auch nicht.

Ultra-Breitband-2-Wege-Doherty-Architektur

Die UWD-Architektur (Ultra Wideband Doherty) überwindet

einige der Bandbreitenbeschränkungen des klassischen Designs. Die zusätzliche Bandbreite wird erzielt, indem Änderungen an der Ausgangsschaltung der Architektur vorgenommen werden (Bild 4). Die Positionen des Leistungskombinierers und der Impedanz-Anpassungsschaltungen werden vertauscht, und die Kapazität wird zu den Ausgängen der Verstärker hinzugefügt.

Ein theoretisches UWD-Design deckt das gesamte UHF-Spektrum ab, wenn auch mit einem reduzierten Wirkungsgrad (Bild 3a). Praktische Erwägungen, wie parasitäre Effekte in den Ausgangsstufen und Oberschwingungen zweiter Ordnung, begrenzen jedoch die erreichbare Bandbreite.

Ein solches Design wird mit dem Transistor BLF888D von Ampleon möglich, der eine vollständige Abdeckung des UHF-Bands bei 40% Wirkungsgrad mit einer durchschnittlichen Ausgangsleistung von 115 W ermöglicht. Der Wirkungsgrad dieses Designs ist jedoch durch die Art der Ausgangsschaltung und auch durch die von Kanalfiltern eingeführten Oberschwingungen zweiter Ordnung begrenzt. Diese und andere Faktoren sind schwer zu mindern und können den Wirkungsgrad um bis zu 5% senken.

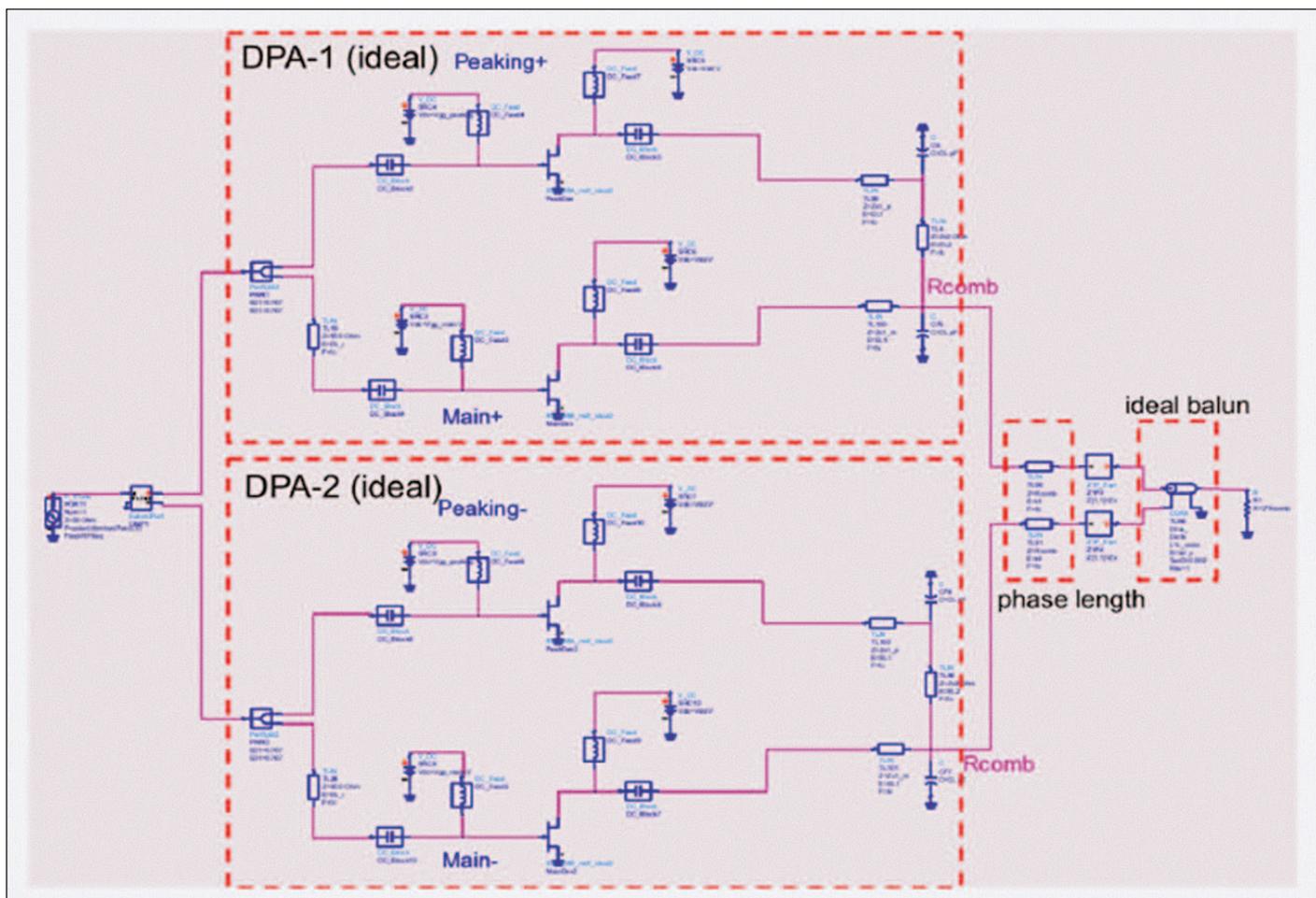


Bild 5c: Kombination über Balun

Angesichts dieser Einschränkungen ist es von Vorteil, UWB-Doherty-Verstärker zu kombinieren, um eine vollständige UHF-Bandbreitenabdeckung bei akzeptablen Wirkungsgraden zu erreichen. Später dazu mehr.

Wie bei der klassischen Doherty-Architektur kann ein asymmetrischer Ansatz auch in UWB-Doherty-Verstärkern verwendet werden, um die Leistung und den Wirkungsgrad zu verbessern. Bild 3b beschreibt, wie sich mit einem α von 0,4 der Wirkungsgrad erhöht und die Effizienzantwort ebenfalls flacher ist als für das symmetrische UWB-Design. Die theoretische Bandbreite, die mit diesem Ansatz erzielt werden kann, entspricht jedoch nur 50% derjenigen, die mit einem symmetrischen Design erzielt werden kann. In realen Anwendungen kann also mit UWB-Doherty-Technik nicht das gesamte UHF-

Spektrum abgedeckt werden. Ist das UHF-Spektrum jedoch in drei Unterbänder aufgeteilt, z.B. 470-600 MHz, 600-700 MHz und 700-800 MHz, lässt sich ein höherer Wirkungsgrad erzielen, da die Doherty-Architektur für Oberwellen zweiter Ordnung weniger anfällig ist. Die Ausgangsanpassung verbessert sich, wenn das abgedeckte Spektrum niedriger ist. Ampleon bietet für diesen Ansatz ein Entwicklungsboard auf Basis des Transistors BLF888D, das 45% Wirkungsgrad bei einer durchschnittlichen Leistung von 130 W über das Unterband 470-600 MHz ermöglicht.

Die obigen Ausführungen veranschaulichen den Kompromiss zwischen Wirkungsgrad und Bandbreite, wenn neueste UWD-Techniken zum Einsatz kommen. Diese Wahl wird in verschiedenen Regionen durch die Anforderungen an den Sen-

der (Größe, Kosten und Stromverbrauch) und die Anforderungen der Endnutzer beeinflusst – ebenfalls aufgrund der Kosten und Größe. Da sich Vorgaben und Richtlinien ständig ändern, verändert sich auch das Design, da die Behörden vor Ort die zukünftige Nutzung des UHF-Spektrums überprüfen.

Kombination von UWD-Verstärkern

Wenn die Anforderungen an die Leistung und den Wirkungsgrad vorschreiben, dass das UHF-Spektrum in Teilbänder aufgeteilt werden muss, müssen Verstärkerausgänge kombiniert werden. Bei UHF-Lösungen kommen drei wesentliche Kombinationstechniken zum Einsatz: Wilkinson-Kombinierer, Balun und 90°-Koppler – jeweils mit ihren eigenen Vor- und Nachteilen. In diesem Abschnitt konzentrieren wir uns auf den

90°-Koppler und den Balun und untersuchen deren Leistungsfähigkeit, wenn Oberwellen zweiter Ordnung isoliert werden sollen – ein wesentliches Leistungsmerkmal jedes Kopplungsbausteins.

Balun:

Ein idealer Balun bietet:

- Symmetrisch-zu-unsymmetrisch-Umwandlung oder umgekehrt
- Impedanztransformation bei Grundfrequenzen (optional)
- Auslöschung geradzahligter Oberwellen in Richtung der Last (verhindert Reflexionen geradzahligter Oberwellen vom Kanalfilter)
- Ein „offen“ für geradzahligte Oberwellen am Eingang des Baluns

Ein Balun ist zwar der am häufigsten verwendete Kombinier-

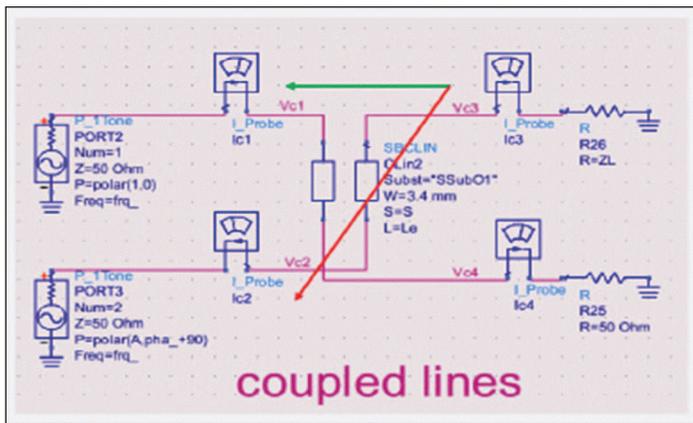


Bild 6a: 90°-Koppler und Reflexion der zweiten Oberwelle
 grüner Pfeil = direkter Pfad ohne Reflexion der zweiten Oberwelle
 roter Pfeil = 90°-Pfad

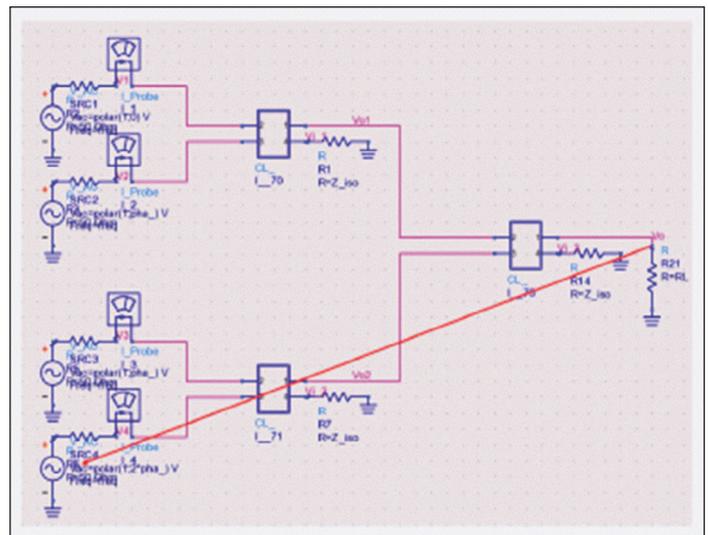


Bild 6b: 90°-Kopplernetzwerk roter Pfeil = Reflexion der zweiten Oberwelle in Richtung eines Verstärkers

rer in UHF-Breitbandverstärkern – er weist aber erhebliche Einschränkungen bei UWB-Doherty-Verstärkern auf. Harmonische Resonanzen zweiter Ordnung können Interferenzen im gleichen Frequenzband verursachen, was zu erheblichen Leistungs- und Wirkungsgradverlusten in einigen Kanälen führt.

Obwohl dies den Einsatz von Baluns in Doherty-Designs, die das gesamte UHF-Band abde-

cken, ausschließt, können sie verwendet werden, wenn das UHF-Band in Teilbänder unterteilt ist (Bild 5c, wobei 120 MHz Bandbreite erreichbar sind).

90°-Koppler:

Heutzutage ist der mit UWD-Verstärkern verwendete Kombinierer meist ein 90°-Koppler, ein Baustein mit vier Toren, der entweder zum gleichmäßigen Teilen eines Eingangssignals mit einer resultierenden 90°-Pha-

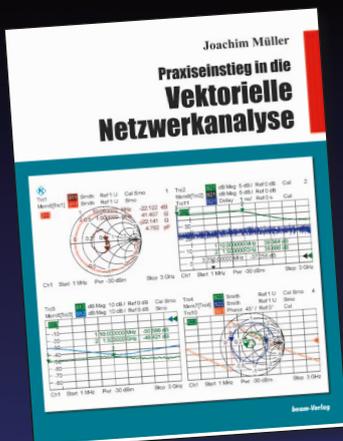
senverschiebung zwischen den Ausgangstoren oder zum Kombinieren zweier Signale verwendet wird, während zwischen den Toren eine hohe Isolation aufrechterhalten wird.

Diese Konfiguration stellt einen hohen Grad an Isolation zwischen den zwei Ausgangstoren und den zwei Eingangstoren ohne unerwünschte Wechselwirkung sicher. Die Eigenschaften

des Kopplers sind derart, dass der direkte Pfad (0-Pfad) die Reflexionen der zweiten Oberwelle isoliert und der 90°-Pfad diese Reflexionen durchlässt.

Dies bedeutet, dass nur ein Verstärker eine Reflexion der Oberwelle erhält (Bild 6a). Werden mehr 90°-Koppler verwendet (Bild 6b: drei Koppler), erhält nur ein Transistor von vier die volle Reflexion. ◀

Fachbücher für die Praxis



Praxiseinstieg in die vektorielle Netzwerkanalyse

Joachim Müller,
 21 x 28 cm, 142 Seiten, zahlr. Abb. und Tabellen
 ISBN 978-3-88976-159-0,
 beam-Verlag 2011, 32,- €
 Art.-Nr.: 118100

In den letzten Jahren ist es der Industrie gelungen, hochwertige vektorielle Netzwerkanalysatoren vom schwergewichtigen Gehäuse bis auf Handheldgröße zu verkleinern. Doch dem nicht genug: Durch ausgefeilte Software wurden einfache Bedienkonzepte bei steigender Funktionalität erreicht.

Auch für den Funkamateurl wird neuerdings die Welt der Netzwerkanalyse durch Selbstbauprojekte, deren Umfang und Funktionalität den Profigeräten sehr nahe kommen, erschlossen. Damit sind die Voraussetzungen für die Anwendung der vektoriellen Netzwerkanalyse im Feldeinsatz aus Sicht der verfügbaren Gerätetechnik geschaffen.

Fehlte noch die geräteneutrale Anleitung zum erfolgreichen Einstieg in die tägliche Praxis.

Das in Hard- und Software vom Entwickler mit viel Engagement optimal durchkonstruierte Gerät büßt alle seinen hervorragenden Eigenschaften ein, wenn sich beim Messaufbau grundlegende Fehlerquellen einschleichen.

Dieses Buch beschäftigt sich mit den Grundlagen des Messaufbaus, unabhängig vom eingesetzten Gerät, um den Praxiseinstieg zu meistern.

Unser gesamtes Buchprogramm finden Sie unter www.beam-verlag.de
 oder bestellen Sie über info@beam-verlag.de

Aktives Lernmodul für die Fortbildung

Das ADALM1000-Modul von Analog Devices ist ein aktives Lernwerkzeug, das die Beziehung zwischen Strom, Spannung, Impedanz (Widerstand, Induktivität, und Kapazität) illustriert und dabei in die Grundlagen der Elektrotechnik einführt.

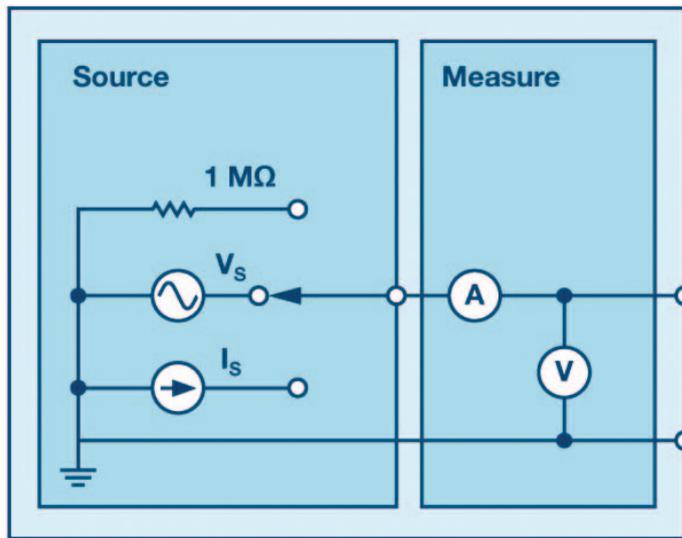


Bild 1: Blockschaltbild des ADALM1000

Die ADALM1000 bereichert das Lernen mit einem persönlichen, tragbaren Labor bei Verwendung mit einem Laptop oder Tablet-PC. Die PixelPulse-Anwendungs-Software bietet dabei eine innovative grafische Benutzeroberfläche (GUI) für die Visualisierung und Manipulation von analogen Signalen. Der Artikel stellt anhand der Untersuchung des Einschwingverhalten von RC-Schaltungen Einsatzmöglichkeiten vor.

Das ADALM1000-Modul bietet Zugriff auf die tatsächlichen Schaltungen und Konzepte in einer realen Echtzeit-Entwicklungsumgebung. Es handelt sich um ein USB-versorgtes Lernwerkzeug, welches Oszilloskop (100 kS/s) und Funktionsgene-

rator (100 kS/s) vereint bei 16 Bit (0,05%) Grundmessgenauigkeit mit vierstelliger Auflösung. Quellen- und Senkenbetrieb ist möglich. Bild 1 zeigt die innere Struktur. Die PixelPulse-Open-Source-Software unterstützt Windows, Linux und OS X. Das ADALM1000-Modul eignet sich somit für Vorlesungen und Laborübungen gleichermaßen. Kursmaterialien stehen zum kostenlosen Herunterladen bereit.

Zeitverhalten der RC-Schaltung

Ziel des hier dokumentierten Laborversuchs ist es, das Verhalten eines RC-Glieds zu untersuchen und den Einfluss seiner Zeitkonstanten auf die Span-

nung am Kondensator mithilfe von Impulsbetrieb zu verstehen. Dazu wird eine Impulsfolge an die RC-Schaltung gelegt.

Die Zeitkonstante ist bekanntlich ein Maß für die Zeit, die vergehen muss, bis bestimmte Spannungs- und Stromänderungen in RC- und RL-Schaltungen erfolgt sind. Im Allgemeinen nimmt man an, dass der Kondensator im RC-Glied nach vier bis fünf Zeitkonstanten als komplett geladen/entladen angesehen werden kann, obwohl diese Zustände in endlicher Zeit theoretisch nie erreicht werden. Doch beträgt die Spannung über dem Kondensator bei Ladung dann ungefähr 98 bzw. 99% des möglichen Maximalwertes. Dies wird als Einschwingverhalten des Schaltkreises bezeichnet. Der eingeschwungene Zustand wird im Englischen Steady-State Response (SSR) genannt. Tabelle 1 zeigt die prozentualen Spannungs- und Stromwerte für den Kondensator im RC-Ladeschaltkreis bei einer bestimmten Zeitkonstante während des Aufladens. Es lässt sich zeigen, dass sich die Spannung über dem Kondensator so berechnet:

$$V_C(t) = V \left(1 - e^{\left(\frac{-t}{RC}\right)} \right) t \geq 0$$

Darin ist V die zum Zeitpunkt 0 angelegte konstante Spannung. Sie steigt gemäß Bild 2 an. Die Entladespannung für den Kondensator ist:

$$V_C(t) = V_0 e^{\left(\frac{-t}{RC}\right)} t \geq 0$$

Darin ist V₀ die im Kondensator bei t = 0 gespeicherte Initialspannung. Die Verlaufskurve ist durch eine abfallende Exponentialfunktion gekennzeichnet (Bild 3).

RC-Schaltung im Experiment

Es wurde mit zwei Widerständen (2,2 und 10 kOhm) und zwei Kondensatoren (10 nF und

Autoren:
Doug Mercer
Antoniu Miclaus

Analog Devices, Inc.
www.analog.com

Zeitkonstante (τ)	Prozent der maximalen	
	Spannung	Strom
0.5 τ	39.3%	60.7%
0.7 τ	50.3%	49.7%
τ	63.2%	36.8%
2 τ	86.5%	13.5%
3 τ	95.0%	5.0%

Tabelle 1: Prozentuale Spannungs- und Stromwerte für bestimmte Zeitpunkte

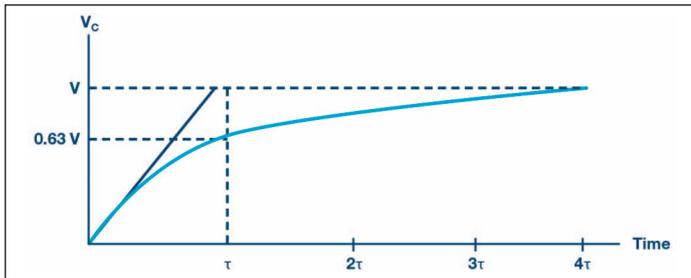


Bild 2: Aufladen eines Kondensators mit einem Sprungsignal

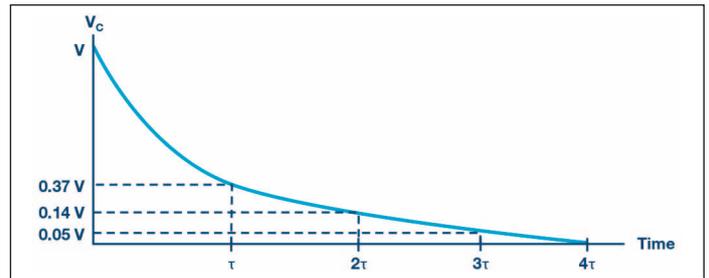


Bild 3: Spannung bei Kondensatorentladung

1 μF) gearbeitet. Damit wurde die in Bild 4 gezeigte Schaltung auf einer Steckplatine lötfrei zunächst mit den Bauteilwerten 2,2 kOhm und 1 μF aufgebaut. Das weitere Vorgehen könnte so aussehen:

- wählen Sie im AWG-A-Mode-Dropdown-Menü SVM1
 - wählen Sie in den AWG-A-Shape-Dropdown-Menüs Square
 - wählen Sie im AWG-B-Mode-Dropdown-Menü Hi-Z
 - wählen Sie im Alice-Curves-Dropdown-Menü CA-V und CB-V für die Anzeige
 - wählen Sie im Trigger-Dropdown-Menü CA-V und Auto Level
 - stellen Sie die Zeitbasis solange ein, bis Sie ungefähr zwei Zyklen der Rechteck-
- öffnen Sie die Oszilloskop-Software Alice
 - stellen Sie den Kanal A des AWG (Arbitrary Waveform Generator) auf den Minimalwert 0,5 V und den Maximalwert auf 4,5 V ein und legen Sie eine Rechteckwelle mit 4 Vss, zentriert um 2,5 V, als Eingangsspannung an

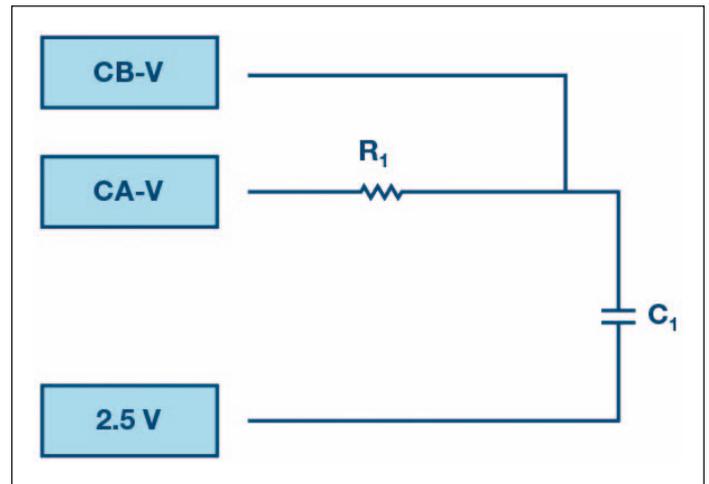


Bild 4: Anschaltung der Bauelemente

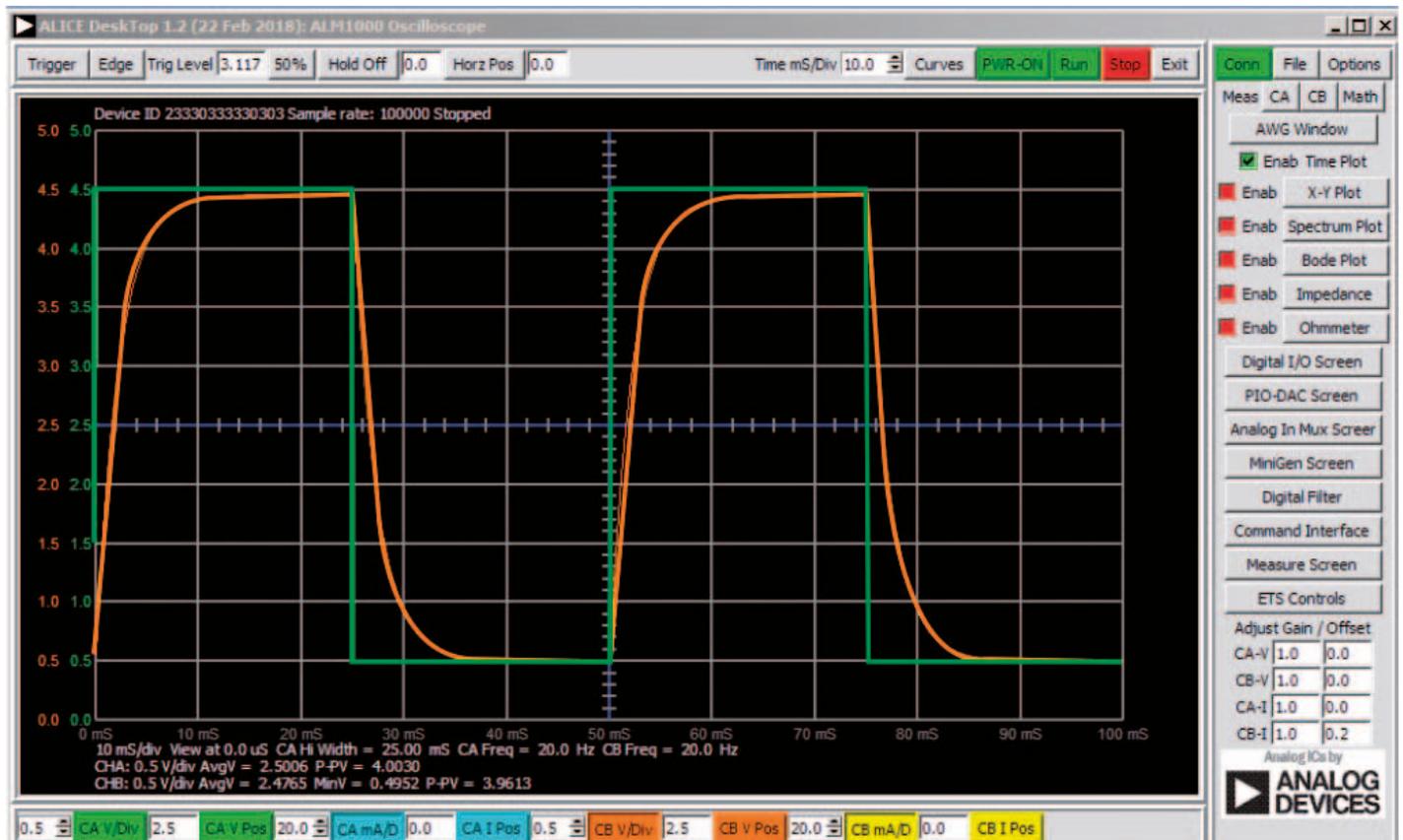


Bild 5: Oszilloskopkonfiguration

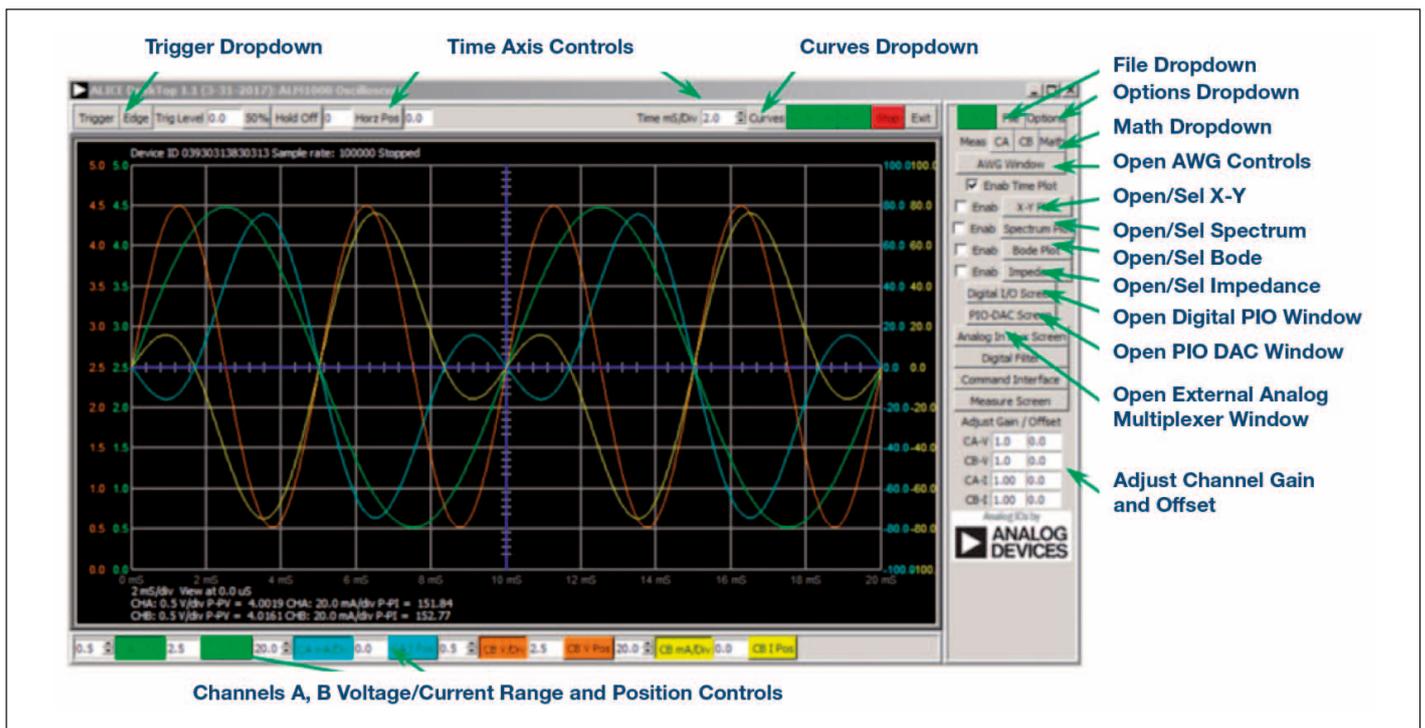


Bild 6: Menü der Software Alice Desktop 1.1

welle auf dem Display-Raster sehen (Bild 5).

Diese Konfiguration nutzt das Oszilloskop, um den Eingang des Schaltkreises auf Kanal A und den Ausgang des Schaltkreises auf Kanal B zu betrachten. Vergewissern Sie sich, dass beim Sync AWG Selector ein Häkchen gesetzt ist.

Beobachtet wurde das Verhalten des RC-Tiefpassglieds für die folgenden drei Fälle:

- Pulsbreite größer als 5 RC

Die Frequenz sollte ungefähr 15 Hz betragen. Der Kondensator lädt sich voll auf und ab.

- Pulsbreite = 5 RC

Die Frequenz sollte 45 Hz sein. Auch dabei sollte der Kondensator sich praktisch während eines Impulszyklus praktisch komplett aufzuladen und zu entladen.

- Pulsbreite kleiner als 5 RC

In diesem Fall hat der Kondensator keine Zeit, um sich annähernd voll aufzuladen, bevor er entladen wird und umgekehrt.

Wiederholt man die Prozedur mit z.B. 10 kOhm und 10 nF, so ergeben sich gleiche Oszilloskopdarstellungen bei gleichen

Verhältnissen von Impulsdauer bzw. Frequenz zu Zeitkonstante.

Viele weitere Möglichkeiten

Die PC-Software Alice bietet die folgenden Funktionen:

- zweikanaliges Oszilloskop
- zweikanalige AWG-Steuerung
- X- und Y-Display zur grafischen Darstellung gemessener Spannungen und Strömen gegenüber Spannungs- und Stromwerten sowie Spannungswellenform-Histogramme
- zweikanaliger Spektrumanalysator für Frequenzbereichsdarstellung und Analyse von Spannungsverläufen
- Bode-Plotter und Netzwerkanalysator mit internem Sweep-Generator
- Impedanzanalysator zum Analysieren von komplexen RLC-Netzwerken und als RLC-Messgerät sowie Vektor-Spannungsmesser
- DC-Ohmmeter, auch zum Messen in Bezug auf bekannte Widerstände

- Platinen-Selbstkalibrierung mit der 2,5-V-Präzisionsreferenz
- M1K Voltmeter/M1K Messquelle/M1K PC-Tool

Bild 6 vermittelt eine Impression vom Menü der Software Alice Desktop 1.1.

Autorenvorstellung



Doug Mercer

erlangte seinen Abschluss als Bachelor of Science in Electrical Engineering (BSEE) 1977 am Rensselaer Polytechnic Institute (RPI). Seit er 1977 zu Analog Devices kam, hat er direkt oder indirekt zu über 30 Wandlerprodukten beigetragen und hält 13 Patente. 1995 wurde er zum ADI Fellow ernannt. 2009 gab er seine Vollzeitbeschäftigung auf und ist seither als Fellow Emeritus beratend für ADI tätig. In die-

ser Funktion leistet er Beiträge zum Active Learning Program. 2016 wurde Mercer der Titel Engineer in Residence innerhalb des ECSE Departments bei RPI verliehen.



Antoniu Miclaus

ist ein System Applications Engineer bei Analog Devices. In dieser Funktion arbeitet er an akademischen Programmen von ADI sowie an Embedded Software für Circuits from the Lab und QA-Prozessmanagement. Miclaus ist seit Februar 2017 bei Analog Devices in Cluj-Napoca, Rumänien. Aktuell ist er ein Master-of-Science-Student (M.Sc.) im Software Engineering Master's Programm an der Babes-Bolyai University und hat einen Abschluss als B.Eng. in Elektronik und Telekommunikation von der Technical University von Cluj-Napoca, Rumänien. ◀

IEC-Funkentstörfilter für Anwendungen bis über 300 MHz



Eine neue Serie von Funkentstörfiltern mit IEC- Eingang C14 oder C20 und garantierter stabiler Dämpfung bis 300 MHz präsentierte SE Spezial-Electronic auf der electronica 2018. Die von Schaffner für anspruchsvolle Hochfrequenzanwendungen entwickelte zweistufige Hochleistungs-

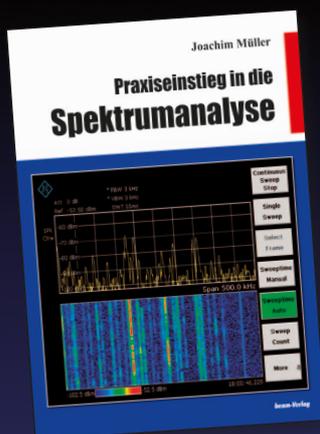
Filterreihe FN 9255 überzeugt im Bereich von 150 kHz bis 300 MHz durch außergewöhnlich gute Dämpfungseigenschaften. Insgesamt stehen rund 100 verschiedene Filtertypen zur Verfügung, darunter auch zwei Versionen mit bzw. ohne Erdleiterdrossel für den medizinischen Einsatz.

Hinsichtlich der Baugröße unterscheiden sich die neuen Hochleistungsfilter von den etablierten Serien FN 9222, FN 9233, FN 9244 lediglich in der Länge. Neu ist zudem eine Version mit Einpressmutter, die eine zuverlässige rückseitige Montage ohne feste Verbindung mit dem Systemgehäuse ermöglicht.

Dank der Variantenvielfalt und den hervorragenden Dämpfungseigenschaften ist die für einen Betriebstemperaturbereich von -25 bis +85 °C ausgelegte FN 9255-Serie für den Einsatz in unterschiedlichsten Haushalts-, Audio-, Video- und Medizinprodukten geeignet. Die Filter verfügen über die UL 60939-3-, IEC 60939-3- und CQC-Zulassung, sind nach CE gekennzeichnet und entsprechen RoHS II (2015/863). ◀

SE Spezial-Electronic GmbH
www.spezial.com

Fachbücher für die Praxis



Praxiseinstieg in die Spektralanalyse

Joachim Müller,
21 x 28 cm, 198 Seiten,
zahlr. überwiegend farbige Abb.
Diagramme, Plots
ISBN 978-3-88976-164-4,
beam-Verlag 2014, 38,- €
Art.-Nr.: 118106

Ein verständlicher Einstieg in die Spektralanalyse - ohne höhere Mathematik, der Schwerpunkt liegt auf der Praxis mit Vermittlung von viel Hintergrundwissen.

Hintergrundwissen:

- Der Zeit- und Frequenzbereich, Fourier
- Der Spektralanalyzer nach dem Überlagerungsprinzip
- Dynamik, DANL und Kompression

- Trace-Detektoren, Hüllkurvendetektor, EMV-Detektoren
- Die richtige Wahl des Detektors
- Moderne Analyzer, FFT, Oszilloskope mit FFT
- Auswahl der Fensterung - Gauß, Hamming, Kaiser-Bessel
- Die Systemmerkmale und Problemzonen der Spektralanalyzer
- Korrekturfaktoren, äquivalente Rauschbandbreite, Pegelkorrektur
- Panorama-Monitor versus Spektralanalyzer
- EMV-Messung, Spektralanalyzer versus Messempfänger Messpraxis:
- Rauschmessungen nach der Y-Methode, Rauschfaktor, Rauschmaß
- Einseitenbandrauschen, Phasenrauschen
- Signal/Rauschverhältnis, SNR, S/N, C/N
- Verzerrungen und 1 dB-Kompressionspunkt
- Übersteuerung 1. Mischer - Gegenmaßnahmen
- Intermodulationsmessungen
- Interceptpoint, SHI, THI, TOI
- CW-Signale knapp über dem Rauschteppich
- Exakte Frequenzmessung (Frequenzzählerfunktion)
- Messung breitbandiger Signale
- Kanalleistungsmessung, Nachbarkanalleistungsmessung
- Betriebsart Zero-Span
- Messung in 75-Ohm-Systemen
- Amplituden- und Phasenmodulation (AM, FM, WM, ASK, FSK)
- Impulsmodulation, Puls-Desensitization
- Messungen mit dem Trackinggenerator (skalare Netzwerkanalyse)
- Tools auf dem PC oder App's fürs Smart-Phone

Unser gesamtes Buchprogramm finden Sie unter www.beam-verlag.de
oder bestellen Sie über info@beam-verlag.de

Entwicklung und Spezifizierung eines HF-Schaltsystems



In der Entwicklungsphase eines Hochfrequenz-Prüfsystems hat die Auslegung des Schaltsystems oft eine untergeordnete Priorität.

Häufig müssen jedoch grundlegende Entscheidungen bereits früh in der Entwicklungsphase getroffen werden, wodurch sich die HF-Schaltlösung schnell zu einem bestimmenden Element entwickelt.

Bevor jedoch mit ihrer Auslegung begonnen werden kann, müssen die erforderlichen Eckparameter der Anwendung bestimmt werden: Benötigt wird eine Spezifikation mit genauen Leistungsdaten für das HF-Schaltsystem.

Die Kernfragen

in diesem Zusammenhang sind u.a.:

- Welche Signalfrequenzen sind zu erwarten?
- Welche Signalpegel und -leistungen müssen verarbeitet werden?
- Zu welchen Steckverbindern und Kabeln muss das Schaltsystem passen?

- Welche Kabel- und Steckertypen erfordert der Prüfling?
- Welche Tests sind erforderlich (Schaltflexibilität, Schaltzeiten...)?
- Welches Bus- und Betriebssystem sowie welche Anwendungssoftware kommen zur Anwendung?
- Wie soll das Schaltsystem gesteuert, wie räumlich aufgebaut sein?

Antworten auf diese Fragen früh in der Entwicklungsphase helfen, Überblick darüber zu gewinnen, welche Schaltmodule mit welchen Relaisarten auszuwählen sind, wie der Prüfling anzuschließen ist und wie eine Systemlösung im Allgemeinen aussehen sollte.

Relais-Grundtypen

Eine weitere wichtige Frage ist die nach dem grundsätzlichen Relaisart: elektromechanisch oder halbleiterbasiert? Tabelle

1 fasst die Vor- und Nachteile zusammen.

Schalter auf Basis einer CMOS- oder GaAsFET-Technologie erreichen im Vergleich zu elektromechanischen Ausführungen eine sehr hohe Schaltgeschwindigkeit und Lebensdauer, haben jedoch eine große Einfügedämpfung. In vielen Fällen kann diese durch Signalanpassung kompensiert werden. Auch die Isolationswerte können kritischer sein als bei elektromechanischen Schaltern, denn Halbleiterrelais sind von Natur aus sehr klein und weisen daher sehr kleine Abstände bei der Signalführung auf. Verbessert werden kann das Verhalten durch Anwendung absorbierender Schalter oder auch durch kaskadierte Schalter, wenngleich das wiederum die Einfügedämpfung negativ beeinflusst. Vorteil der geringen Baugröße ist die gute Integrationsmöglichkeit durch hohe Packungsdichte.

Zu bedenken ist auch, dass mit steigender Bandbreite die Produktion elektromechanischer Relais schwieriger wird, da selbst geringfügige mechanische Schwankungen die Leistungsdaten beeinträchtigen. Infolgedessen können Ausführungen für über 3 GHz sehr kostspielig sein bei reduzierter Lebensdauer (Anzahl der Schaltzyklen bei moderater Belastung).

Aber auch Halbleiterrelais haben Einschränkungen. So können sie z.B. weniger HF-Leistung schalten als ihre mechanischen Pendanten. Schaltsysteme auf Basis von Halbleiterrelais eignen sich sehr gut für Anwendungen mit Signalpegeln bis 20 dBm, womit die Anforderungen zahlreicher Applikationen abgedeckt sind. Bei hohen Signalpegeln ist hier z.B. die Nichtlinearität zu beachten.

Die Anwendung von HF-Halbleiterschaltern bei Frequenzen unter 10 MHz ist, um Beschädigungen zu vermeiden, nicht

*Autor:
Matthias von Bassenheim
Geschäftsführer
Pickering Interfaces
Deutschland
www.pickeringtest.com*

Relais-Art	Vorteile	Nachteile
elektromechanisch	geringere Einfügedämpfung, bessere Isolation, größerer Frequenzbereich (bis 65 GHz), höhere Belastbarkeit	geringere Schaltgeschwindigkeit (ms gegenüber μ s), größere Bauform
Halbleiter	höhere Schaltgeschwindigkeit (bis zu 1000-fach), kleiner, zuverlässiger	höhere Einfügedämpfung, schmalerer Frequenzbereich (10 MHz bis 6 GHz)

Table 1: Die Grundtypen im Vergleich

allzu ratsam. Oft sollte eine AC-Kopplung erwogen werden. Bei hohen Anforderungen an die Intermodulationseigenschaften kann der Intercept-Point dritter Ordnung (IP3), der das Intermodulationsverhalten charakterisiert, herangezogen werden. Die Pickering-Serie 40-880 bietet hier beispielsweise mehr als 60 dBm.

Steckverbinder und Kabel

erfordern weiter die Aufmerksamkeit des Entwicklers. HF-Schaltsysteme werden mit unterschiedlichsten HF-Steckverbindern geliefert. Die folgende Übersicht beschreibt die gängigen Typen:

• SMB



Dieser kleine Steckverbinder kann bis 4 GHz benutzt werden und ist in den Versionen 50 und 75 Ohm verfügbar. Seine geringen Abmessungen prädestinieren ihn für PXI-Module; es lassen sich viele Buchsen auf der Frontplatte des Moduls anordnen. Die werkzeuglose SnapOn-Verriegelung sorgt für eine einfach zu bedienende, schnelle und sichere mechanische Verbindung. Das SMB-System ist wohl gerade deshalb weit verbreitet, und konfektionierte Kabel können von vielen Distributoren bezogen werden. Die geringe Größe lässt jedoch nur verhältnismäßig dünne und somit relativ hoch deämpfende Kabel zu.

• MCX

Diese Steckverbinder weisen gegenüber den SMB-Ausfüh-

rungen einige Vorteile auf. Sie bieten bis zu 6 GHz bessere HF-Eigenschaften und sind noch etwas kleiner. Ebenso wie das SMB-System verfügen sie über einen SnapOn-Mechanismus zur werkzeuglosen Montage und Verriegelung. Obwohl nicht so verbreitet wie SMB-Steckverbinder, sind sie die höherwertige Wahl. Kabel stehen von zahlreichen Herstellern in 50- als auch 75-Ohm-Ausführungen zur Verfügung.

• SMA



Diese Steckverbinder eignen sich bis 18 GHz und können mit dickeren und sogar halbstarren Kabeln eingesetzt werden. Damit ausgestattete Systeme profitieren von sehr guter HF-Leistung und geringen Verlusten. Sie sind jedoch größer als SMB- und MCX-Steckverbinder und benötigen zur Montage einen kleinen Gabelschlüssel, idealerweise als Drehmomentschlüssel ausgeführt, um zum einen eine sichere Verbindung zu erreichen und zum anderen mechanische Überlastung zu vermeiden. Aktuell sind nur 50-Ohm-SMA-Steckverbinder erhältlich.

• QMA

Diese Steckverbinder wurden speziell für Telekommunikationssysteme, kleine Mobilfunksysteme und WiFi-Anwendungen entwickelt, für die hohe Leistung und werkzeuglose Handhabung unverzichtbar ist. Sie sind den SMA-Steckverbindern sehr ähnlich und haben zusätzlich

eine gesicherte SnapOn-Verriegelung. Nach dem Einrasten des Steckers kann er erst durch Betätigen eines Sicherungsringes wieder getrennt werden. Versehentliches Lösen oder Trennen eines verbundenen Kabels ist nahezu ausgeschlossen. QMA-Steckverbinder können bis zu 18 GHz verwendet werden, optimal geeignet sind sie für Frequenzen bis 6 GHz. Es gibt aktuell nur 50-Ohm-Ausführungen.

• N

Typ-N-Stecker werden aufgrund ihrer Größe und Robustheit häufig bei Tischgeräten verwendet. Mit ihnen lassen sich besonders große und somit verlustarme Kabel ausstatten. Es gibt sowohl 50- als auch 75-Ohm-Ausführungen. Für die Verwendung bei PXI-HF-Schaltsystemen sind sie aufgrund der Größe weniger geeignet.

• F

Typ-F-Steckverbinder sind häufig bis 2 GHz spezifiziert, sollten aber nur bis 1 GHz verwendet werden. Sie zeigen häufig Schwächen bei der Impedanzanpassung, was bei höheren Frequenzen durch hohes SWR zu Signalstörungen führen kann. Typ F-Steckverbinder sollten in Messtechnikanwendungen nur eingesetzt werden, wenn keine andere Alternative besteht.

• mehrpolige HF-Steckverbinder

Diese werden von Positronics, Souriau und anderen Herstellern produziert. Ein Steckverbinderblock beinhaltet in proprietären Kontaktanordnungen eine Vielzahl von Koaxialverbindungen. Durch die hohe Verbindungsdichte innerhalb einer relativ kleinen Frontplattenfläche bieten sie sich besonders für PXI-

Module an. So wird eine flächensparende, schnelle, sichere und gleichzeitige Kopplung vieler Koaxialverbindungen ermöglicht. Die Steckverbinder sind äußerst kompakt und nutzen die Crimptechnik zur Herstellung der Anschlüsse zu dünnen Koaxialkabeln. Der miniaturisierte Aufbau dieses Steckertyps erreicht eine qualitativ gute Signalübertragung bis 500 MHz. Pickering empfiehlt, für Messtechnikanwendungen 500 MHz wegen zunehmender Signaldegeneration durch hohes SWR nicht zu überschreiten.

Terminiert oder Nichtterminiert?

So lautet eine weitere Frage. Die Terminierung der Ports eines HF-Schalters bringt für viele Anwendungen Vorteile. HF-Schalter mit terminierten Ein- und Ausgängen sind zwar kostspieliger, dafür bieten sie aber auch eine bessere Systemleistung, indem sie das Stören anderer Verbindungen z.B. durch Übersprechen, Resonanz und Isolation reduzieren. Das Übersprechen ist zwar nicht vollständig eliminiert, die Leistungsmerkmale des HF-Schalters sind jedoch allgemein besser und auch konsistenter. Es gibt so gut wie keine Resonanzeffekte, auch wenn die Verbindungslänge ein Viertel der Wellenlänge oder ein ungerades Vielfaches davon betragen sollte. Unterterminiert käme es sonst zu additiver bzw. subtraktiver Überlagerung der Signale.

Eine Fehlanpassung der Impedanz des Schalteingangs an die Signalquelle hat grundsätzlich ein hohes SWR zur Folge. Nichtterminierte Schalter reflektieren dann hohe Spannungswerte. Zusätzlich dazu können die Reflexionen auch die HF-Quelle belasten. Sender arbeiten meist mit hohem SWR am Ausgang, um die Leistungsverluste im treibenden Verstärker zu minimieren (beim SWR 1 würde die halbe Leistung in der Ausgangsstufe verloren gehen). Dies ist jedoch kein Problem, solange es an der Quelle zu keinen Reflexionen kommt.



Pickering Interfaces bietet HF-Schaltsysteme für den PXI- und den LXI-Standard an

Bei Schaltern mit integrierten Terminierungen ist gegebenenfalls eine Limitierung der HF-Leistung zu erwägen. Ohne Terminierung im Schaltmodul wird die thermische HF-Last auf Werte begrenzt, die durch die Einfügeverluste der HF-Pfade bestimmt ist. Bei terminierten Schaltern hingegen ist es normalerweise die Terminierung im Schalter, die die Leistung begrenzt.

Übersprechen und Isolation

hängen stark von der Applikation ab. Wenn z.B. eine Reihe von Baugruppen geprüft wird, dabei aber immer nur eine aktiv ist, spielen Übersprechen und Isolation keine größere Rolle, da die inaktiven Geräte keine Signale generieren. Ein anderes Beispiel einer Anwendung, die keine hohen Isolationswerte erfordert, ist, wenn zu prüfende Produkte unterschiedliche Frequenzen oder Zeitfenster benutzen und das Messgerät entweder frequenz- oder zeitselektiv arbeitet.

Grundsätzlich jedoch ist es gut, das Übersprechen bei HF-Schaltern so gering wie möglich zu halten. Werden z.B. mehrere Signale mit ähnlichen Frequenzen und Pegeln gemultiplext, wird der ausgewählte Kanal störende Signalanteile aus den anderen Kanälen aufweisen. Geht man davon aus, dass üblicherweise diese Signale keinen oder kaum Bezug zueinander haben, werden von ihnen Leistungsanteile dem Messkanal hinzugefügt. Bei großen Multiplexern oder Matrizen können sich

so die Pegel der Störsignale signifikant erhöhen, möglicherweise so weit, dass eine bessere Isolationklasse gewählt werden muss.

Anwendungen, bei denen sich die Signalpegel auf unterschiedlichen Kanälen des HF-Schalters stark unterscheiden, können Schalterausführungen mit besonders niedrigem Übersprechen zwischen Kanälen erfordern. Wenn beispielsweise ein Kanal (der Störer) ein Signal mit einem Pegel von 13 dBm hat und ein weiterer (gestörter) einen Signalpegel von -17 dBm, dann müsste man etwa 40 dB Isolation zwischen diesen beiden Kanälen fordern.

Kompromisse und Design-Tipps

Wie bei jedem Entwicklungsprojekt werden Kompromisse bei Leistung, Verfügbarkeit, Komplexität und nicht zuletzt Budget erforderlich sein. Erfordert eine Anwendung hohe Isolation bzw. niedriges Übersprechen, ist es ratsam, zwischen einer räumlich weniger dicht besetzten Schaltungslösung und einem HF-Schalter mit besonders hoher Abschirmung abzuwägen.

Beim Entwurf eines HF-Schaltsystems können aber auch noch andere Punkte berücksichtigt werden, die helfen Übersprechen zu minimieren und Isolation zu verbessern. Die Wahl geeigneter Signalpegel reduziert das Übersprechen zwischen Kanälen, wenn die Amplituden der induzierten Störsignale unter dem Grundrauschen des empfangenden Messgerätes bleiben.

Ein weiterer Ansatz könnte sein, eine Leistungssteuerung zu integrieren, die die Signalpegel der aktuell nicht für die Messung selektierten Pfade reduziert.

Es sollte weiter beachtet werden, dass die Spezifikationen für Übersprechen/Isolation unter angepasster Impedanz ermittelt werden. Bei vielen Schaltsystemen, insbesondere wenn niedrige Frequenzen zu schalten sind, ist die Hauptursache des Übersprechens die kapazitive Kopplung zwischen Leiterbahnen oder Relaiskontakten. Wenn Quell- und Lastimpedanzen erheblich höher sind als 50 Ohm, ist das Übersprechverhalten wahrscheinlich schlechter als in den Spezifikationen des Schaltsystems angegeben. In einer überschlägigen Abschätzung kann man davon ausgehen, dass jede Verdopplung der Impedanz das Übersprechen um etwa 6 dB anhebt. Liegen beispielsweise die Quell- und Lastimpedanzen statt bei 50 bei 600 Ohm, ist das Übersprechen um etwa 20 dB höher.

Weiter zu berücksichtigen ist, dass die Spezifikation für Übersprechen und Isolation an den Modul-Steckverbindern angegeben wird. Auch daran angeschlossene Kabel und Steckverbinder tragen jedoch zum Übersprechverhalten bei.

Wahl der Plattform: PXI oder LXI?

Schließlich muss noch entschieden werden, welche Plattform für das Schaltsystem eingesetzt werden soll. Pickering Interfaces

bietet HF-Schaltsysteme für den PXI- und den LXI-Standard an. PCI eXtensions for Instrumentation, abgekürzt PXI, ist eine PC-basierte Plattform für Messsysteme, die das modulare Eurocard-Format von Compact-PCI benutzt. LAN eXtensions for Instrumentation oder LXI ist eine Plattform, die Ethernet verwendet, um Computer mit Testinstrumenten zu verbinden. Beide Systeme sind sehr ähnlich in der Konzeption, dennoch gibt es spezifische Vorzüge.

PXI-Systeme z.B. ermöglichen häufig platzsparende und homogene Systemlösungen, vor allem wenn es darum geht, unterschiedlichste Schalt-, Simulations- und Messinstrumente verschiedener Anbieter zu vereinen. LXI-Systeme sind eine ähnlich gute Wahl mit Schwerpunkt bei großen und leistungsstarken Schaltkonfigurationen oder bei Anwendungen, die eine Fernsteuerung erfordern. Der Test von Kabeltrassen in einer Flugzeugzelle z.B., kann es erforderlich machen, die Instrumentierung und das unterstützende HF-Schaltsystem an weit auseinanderliegenden Enden eines ziemlich langen Kabelbaums zu platzieren. Mittels LXI-Systemen ist das problemlos möglich.

Auch hybride Systeme sind problemlos möglich und liefern oft sehr effizient und vorteilhafte Systemlösungen. Dabei unterstützt moderne Testsoftware den Anwender, beide Systeme nahtlos zu integrieren und eine optimale Systemlösung aus beiden Welten zu kombinieren. ◀



Boonton is a leader in the manufacture of test equipment dedicated to measuring power and other parameters of RF and Microwave systems for multiple wireless markets.

70 Years of RF Power Measurement



ar deutschland

AR Deutschland GmbH | +49 6101 80270-0 | ardeinfo@arworld.us | www.ar-deutschland.com

In Europe, call ar United Kingdom +44 1908 282766 | ar France +33 1479 17530 | ar Benelux +31 172 423000





RTP5000 and RTP4000 Real-Time Power Sensors

Built with Boonton's *Real-Time Power Processing Technology*, the RTP5000 and RTP4000 Real-Time Power Sensors deliver ultra-fast 100,000 measurements per second, no gaps in signal acquisition and zero measurement latency. Combining this performance with True Average and Peak capability, multi-channel support and documentation tools make these sensors the ideal instruments for fast, accurate, and reliable RF power measurements.



RTP5000 Real-Time Peak Power Sensors

Features:

- Peak Power Sensor
- 6 GHz, 18 GHz and 40 GHz RF Power Sensors
- Up to 195 MHz video bandwidth with 3 ns rise time
- 100,000 measurements per second
- Crest factor, CCDF and statistical measurements

Applications:

- Crest factor and peak-to-average power (PAPR) measurements
- Telecommunication and satellite signals: QAM, OFDM, LTE, LTE-A, LTE-5G
- Wi-Fi signals: 802.11ac and legacy 802.11a/g/n/b
- RF and microwave pulse modulated power measurements: RADAR, MRI, Particle Accelerators
- Scalar measurements such as gain and return loss using modulated, pulsed and CW signals

RTP4000 Real-Time True Average Power Sensors

Features:

- True Average Power Sensor
- 6 kHz to 6 GHz frequency range
- -60 dBm to +20 dBm dynamic range
- 100,000 measurements per second
- Pulse, Average, CW and Modulation Modes

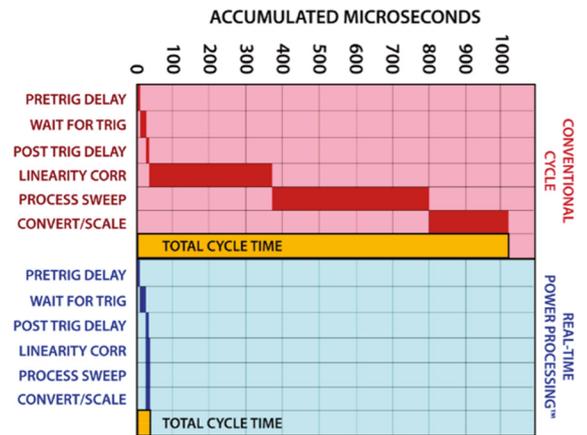
Applications:

- EMI/EMC – Return loss measurements, conducted and radiated immunity, antenna efficiency
- Automotive & Transportation – Collision Avoidance, WiFi/LTE Communications, Telemetry
- Scalar measurements such as gain and return loss on modulated and CW signals
- Gated average power measurements for modulates signals
- Communications – Amplifier efficiency, base station monitoring, compression point testing



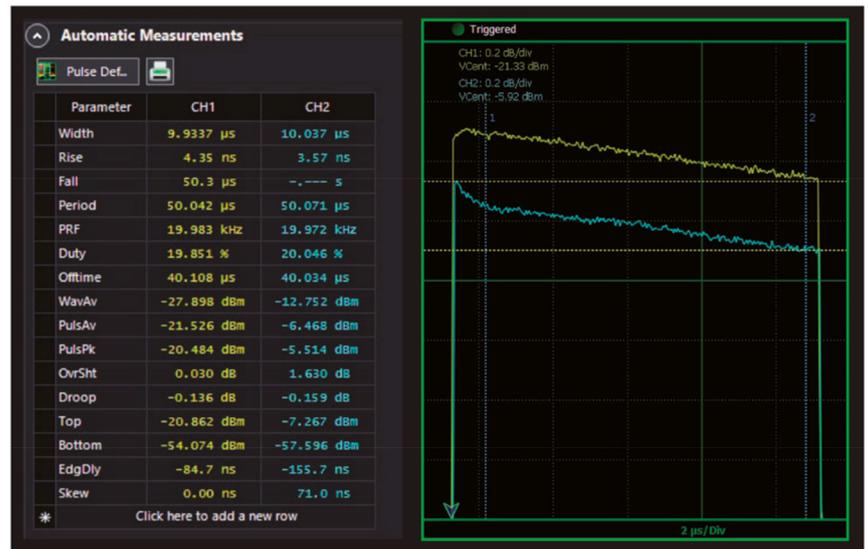
Real-Time Power Processing™

Real-Time Power Processing™ (RTPP) technology is a unique parallel processing methodology that performs the multistep process of RF power measurement at incredible, unmatched speeds. While conventional power meters and USB sensors perform steps serially, resulting in long re-arm times and missed data Boonton real-time power sensors with RTPP capture, display and measure every pulse, glitch and detail with no gaps in data and zero latency. Even the most dynamic and rapidly changing signals are accurately captured, measured and displayed.



Power Analyzer Suite

The Boonton Power Analyzer Suite unlocks the capabilities of the Real-Time Power sensors by providing a powerful, flexible user interface and a robust set of remote programming drivers and commands. The user interface provides a signal viewing window with 16 automatic measurements, markers, trigger controls and the ability to view signals from up to 8 sensors simultaneously. The drivers provide the tools necessary to integrate the sensors in to an automated test environment for fast measurement and data readout.



Specifications	RTP4006	RTP4106	RTP5006	RTP5318	RTP5340	RTP5518	RTP5540
RF Frequency range	10 MHz to 6 GHz	kHz to 6 GHz	50 MHz to 6 GHz	50 MHz to 18 GHz	50 MHz to 40 GHz	50 MHz to 18 GHz	50 MHz to 40 GHz
Average Dynamic range	-60 to +20 dBm	-60 to +20 dBm	-60 to +20 dBm	-34 to +20 dBm	-34 to +20 dBm	-50 to +20 dBm	-50 to +20 dBm
Pulse Dynamic range	-45 to +20 dBm	-45 to +20 dBm	-50 to +20 dBm	-24 to +20 dBm	-24 to +20 dBm	-40 to +20 dBm	-40 to +20 dBm
Internal Trigger range	-40 to +20 dBm	-40 to +20 dBm	-38 to +20 dBm	-10 to +20 dBm	-10 to +20 dBm	-27 to +20 dBm	-27 to +20 dBm
Rise Time (fast/slow)	2 µs	2 µs	3 ns/<10 µs	5 ns/<10 µs	5 ns/<10 µs	100 ns/<10 µs	100 ns/<10 µs
Video Bandwidth	175 kHz	175 kHz	195 MHz/350kHz	70 MHz/350kHz	70 MHz/350kHz	6 MHz/350kHz	6 MHz/350kHz
Single Shot Bandwidth	-	-	35 MHz	35 MHz	35 MHz	6 MHz	6 MHz
RF Input	Type N, 50 Ω	Type N, 50 Ω	Type N, 50 Ω	Type N, 50 Ω	2.92 mm, 50 Ω	Type N, 50 Ω	2.92 mm, 50 Ω
VSWR	1.15 (0.01 GHz to 2 GHz) 1.20 (2.0 GHz to 6 GHz)	1.15 (0.01 GHz to 2 GHz) 1.20 (2.0 GHz to 6 GHz)	1.25 (0.05 GHz to 6 GHz)	1.15 (0.05 GHz to 2 GHz) 1.28 (2.0 to 16 GHz) 1.34 (16 to 18 GHz)	1.25 (0.05 GHz to 4 GHz) 1.65 (4.0 to 38 GHz) 2.00 (38 to 40 GHz)	1.15 (0.05 GHz to 2 GHz) 1.20 (2.0 to 6 GHz) 1.28 (6 to 16 GHz) 1.34 (16 to 18 GHz)	1.25 (0.05 GHz to 4 GHz) 1.65 (4.0 to 38 GHz) 2.00 (38 to 40 GHz)
Measurement Speed	100k meas/sec (buffered mode) 1,000 meas/sec (continuous)	100k meas/sec (buffered mode) 1,000 meas/sec (continuous)	100k meas/sec (buffered mode) 800 meas/sec (continuous)	100k meas/sec (buffered mode) 800 meas/sec (continuous)	100k meas/sec (buffered mode) 800 meas/sec (continuous)	100k meas/sec (buffered mode) 800 meas/sec (continuous)	100k meas/sec (buffered mode) 800 meas/sec (continuous)
Remote Connectivity	USB 2.0, type B connector	USB 2.0, type B connector	USB 2.0, type B connector	USB 2.0, type B connector	USB 2.0, type B connector	USB 2.0, type B connector	USB 2.0, type B connector





True Average Connected Power Sensors

CPS2000 True Average Connected Power Sensors provide USB, LAN and PoE capabilities to enable easy RF power measurement of modulated and CW signals from 50 MHz to 8 GHz. Compatible with Windows and Linux systems, CPS2000 sensors include all the necessary drivers for programming through SCPI, IVI and LabVIEW. Connectivity and compatibility, combined with 60 dB dynamic range and 100 measurements per second, CPS2000 sensors are the ideal solution for lab, field, production test, ATE, remote monitoring and embedded environments.

Features

- 50 MHz to 8 GHz frequency range
- -40 dBm to + 20 dBm dynamic range
- True average power measurements for CW and Modulated signals
- USB, LAN and PoE connectivity
- SCPI, IVI and LabVIEW programming
- Windows and Linux compatibility
- >100 measurements per second
- Synchronized multi-channel measurement
- Streamlined user interface for fast, accurate measurements



ar deutschland

AR Deutschland GmbH | +49 6101 80270-0 | ardeinfo@arworld.us | www.ar-deutschland.com

In Europe, call ar United Kingdom +44 1908 282766 | ar France +33 1479 17530 | ar Benelux +31 172 423000



Handheld-Gerät vereinfacht Tests in LWL-Netzen

Der Handheldtester MT9085 bietet bei Installation und Wartung von Lichtwellenleitern in LTE- und 5G-Backhaul-Netzen sowie in Metro- und Core-Netzwerken höchste Messgenauigkeit und eine breitgefächerte Messkapazität.



Unter Beibehaltung der Mobilität, Leistung und Bedienbarkeit der bewährten Access-Master-Plattform bietet die neue Baureihe MT9085 einen 8-Zoll-Farbtouchscreen für eine verbesserte Bedienung sowie den innovativen Fiber Visualizer von Anritsu als Standardausrüstung.

8-Zoll-Touchscreen

Der integrierte 8-Zoll-Touchscreen, ein neuer Drehknopf und das Tasten-Layout der Baureihe Access Master MT9085 erleichtern die OTDR-Wellenform-Analyse und sorgen damit für einen nie dagewesenen Bedienkomfort, was zu einer Verkürzung der Arbeitszeit vor Ort beiträgt. Die Verifizierung und Verringerung der Prüfzeiten wird durch den Fiber Visualizer vereinfacht. Techniker im Feldeinsatz können das Tool nutzen, um sich Störstellen an Glasfaserkabeln, wie etwa an Spleißen, Steckern und Splitttern, in Form einer schematischen Übersicht anzeigen zu lassen. Durch den Verzicht auf komplexe Operationen, wie beispielsweise das Lesen und Analysieren optischer Signalverläufe (Wellenformen), ermöglicht der Fiber Visualizer den Technikern mit unterschiedlicher Berufserfahrung qualitativ hochwertige Glasfasermessungen und Pass/Fail-Evaluierungen. Außerdem wird durch die automatische Pass/Fail-Evaluierung, basierend auf voreingestellten Schwellenwerten, Bedienfehler bei der Evaluierung reduziert.

Hochexakte Erkennung von Störstellen

Mithilfe der Baureihe Access Master MT9085 wird eine hochexakte Erkennung von Störstellen erreicht. Diese Baureihe vereinfacht sämtliche Funktionen die für

die Installation und Wartung von Glasfaserkabeln in Anwendungen mit hohen Bandbreiten notwendig sind. Zusätzlich zur optischen Zeitbereichs-Reflektometrie (OTDR) mit vollem Funktionsumfang lassen sich mit der Baureihe Access Master MT9085 Messungen des optischen Leistungsverlustes und die Erkennung am fernen Ende des Glasfaserkabels durchführen.

Der mobile Fieldtester ist mit einem einzigartigen Algorithmus ausgestattet, der mit hoher Genauigkeit Glasfaser-Störstellen in komplexen passiven optischen Netzen (PONs) aufspürt, um den Arbeitsaufwand vor Ort zu reduzieren. Er verfügt über qualitativ hochwertige Signalverläufe in Echtzeit, einen kurzen Totbereich, einen hohen Dynamikbereich (46 dB) und unterstützt Signalverläufe sowohl in Singlemode- als auch in Multimode-Glasfaserkabeln (SMF bzw. MMF).

Eine flexible Plattform ermöglicht das problemlose Hinzufügen von Funktionen zur Baureihe Access Master MT9085. Ein sehr leistungsfähiges Gerät zum Messen der optischen Leistung, eine Lichtquelle, die Licht im sichtbaren Bereich abstrahlt, und eine Funktion zur Inspektion von Endflächen an Glasfaserkabeln mittels VIP (Video Inspection Probe) sind in die Plattform integrierbar. So wird ein vollständiges umfassendes Werkzeug geschaffen, das für die Installation und Wartung von Glasfaseranlagen genutzt werden kann. Die Messergebnisse lassen sich über WLAN- und Bluetooth-Verbindungen problemlos im zentralen Büro verwalten.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com

Ihr Partner für EMV und HF

Messtechnik-Systeme-Komponenten

AVIONIK-PRÜFTECHNIK & FUNKMESSPLÄTZE

Satelliten-Konstellations-Simulatoren
Testsysteme für Füllstandsmesser
Transponder & Interrogator Tester
Funkmessplätze (BOS, TETRA)
Testsysteme für Höhenmesser
Nav/Comm Tester



POSITIONING - TIMING - NAVIGATION

Zeit- & Frequenzstandards
GPS/GNSS Simulatoren
Störsignal-Simulatoren
Enterprise NTP Server
Distributionssysteme
PTB Masterclocks



HF- & MIKROWELLEN-MESSTECHNIK

Puls- & Signalgeneratoren
Zeit- & Frequenzzähler
Netzwerkanalysatoren
Spektrumanalysatoren
Leistungsmessköpfe
HF-Schaltfelder



HF- & MIKROWELLEN-KOMPONENTEN

Hohlleiterkomponenten bis 325 GHz
HF-Komponenten bis 100 GHz
SATCOM-Komponenten
RF-over-Fiber
Subsystem
Verstärker



Novum von novotronik:

Automatisierter Handover-Test



den Empfangspegel an die BTS (Base Transceiver Station) übertragen und der Handover-Prozess wird durch die beteiligten BTS sowie den BSC (Base Station Controller) abgehandelt. Der BSC löst den Handover aus und steuert ihn anhand der Informationen der BTS, siehe Bild 1.

Der Handover-Prozess-Test

Durch den weiteren Ausbau digitaler Funkstandards mit dem kommenden LTE-Nachfolger 5G und den damit verbundenen Automatisierungsplänen ist eine unterbrechungsfreie Verbindung wichtiger denn je.

Der Handover-Test stellt die simulierte Bewegung zwischen den Basisstationen dar, sodass Timing und Synchronisation der Übergabe richtig konfiguriert werden können. Um den Handover-Prozess vor einer Installation der Basisstationen im Feld testen und konfigurieren zu können, hat novotronik nun das Handover-Testgerät GTA4010 entwickelt. Wichtiges Novum: Über einen freiprogrammierbaren Testablauf kann die Bewegung eines UE zwischen zwei Basisstationen in Zeit und Geschwindigkeit, zum Beispiel für simulierte

In Zusammenarbeit mit einem europäischen Netzanbieter hat die Firma novotronik mit dem GTA4010 ein Handover-Testgerät entwickelt, das die bisher überwiegend manuell durchgeführte Testprozedur für Netzbetreiber durch volle Programmierbarkeit automatisiert und damit enorm vereinfacht. Kurzum: Ein Novum in einem interessanten und weiter wachsenden Segment.

Die Firma novotronik aus Mering in Bayern ist seit vielen Jahren bekannt für Hochfrequenz-Spitzentechnologie in Form von Signalverteilern, Matrizen, Schaltgeräten und ähnlichen kundenspezifischen Lösungen. Das Produktportfolio reicht dabei von Standardlösungen für Systemhäuser und Telekommunikationsanbietern bis zu hochspezialisierten Custom-Shop-Geräten mit militärischen Qualitätsstandards für Luft- und Raumfahrtanwendungen.

Der Handover-Prozess

Eines der Schlüsselemente in einem zellularen Telekommuni-

kationssystem ist die Aufteilung des Systems in viele kleine Zellen, um stets die optimale Feldstärkeabdeckung zu gewährleisten. Wenn ein Mobiltelefon (UE, User Equipment) von einer in die andere Zelle bewegt wird, sollte die Verbindung also nicht unterbrochen werden. Aus diesem Grund ist ein Handover-Prozess in einem zellularen System nicht nur ein wichtiger, sondern auch ein kritischer Prozess und kann bei einer fehlerhaften Funktion zu einer Unterbrechung der Funkverbindung führen, was letztendlich die Performanz stark beeinflusst. Sind die Basisstationen optimal konfiguriert, können Smartphones und Handys und andere Mobilfunkgeräte durch die integrierte Software

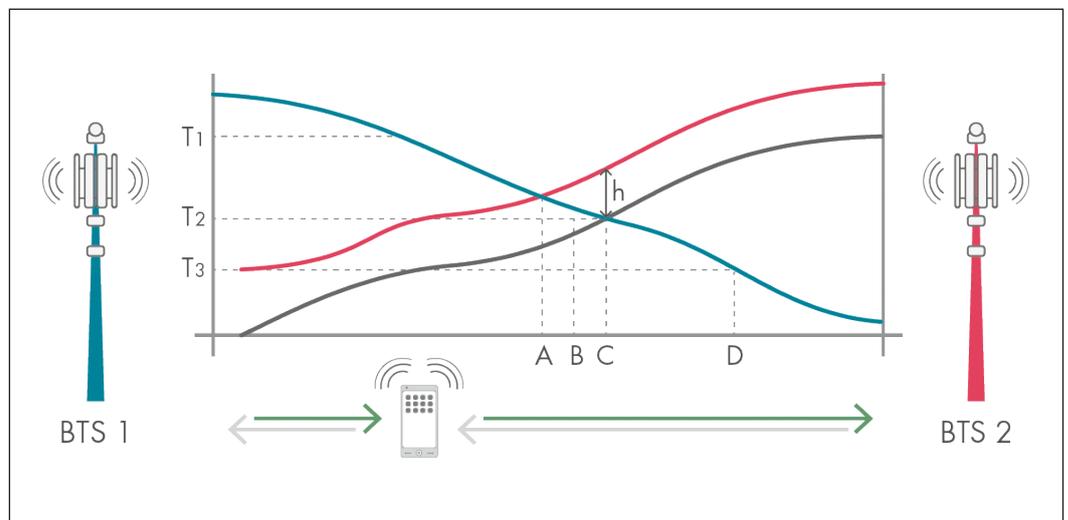


Bild 1: Der BSC löst den Handover aus und steuert ihn anhand der Informationen der BTS

novotronik
Signalverarbeitung
Systemtechnik GmbH
www.novotronik.com

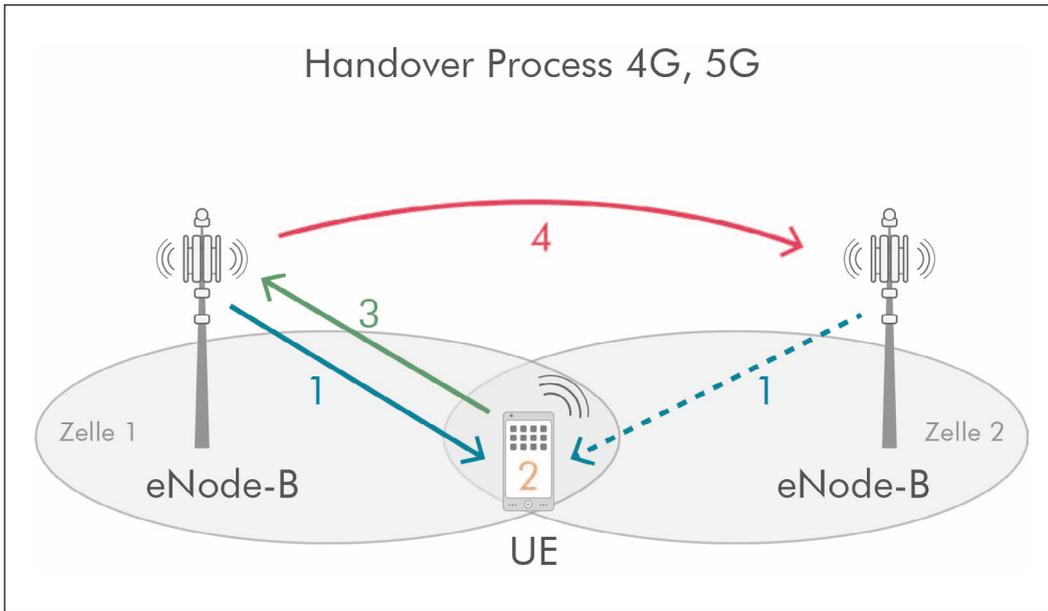


Bild 2: Handover-Prozess für die Bewegung eines UE von Zelle 1 in Zelle 2

Autobahnfahrten mit 200 km/h, sowie dem Empfangspegel simuliert werden. Dies wurde bisher bei vergleichbaren Lösungen zeitraubend manuell vollzogen und ist dank der Automatisierung nun deutlich effektiver. In dem gezeigten Beispiel läuft der Handover-Prozess für die Bewegung eines UE von Zelle 1 in Zelle 2 wie folgt ab (s. Bild 2):

1. UE misst den Empfangspegel aus Zelle 1 und Zelle 2
2. UE sendet beide Empfangspegel zur verbundenen BTS
3. BTS leitet Handover auf Grund der Empfangspegel ein
4. BTS (Zelle 1) übergibt an BTS (Zelle 2)

Umfangreiche Möglichkeiten

Bei dem unlängst realisierten Projekt lässt sich eine Anwendung mit vier UEs und vier Handover-Prozessen gleichzeitig simulieren. Jeder Prozess ist dabei unabhängig programmierbar und kann im Einzelfall auch manuell durchgeführt werden. Doch damit sind die Möglichkeiten des GTA4010 bei weitem nicht erschöpft – denn die UE-Anzahl und die damit verbundenen Handover-Testprozesse sind letztlich unlimitiert. Das hier gezeigte GTA4010 ist mit

4 Modulen (= 4 UEs) ausgestattet, ist aber auch in kleineren und größeren Konfigurationen lieferbar.

Das Gerät ist über eine LAN-Ethernet-Schnittstelle fernsteu-

erbar, und ein integriertes Web GUI ist serienmäßig vorhanden (s. Screenshot in Bild 3). Das GTA4010 ist optional auch mit redundanter Stromversorgung ausstattbar. Durch die Verwendung hochwertigster Bauteile

ist ein Einsatzbereich von 500 bis 6000 MHz und ein maximaler Eingangspiegel von 30 dBm gewährleistet. Die maximal einstellbare Dämpfung für Eingangs- und Sendepiegel beträgt 90 dB, somit können auch kleinste Pegel simuliert werden. Die programmierbaren Dämpfungsglieder arbeiten mit einer Schrittweite von 1 dB.

Statement

„Wir freuen uns nicht nur über die interessante sowie zutiefst konstruktive Zusammenarbeit mit dem Netzbetreiber und über das damit erreichte Ergebnis. Auch der Eröffnung eines zukunftsreichen, neuen Marktsegments können wir nur mit gespannter Vorfreude entgegensehen. Wir sind für weitere Kooperationen und innovative Entwicklungen selbstverständlich mehr als offen“, so Michael Grimminger, Geschäftsführer von novotronic. Man kann interessierten Unternehmen also nur empfehlen, den Kontakt zu novotronic zu suchen. ◀



Bild 3: Impression vom integrierten Web GUI

Erste kommerziell verfügbare Lösung zum Testen von 5G-NR-Mobilfunknetzen



Rohde & Schwarz Mobile Network Testing präsentierte die weltweit erste Lösung zum Testen von 5G-NR-Mobilfunknetzen (5G New Radio). Damit können Anwender im 5G-Mobilfunknetz-Ökosystem sowie Regulierungsbehörden die Versorgung in 5G-NR-Mobilfunknetzen präzise messen – eine der größten Herausforderungen bei der Netzplanung. Darüber hinaus lässt sich damit der ordnungsgemäße Betrieb der

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

Beamforming-Funktion sowie das Zusammenspiel zwischen 5G und anderen Technologien verifizieren.

Da der Rollout von 5G-NR-Mobilfunknetzen immer näher rückt, planen Netzbetreiber auf der ganzen Welt den vorkommerziellen Testbetrieb in ihren Netzen bis 2019. Ziel ist es, eine anspruchsvollere und komplexere Luftschnittstelle zur Verfügung zu stellen und Kunden die wirtschaftlichen und technischen Vorteile von 5G zu erschließen.

Rohde & Schwarz unterstützt dabei die Industrie mit der weltweit ersten kommerziellen Lösung zum Testen von 5G-NR-Mobilfunknetzen. Diese umfasst einen Mobilfunk-Scanner mit passender 5G-NR-Software und die Software R&S ROMES4 Drive Test. Die Lösung hat sich bereits im praktischen Einsatz im vorkommerziellen 5G-NR-Probebetrieb bewährt, den Rohde & Schwarz für einen weltweit führenden Netzbetreiber und einen globalen Anbieter von 5G-NR-Infrastruktur durchgeführt hat.



Protokolltestsystem zur Unterstützung von 5G NR

Die Anritsu Corporation gab die Markteinführung des Testsystems ME7834NR bekannt. Mit diesem Testsystem wird die Durchführung von Protokollkonformitätstests (Protocol Conformance Testing, PCT) und Carrier-Akzeptanztests (Carrier Acceptance Testing, CAT) von Endgeräten unterstützt, in denen die 5G-NR-Technologie integriert ist. Das ME7834NR bietet zusätzlich Unterstützung für 3GPP-TS 38.523-Testfälle für alle Konfigurationen von 5G NR einschließlich der Modi Non-Standalone und Standalone.

Aufbauend auf den Erfolg der Mobilgeräte-Testplattform ME7834LA bietet Anritsus Spit-

zenprodukt für Protokollkonformitätstests und Carrier-Akzeptanztests, das ME7834NR, einen reibungslosen Übergang auf 5G, während LTE, LTE-Advanced (LTE-A), LTE-A Pro und Legacy Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)-Technologien weiterhin unterstützt werden. Dadurch sind Bestandskunden in die Lage, auf 5G aufzurüsten, wobei sie in eine gut bewährte LTE-A-Testumgebung investieren und den neuesten technologischen Entwicklungen Rechnung tragen.

Die Testplattform ME7834NR wurde bereits beim Global Certification Forum (GCF) registriert mit Blick auf 5G-Test-

fall-Validierungen. Sie kann auch als GCF-Testplattform TP251 identifiziert werden. Die ME7834NR wird zudem für Zertifizierungen gemäß PCS Type Certification Review Board (PTCRB) zur Verfügung gestellt. Zusätzlich zum Unterstützen aller bestehenden Technologien deckt das Testsystem ME7834NR das komplette Spektrum der von 3GPP definierten 5G-Frequenzbänder ab einschließlich der Sub-6-GHz- und Millimeterwellenbänder (24 GHz und höher), wenn es mit der neuen Over-the-Air-Absorberkammer MA8171A von Anritsu kombiniert ist.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com



Kunden können zwischen zwei Mobilfunk-Scannern wählen – dem ultrakompakten R&S TSME6 Drive Test Scanner und dem R&S TSMA6 Autonomous Mobile Network Scanner mit integriertem Netzwerk-PC. Ausgestattet mit der 5G-NR-Scanning-Software, decken beide Standalone- sowie Non-Standalone-Netzarchitekturen ab. Darüber hinaus analysiert und visualisiert die R&S ROMES4 Drive Test Software sämtliche bestehenden 3GPP-Technologien wie GSM, UMTS/HSPA und LTE einschließlich der IoT-Technologien NB-IoT und LTE-M. Bei Verwendung des R&S TSME6 läuft die Drive Test Software auf dem Steuer-Laptop, bei Verwendung des R&S TSMA6 auf dem integrierten Netzwerk-PC; im zweiten Fall werden die Messabläufe von einem einfachen Tablet aus gesteuert. Für komfortable, effiziente Feldmessungen im Fahrzeug oder zu Fuß lassen sich die erforderlichen

Messgeräte zusammen mit einer geeigneten Antenne in einem Rucksack oder einer Schultasche unterbringen.

Rohde & Schwarz hat die R&S ROMES4 Drive Test Software so vorbereitet, dass sich erste 5G-NR-Geräte wie Evaluation Boards, USB-Dongles oder Smartphones anschließen lassen, sobald diese verfügbar sind. So können Anwender frühzeitig die Leistungsfähigkeit dieser Endgeräte bewerten und deren Interaktion mit einem realen 5G NR-Netz untersuchen. Rohde & Schwarz hat diese Fähigkeit seiner Mobilfunknetz-Testlösungen – nämlich Tests in einem frühen Stadium durchzuführen – bereits bei der Einführung früherer Mobilfunktechnologien erfolgreich demonstriert.

Die 5G-NR-Testlösung für Mobilfunknetze ist vollständig in die Smart-Plattform von Rohde & Schwarz Mobile Network Testing integriert. Diese Software-Suite



bietet leistungsfähige, intuitive Drill-Down- und Analyse-Funktionen, um die erfassten Messdaten über den gesamten Testzyklus optimal zu nutzen – von der Verifizierung im Labor über die Abnahme im Feld bis hin zu Fehlerbehebung, Optimierung, Benchmarking und Monitoring. Der R&S TSME6 Ultracompact Drive Test Scanner mit der

R&S TSME6-K50 5G NR Scanning Software, der R&S TSMA6 Autonomous Mobile Network Scanner mit der R&S TSMA6-K50 5G NR Scanning Software und die R&S ROMES4 Drive Test Software für die Analyse und Visualisierung von 5G NR sowie aller sonstigen Mobilfunktechnologien sind ab sofort bei Rohde & Schwarz erhältlich. ◀

**MESSBAR MEHR GUTE LAUNE:
MIT UNSEREN SPEKTRUMANALYSATOREN.**

DA GEHT EINEM DAS HER(T)Z AUF.

Freudige Zeiten für alle Techniker: Frequenzen von 3 Hz bis **1,1 THz***, egal ob Sie Benchtop-, Handheld- oder Modularlösungen suchen. Zur spektralen Erfassung von Störgrößen bei der Entwicklung, Produktion, Qualitätssicherung etc. finden Sie bei uns immer das passende Geräte.

Herzlich willkommen auf: www.datatec.de/spektrum

*mit optionalen Frequenz-Externern

Sorgt für erhöhten Puls: Der vielseitige und kostengünstige Spektrumanalysator N9000B CXA mit modernem GUI, Multi-Touch und einem Frequenzbereich von 9 kHz bis 26,5 GHz.

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES
Autorisierter Technologie Partner



☒ Nur noch bis 30.11.18! Spektrumanalysator N9000B CXA in 7,5 GHz-Variante inkl. Nahfeldsonden-Set N9311X-100. Mehr unter: www.datatec.de/AC00423



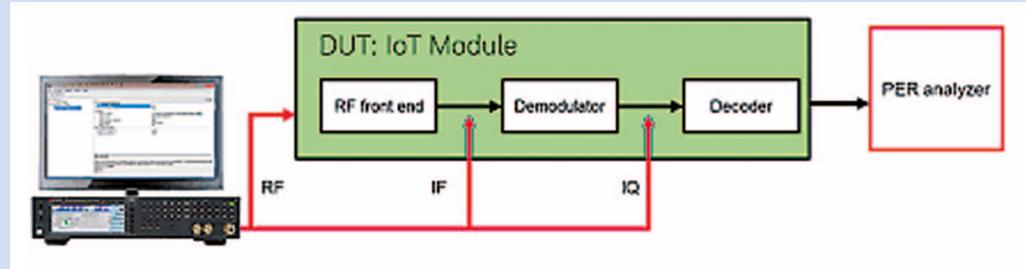
Ihr Spezialist für
Mess- und Prüfgeräte

MESSBAR MEHR.
datatec

„Signal Studio for IoT“ unterstützt LoRa-Technologie

Das Keysight N7610C Signal Studio for IoT unterstützt als erstes Entwicklungstool nun auch die drahtlose Hochfrequenztechnologie (LoRa-Technologie) sowie die LoRa-Geräte von Semtech. Dadurch können Anwender die Designvalidierung und Verifikation von IoT-Anwendungen beschleunigen.

Die LoRa-Technologie ist eine drahtlose Lösung, die entwickelt wurde, um Sensoren und Aktoren für Machine-to-Machine- und IoT-Anwendungen die Datenübertragung mit niedriger Datenrate über große Entfernungen zu ermöglichen. Sie wird derzeit in Autos, Straßenleuchten, Fertigungsanlagen, Haus-



haltsgeräten, tragbaren Geräten und anderen IoT-Geräten eingesetzt.

Das Keysights Signal Studio for IoT ermöglicht in Verbindung mit Keysight-Vector-Signalgeneratoren die Erzeugung von Wellenformen mit verschiedenen Konfigurationen, die mit der LoRa-Technologie kompatibel sind. Diese können zur Prüfung von Emp-

fängern und Komponenten in Forschung und Entwicklung sowie in der Fertigung dienen.

Das Signal Studio for IoT N7610C bietet die Flexibilität, LoRa-Wellenformen mit einer Vielzahl von Konfigurationen zu erzeugen. Diese werden durch Parameter gesteuert, die einfach über eine intuitive Benutzeroberfläche eingestellt werden können. So können

Entwickler die Implementierung der LoRa-Technologie beschleunigen. LoRa ist eine der wichtigsten Low-Power-Weitbereichs-Netzwerktechnologien, die Keysight nutzt, um branchenspezifische IoT-Anforderungen zu erfüllen.

■ *Keysight Technologies
Deutschland GmbH
www.keysight.com*

Neuer Highend-I/Q-Breitband-Recorder für realitätsnahe Gerätetests



Mit dem Highend-I/Q-Breitband-Recorder R&S IQW lassen sich für Testcases typische Signalumgebungen mit einer Bandbreite bis 512 MHz und hoher Abtastrate aufzeichnen. Die Lösung kann breitbandige HF-Signale aufzeichnen und zur Simulation von realen Testumgebungen wieder ausspielen. Der R&S IQW ermöglicht so realitätsnahe und wiederholbare Gerätetests im Labor. Die Lösung besteht aus einem R&S-

FSW-Signalanalysator, dem neuen R&S IQW und einem R&S-SMW200A-Vektorsignalgenerator. Der R&S IQW zeichnet dabei die Signalspektren eines breitbandigen HF-Signals oder mehrerer schmalbandiger Signale eines Frequenzbandes mit bis zu 512 MHz Aufzeichnungsbandbreite auf. Somit eignet er sich optimal für realitätsnahe Komponententests mit Radarsignalen sowie für eine Vielzahl von HF-Testscenarien

im Automobilbereich und beispielsweise auch für Tests mit GNSS-Signalen.

Um möglichst realistische Signale für die Simulationen zu erhalten, nimmt der R&S IQW die Signalspektren mit einer maximalen Abtastrate von 640 MS/s und hoher Bit-Tiefe auf: Sowohl die I- als auch die Q-Daten mit 16 Bit. Als Speichermedien dienen austauschbare 6,4-TB-SSD-Speichermodule.

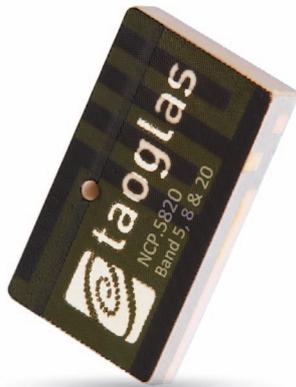
Die Signalerfassung übernimmt ein R&S-FSW-Signal- und Spektrumanalysator. Er zeichnet das Signal mit hoher Empfindlichkeit auf, erstellt daraus in Echtzeit I/Q-Daten und übermittelt diese lückenlos an den R&S IQW. Der Signal- und Spektrumanalysator ist in sieben Varianten für Frequenzbereiche bis 90 GHz erhältlich. Zum Ausspielen des Signals sendet der Breitband-Recorder die I/Q-Daten an den R&S SMW200A, der daraus das HF-Signal erstellt. Dieser

Highend-Generator unterstützt die vielfältigsten Signalkonfigurationen und kann zusätzlich zum Signal aus dem R&S IQW auch beliebige andere Funksignale hinzufügen, etwa standardkonforme Mobilfunk-, WLAN- oder GNSS-Signale. So lassen sich unter kontrollierten Bedingungen im Labor oder in einer EMV-Messkammer definierte und wiederholbare Messungen durchführen, wie sie häufig in den Testcases der Standards verlangt werden.

Der I/Q-Breitband-Recorder wird in der Regel über die LAN-Schnittstelle bedient. Hierzu steht ein webbasiertes GUI zur Verfügung, das sich automatisch der jeweiligen Bildschirmgröße anpasst. Vor Ort lässt sich der Recorder über seinen 5,7-Zoll-TFT-Touchscreen oder über Tastatur und Maus bedienen.

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

Kleinste NB-IoT-Antenne



Die NCP.5820 ist eine Patch-Antenne für 824...894, 880...960 und 791...862 MHz

Taoglas hat drei NB-IoT-Antennen herausgebracht, darunter die nach Meinung des Unternehmens kleinste keramische NB-IoT-Antenne (NCP.5820) der Welt, welche für Band 5, 8 und 20 simultan mit einer einzigen Anpasskonfiguration genutzt werden kann. Die Low-Profile/Highly-efficient NCP.5820 erlaubt es IoT-Geräten, wie etwa Asset Trackers, mit verschiedenen Trägern zu arbeiten. Sie ist nur 2 mm hoch

bei einem Footprint von 14,1 x 8,3 mm. Die NCP.5820 wurde designed mit der patentierten Taoglas-Boost-Technologie, welche zu einer Verbesserung von 2 dB in der Antennen-Performance bei der Integration in kleine Devices führt. Die zweite Antenne, die NCS.5820 ist eine Surface-mount-Onboard-Antenne ebenfalls für die Bänder 5, 8 und 20. Sie ist nur 1,6 mm hoch bei einem Footprint von 20 x 11 mm. Sie zeichnet sich



Die NCS.5820 für Band 5, 8 & 20 misst 20 x 11 x 1,6 mm

durch hohe Effizienz aus und wird ebenfalls mit Taoglas Boost als Onboard-Antenne gefertigt.

Die dritte Antenne ist die patentierte FXUB64, eine flexible Ultrabreitband-Antenne, entwickelt für alle Erfordernisse im Frequenzspektrum 600 bis 3000 MHz, wie Cellular-Anwendungen, 2,4-GHz-WiFi, ISM und AGPS einschließlich LTE-Band 71. Diese ultradünne Polymerantenne wird mit einem flexiblen



Die FXUB64.18.0150A ist eine LTE-Breitband-Flex-Antenne mit >45% Wirkungsgrad auf allen Bändern und 6 dBi Spitzen-Gewinn, Abmessungen: 130 x 30 x 0,2 mm

Peel-and-Stick-Körper geliefert und erreicht eine exzellente Effizienz auf allen Bändern. Taoglas Antenne ist die erste Firma in der Welt, die das LTE-Band 71 in einem zellularem, ab Lager lieferbaren Produkt integrierte. Diese Antenne entspricht auch den neuen 600-MHz-Over-the-Air-Anforderungen (OTA).

■ Taoglas
www.taoglas.com

Flexible und leistungsstarke LTE-Antenne

Die Fähigkeit, viele Funktechnologien abzudecken, bietet die Antenne 1002289 von Ethertronics (Vertrieb: Rutronik24). Dank ihrer breitbandigen Abstimmung ist sie für viele internationale LTE-Bänder ebenso geeignet wie für Sub-GHz-Technologien, beispielsweise LoRa oder Sigfox. Da sie auf einem flexiblen Untergrund basiert, lässt sie sich leicht in Geräten anbringen.

Mit Frequenzbereichen zwischen 698 und 960 MHz (Low Band) und 1710 und 2690 MHz (High Band) unterstützt die Embedded-Antenne alle gängigen LTE-Standards weltweit und ist zudem abwärtskompatibel. Durch ihr geringes Gewicht von 0,86 g und Abmessungen von 53,6 x 25,1 x 0,2 mm verfügt die Antenne über



einen kompakten Formfaktor, der in Kombination mit der selbstklebenden Rückseite (3M468) unkomplizierte und kostengünstige Designs ermöglicht.

Zu den weiteren Merkmalen zählen eine U.FL-kompatible Steckverbindung, 50 Ohm Wellenwiderstand und lineare Polarisation. Darüber hinaus ist die Antenne RoHS-konform.

Da die Antenne auch alle LTE-basierten Schmalband-Frequenzen unterstützt, eignet sie sich ideal für energieeffiziente IoT-Anwendungsbereiche, darunter Home Automation, Smart Metering und Tracking. Weitere Anwendungsmöglichkeiten finden sich in den Märkten Medical, Industrial, POS sowie M2M.

■ Rutronik
Elektronische Bauelemente GmbH
www.rutronik24.com

E-Serie Oszillatoren (SPXOs) bieten extrem geringen Jitter

Epson Europe Electronics GmbH („Epson“) präsentiert die E-Serie SPXOs mit extrem geringen Jitter. Ausgelegt für hochleistungs-fähige Netzwerk-Anwendungen sind Epson's E-Serie SPXOs in einem Frequenzbereich von 25 bis 200 MHz verfügbar und bieten einen extrem geringen Jitter für ein weit offenes Augendiagramm, optimal für optische und elektrische Hochgeschwindigkeitsschnittstellen (bis zu 400 Gbps).

Dank der Integration von LDO und dem Einsatz von Epson's HFF (High Frequency Fundamental) Quarz Technologie, erreicht Epson's E-Series SPXOs einen industrie-führendes Jitter-Niveau von $50 \text{ fs}_{\text{rms}}$ bei 156,25 MHz bei gleichzeitig geringem Stromverbrauch und einer Betriebsspannung von +2,5 oder +3,3 V. Die hohe Stabilität von optional $\pm 25 \text{ ppm}$ über -40 bis +85 °C, $\pm 50 \text{ ppm}$ über -40 bis +105 °C oder $\pm 100 \text{ ppm}$ über -40 bis +105 °C



bietet erfüllt übliche Netzwerkspezifikationen. Der weite Betriebstemperaturbereich von -40 bis 105 °C prädestiniert die Serie für den Einsatz in Außenanlagen und Einrichtungen ohne Lüfter. Zusätzlich zur Industrie-Standardgröße 7,0 x 5,0 mm

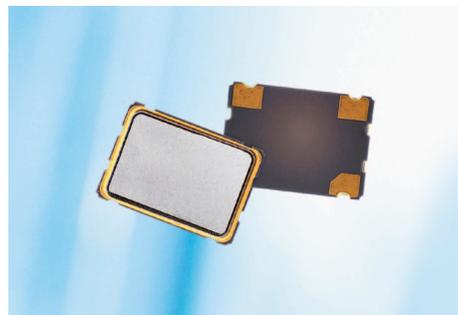
ist die E-Serie im kleineren 3,2 x 2,5 mm Gehäuse verfügbar.

Besondere Merkmale

- Extrem geringer Jitter: 50 fs rms 12 kHz bis 20 MHz @ 156,25MHz
- Hohe Stabilität: $\pm 25 \text{ ppm}$ über -40°C bis +85 °C, $\pm 50 \text{ ppm}$ über -40 bis +105 °C, oder $\pm 100 \text{ ppm}$ über -40 bis +105 °C
- Weiter Betriebstemperaturbereich
- Verfügbar in zwei Größen: Industrie-Standard 7,0 x 5,0 mm und 3,2 x 2,5 mm
- Geringer Stromverbrauch
- Verfügbar mit LVPECL- oder LVDS-Ausgang

■ EPSON Europe Electronics GmbH
www.epson-electronics.de

Quarzoszillatoren mit höchster Präzision



Der in UK ansässige Hersteller Euroquartz hat mit der XOR-Serie hochstabile SMD-Oszillatoren im Programm und schließt damit die Lücke zwischen den herkömmlichen unkompensierten und den meist erheblich teureren temperaturkompensierten Oszillatoren.

Der in einem SMD-Keramikgehäuse mit den Bauformen 7 x 5, 5 x 3,2 und 3,2 x 2,5 mm erhältliche Oszillator ist in einem Frequenzbereich von 1 bis 56 MHz lieferbar und bietet ein hervorragendes Phasenrauschen von nur -145 dBc/Hz bei 100 kHz Offset sowie eine exzellente Jitter-Performance von nur 300 fs typ. (12 kHz bis 20 MHz). Erhältlich ist die XOR-Serie mit HCMOS-Ausgang in 1,8, 2,5 sowie 3,3 V Versorgungsspannung und bietet eine Frequenzstabilität von $\pm 7 \text{ ppm}$ über den kommerziellen Temperaturbereich von -10 bis +70 °C sowie von ± 15

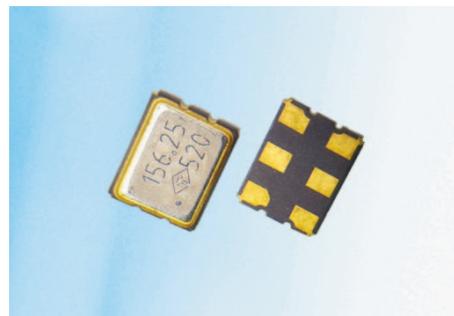
ppm über den industriellen Temperaturbereich von -40 bis +85 °C.

Durch ihre hervorragende Stabilität füllt die XOR-Serie die bisherige Lücke zwischen den gewöhnlichen unkompensierten Oszillatoren mit üblichen Werten von $\pm 25 \text{ ppm}$ Frequenzstabilität über -40 bis +85 °C und den meist erheblich teureren temperaturkompensierten Oszillatoren (TCXO), welche typischerweise eine Frequenzstabilität von $\pm 2,5 \text{ ppm}$ über -30 bis +75 °C aufweisen und eignet sich daher für kostensensitive Anwendungen, die ein Taktsignal mit höchster Präzision erfordern. Für technische Beratung, Angebots- oder Musteranfragen sprechen Interessenten den offiziellen Distributor, die WDI AG, an.

■ WDI AG
info@wdi.ag, www.wdi.ag

Quarzoszillatoren für IoT & 5G

Mit dem Internet of Things ist auch die 5G-End-to-End-Highspeed-Kommunikation immer weiter auf dem Vormarsch. Um den Anforderungen ultraschneller Kommunikationsgeräte, hoher Datenübertragungsraten sowie der immer schnelleren Produktentwicklungen seitens der Gerätehersteller im Bereich 5G und IoT gerecht zu werden, hat Taitien Electronics die FastXO-Serie hochfrequenter Quarzoszillatoren eingeführt. Taitiens FastXO-Serie hat in der Vergan-



genheit schon die superschnellen Hochfrequenz-Quarzoszillatoren-Typen OT-M (7 x 5 mm) und OW-M (5 x 3,2 mm) erfolgreich etabliert. Bedingt durch die immer stärker werdende Nachfrage nach Miniaturisierung wurde nun mit dem nur 3,2 x 2,5 mm kleinen Typ OA-M das bisher kleinste Mitglied dieser Produktfamilie vorgestellt.

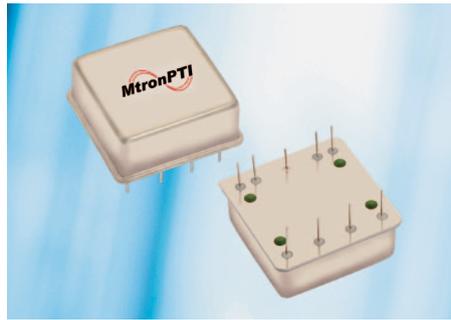
Der OA-M ist für eine Versorgungsspannung von 2,5 oder 3,3 V erhältlich und bietet die Wahl zwischen drei verschiedenen Ausgangslogiken: LVCMOS Single-Ended, LVPECL- und LVDS-Differenzial. Mit dem LVCMOS-Ausgang sind Frequenzen im Bereich zwischen 10 und 250 MHz möglich, mit LVPECL- und LVDS-Ausgang sogar im Bereich von 10 bis 1,5 GHz. Hierbei besticht der OA-M aber auch durch seinen extrem niedrigen Phasenjitter und einer Frequenzstabilität von maximal $\pm 50 \text{ ppm}$ über den industriellen Arbeitstemperaturbereich von -40 bis +85 °C.

Da die für 5G-Kommunikation und IoT-Geräte typischen Frequenzen, wie beispielsweise 155,52, 312,5, 491,52, 622,08 und 1244,16 MHz, erreicht werden können, eignet sich der OA-M hervorragend für IoT-Anwendungen jeglicher Art sowie alle Anwendungen, für die Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit unabdingbar sind.

■ **WDI AG**
info@wdi.ag, www.wdi.ag

PLL-OCXO mit Multifrequenz- ausgang und Frequenzreferenz

Die OCXO-Serie des US-Herstellers MtronPTI kombiniert über 25 Jahre Erfahrung in der diskreten HF-Entwicklung mit hochpräziser OCXO-Fertigungserfahrung und bietet Entwicklern eine PLL-OCXO-Plattform mit hoher Stabilität, extrem niedrigem Phasenrauschen und niedriger G-Empfindlichkeit sowie der Option eines Multifrequenzausgangs. Für die immer kleiner werdenden Hochfrequenzsysteme ermöglicht eine integrierte Baugruppe wie der XO8085



Systementwicklern die Verwendung eines kleinen Gehäuses mit Multifrequenzausgang anstelle mehrerer OCXOs. Dies reduziert Größe, Gewicht und Stromverbrauch, senkt die Kosten und steigert die Zuverlässigkeit.

Des Weiteren bietet der XO8085 die Möglichkeit, ihn mit einer Frequenzreferenz zu betreiben. Wird ein OCXO mit einer Frequenz von 100 MHz durch einen Referenz-OCXO mit 10 MHz gesichert, wird das sogenannte Close-in-Phasenrauschen des Ausgangs durch die Referenz mit der niedrigen Frequenz bestimmt. Das Phasenrauschen von Offsetfrequenzen, die größer als

die PLL-Bandbreite sind, wird durch den gesicherten OCXO (100MHz) bestimmt. Die XO8085-Serie bietet ein geringes Grundrauschen von -180 dBc/Hz und ein Close-in-Phasenrauschen von -130 dBc/Hz oder besser bei 100 Hz Offset.

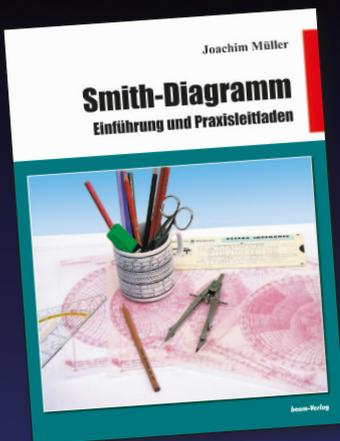
Der XO8085 OCXO bietet eine nominale Ausgangsfrequenz von 100 MHz, exzellente SWaP-Eigenschaften, die Multifrequenzausgangs-Option und eine Aufwärmzeit von nur 5 min. Der Oszillator ist hermetisch versiegelt und RoHS-konform. Bevorzugte Anwendungen umfassen Radarsysteme, Satellitenkommunikation, Luftfahrttechnik sowie Prüf- und Messtechnik.

■ **WDI AG**
info@wdi.ag, www.wdi.ag

Schnell verfügbare HF-Oszillatoren mit extrem niedrigem Phasenjitter

Der britische Spezialist für frequenzbestimmende Bauteile Euroquartz, Ltd. bietet seine zwei neuesten Oszillatoren mit einem extrem niedrigem Phasenjitter von nur 150 fs jetzt

Fachbücher für die Praxis



Smith-Diagramm Einführung und Praxisleitfaden

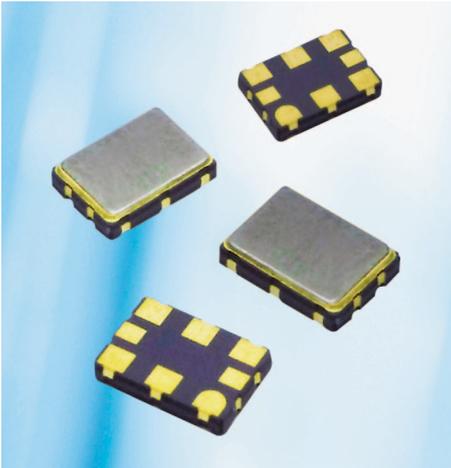
Joachim Müller, 21 x 28 cm, 117 Seiten, zahlreiche, teilweise farbige Abbildungen, beam-Verlag 2009, ISBN 978-3-88976-155-2, Art.-Nr.: 118082, 29,80 €

Das Smith-Diagramm ist bis heute das wichtigste Instrument zur bildlichen Darstellung der Anpassung und zum Verständnis der Vorgänge in HF-Systemen. In der einschlägigen Fachliteratur findet man zwar viele Stellen zum Smith-Diagramm, sie erfordern aber meist erhebliche mathematische Kenntnisse: Eine grundlegende Einführung sucht man vergeblich. Diese Lücke schließt dieses Buch als praxisnahe Einführung in den Aufbau und die Handhabung des Diagramms. Mathematikkenntnisse die zu einer elektrotechnischen Ausbildung gehören, reichen dabei aus.

Aus dem Inhalt:

- Der Weg zum Smith-Diagramm - Komplexe Zahlen
- Reflexion bei Einzelimpulsen und kontinuierlichen Sinussignalen - Reflexionsfaktor - Rückflussdämpfung, VSWR, Kreisdiagramme; Reflexionsdiagramm
- Schmidt-Buschbeck-Diagramm - CarterDiagramm
- Praxis mit dem Smith-Diagramm; Kompensation von Blindanteilen, Ortslinie über Frequenz - Leitung als Transformator, elektrisch kurze bzw. lange Leitung, S-Parameter und Smith-Diagramm - Leitwert-Smith-Diagramm - Darstellung von Leitwerten im Smith-Diagramm, Parallelschaltung von Bauelementen
- Grundelemente unter der Lupe - Ortslinien von Induktivitäten und Kapazitäten, das Bauelement Leitung - Stubs - Anpassung mit dem L-Glied - Hilfsmittel für die Arbeit mit dem Smith-Diagramm - Software
- Messtechnik

**Unser gesamtes Buchprogramm finden Sie unter www.beam-verlag.de
 oder bestellen Sie über info@beam-verlag.de**



auch mit extrem kurzer Lieferzeit an. Muster und Serienmengen können nun innerhalb von zwei Wochen geliefert werden.

Die EQJF-Serie ist im Frequenzbereich von 50 bis 2100 MHz mit LVPECL-, LVDS-, CML- oder HCSL-Ausgangslogik erhältlich und benötigt eine Versorgungsspannung von 1,8, 2,5 oder 3,3 V. Sowohl für den kommerziellen Arbeitstemperaturbereich von -10 bis +70 °C als auch für den industriellen Bereich von -40 bis +85 °C sind die Oszillatoren standardmäßig mit einer Frequenzstabilität von ± 25 , ± 50 und ± 100 ppm erhältlich. Auf Kundenwunsch sind auch engere Spezifikationen möglich.

Ergänzt wird die EQJF-Serie durch die spannungsgesteuerten Oszillatoren der EQVJF-Serie, welche mit Frequenzen von 150 bis 2100 MHz (HCSL von 150 bis 700 MHz) und denselben Optionen sowie ähnlichem Phasenjitter verfügbar sind.

Beide Serien weisen eine maximale Alterung von ± 3 ppm im ersten Jahr (± 2 ppm in jedem weiteren Jahr), eine Symmetrie von $50\% \pm 5\%$, eine Rise Time von maximal 0,35 ns (0,4 ns für HCSL) und einen typischen Stromverbrauch von 70 bis 100 mA je nach Ausgangslogik auf. Die Startup Time ist mit typischerweise 5 ms, maximal 10 ms angegeben.

Die EQJF-Oszillatoren und EQVJF-VCXOs sind RoHS-konform in einem 7 x 5 mm messenden 8-Pad-SMD-Keramikgehäuse untergebracht, welches zweimal Reflow-Temperaturen von bis zu 260 °C für je 10 s standhalten kann.

Zu den Anwendungen gehören Flachbildschirme, Videostreaming-Systeme über externe Kabel (z.B. LDI), serielle High-speed-Kommunikationsverbindungen wie Serial ATA & FireWire, SONET, xDSL, SDH, Settop-Box und Ethernet-Karten.

■ **WDI AG**
info@wdi.ag, www.wdi.ag

MEMS-Timing bietet hohe Performance



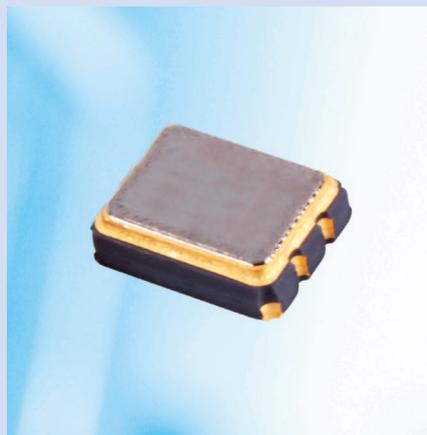
Als revolutionierende Technologie gegenüber dem seit Jahrzehnten bewährten Quarzoszillator haben Oszillatoren auf Basis von mikroelektromechanische Systemen (MEMS) in den letzten Jahren eine breite Markteinführung erfahren. In diesem schnell wachsenden Markt entwickelte sich Microchip zu einem führenden Unternehmen und bietet die branchenweit umfassendsten MEMS-basierten Timing-

Lösungen. Diese umfassen Oszillatoren mit nur einem Frequenzgang, die als Drop-in-Ersatz für herkömmliche Quarzoszillatoren eingesetzt werden können, sowie Taktgeber mit Mehrfachfrequenzgängen, die ohne externen Referenzquarz auskommen und einen äußerst zuverlässigen und exakten Referenztakt liefern.

MEMS-basierte Oszillatoren bieten eine hohe Zuverlässigkeit (einschließlich der AEC-Q100-Zertifizierung für den Automobilbereich), einen weiten Arbeitstemperaturbereich von -55 bis 125 °C, hervorragende Schock- und Vibrationsfestigkeit, eine hohe Genauigkeit von ± 10 ppm und sehr kleine Bauformen (z.B. 1,6 x 1,2 mm). Mit umfangreichem technischen Know-how und über 10 Jahren Erfahrung in der Fertigung MEMS-basierter Oszillatoren ist Microchip die erste Wahl, wenn es um Taktgeber für Automobil-, Videoüberwachungs-, Server-/ Speicher- und Industrieanwendungen geht.

■ **WDI AG**
info@wdi.ag, www.wdi.ag

Oszillatorserie mit extrem niedriger Versorgungsspannung



Mit den Oszillatoren QXO-691 hat IQD, der in Großbritannien ansässige Spezialist für frequenzbestimmende Bauteile, eine Serie CMOS-basierter Oszillatoren mit extrem niedriger Versorgungsspannung im Programm. Der IQXO-691 ist lieferbar in Ausführungen mit 0,9, 1,2 und 1,5 V Versorgungsspannung und bietet Frequenzen im Bereich von 10 bis 50 MHz sowie eine Frequenzstabilität von

entweder ± 20 ppm über den kommerziellen Arbeitstemperaturbereich von -20 bis +70 °C oder ± 25 ppm über den industriellen Arbeitstemperaturbereich von -40 bis +85 °C. Dabei wird eine Anlaufzeit von 10 ms sowie eine Anstiegs- und Abfallzeit von 7 ns geboten.

Sämtliche Varianten enthalten standardmäßig eine Tristate-Funktion auf Pin 1. Erhältlich ist der IQXO-691 mit hermetisch dichten Keramikgehäusen in den Bauformen 2,5 x 2, 3,2 x 2,5, 5 x 3,2 sowie 7 x 5 mm.

Diese Niederspannungsozillatoren eignen sich für Designs, bei denen eine verbesserte Batterielebensdauer von entscheidender Bedeutung ist, wie beispielsweise in Körperkameras für Sicherheitskräfte, Digitalkameras, Navigationsgeräten, Audioplayern, tragbaren Testgeräten, USB-Schnittstellen, WLAN und Wearables.

■ **WDI AG**
www.wdi.ag

Besser als Röhre:

Transistorverstärker für Satelliten-Uplinks

Röhre oder Halbleiter? Diese Frage stellt sich für HF-Leistungsverstärker im Ku-Band in Zukunft nicht mehr. Neue Modelle vereinen das Beste aus beiden Welten.

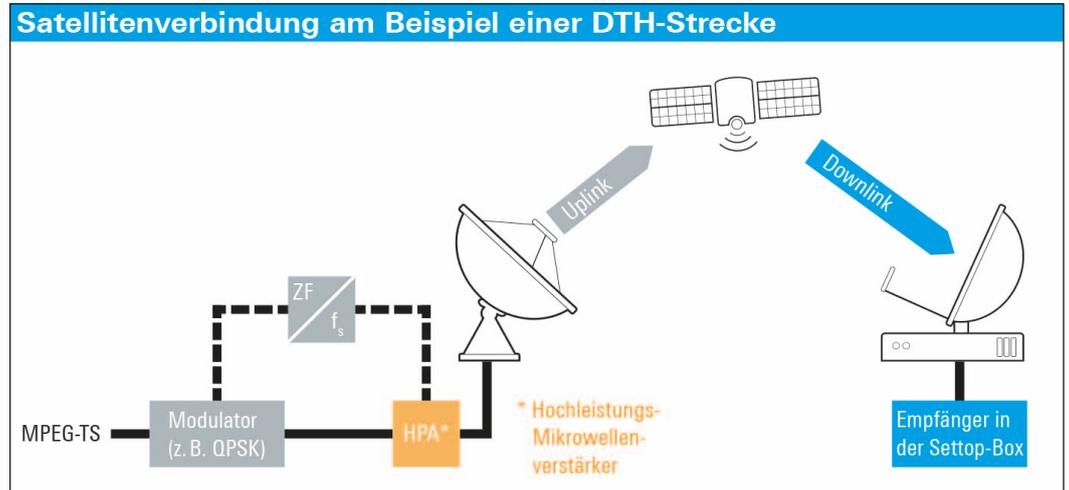


Bild 1: Satelliten sind ideale Verteiler von Broadcast-Programmen, doch mit High-Throughput-Transpondern werden sie auch künftig eine Alternative zu erdgebundenen Breitbandleitungen für Kommunikationsinhalte aller Art sein

Satellitenverbindungen zeichnen sich durch Unabhängigkeit von erdgebundener Infrastruktur und interkontinentale Reichweite aus. Das macht sie für manche Anwendungen alternativlos – man denke an Funkverbindungen auf See – für andere zumindest sehr attraktiv, sodass die Nachfrage nach Satellitendiensten kontinuierlich zunimmt.

Bei Satcom werden die Signale von Uplink-Stationen (Erdfunkstellen) zum Satelliten übertragen (Bild 1), dort auf eine andere Frequenz umgesetzt und für Empfänger am Boden oder für andere Satelliten wieder abgestrahlt.

Für die Satellitenkommunikation sind international verschie-

dene Frequenzbänder reserviert. Etwa 25 % dieser Kommunikation findet aktuell im Ku-Band zwischen 12 GHz und 18 GHz statt. Da an Satellitenübertragungsstrecken normalerweise hohe Ansprüche an QoS-Konditionen wie Verfügbarkeit und Signalqualität gestellt werden, ist eine hohe Zuverlässigkeit der Übertragungstechnik gefordert. Das gilt auch für die verwendeten HF-Leistungsverstärker.

Röhre oder Halbleiter?

Durch die Weiterentwicklung der Halbleitertechnologie brechen immer mehr Transistorverstärker in die Domäne der Röhrenverstärker (meist TWTA – Travelling Wave Tube Ampli-

fiers) ein. Aktuell sind Röhrenverstärker zum Erzeugen hoher Leistungen im Ku-Band noch stark verbreitet. Sie haben im Vergleich zu den üblichen Solid-State-Verstärkern eine hohe Leistungseffizienz, was dem Stromverbrauch zugutekommt.

Doch sind TWTA auch mit Nachteilen behaftet. Sie erreichen ihre HF-Performance erst nach dem Aufwärmen der Röhre, was einige Minuten dauern kann. Daher laufen Reservesysteme immer im Hot-Standby-Betrieb, um beim Ausfall des Primärverstärkers sofort übernehmen zu können. Erhebliche Energiekosten sind die Folge.

Der Ausfall der Röhre bewirkt einen Totalausfall. Der Verstär-



Bild 2: Das Indoor-Modell des R&S PKU100 mit einer Ausgangsleistung von 400 W

Autoren:
Dr. Wolfram Titze
Christian Baier
Lothar Schenk

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

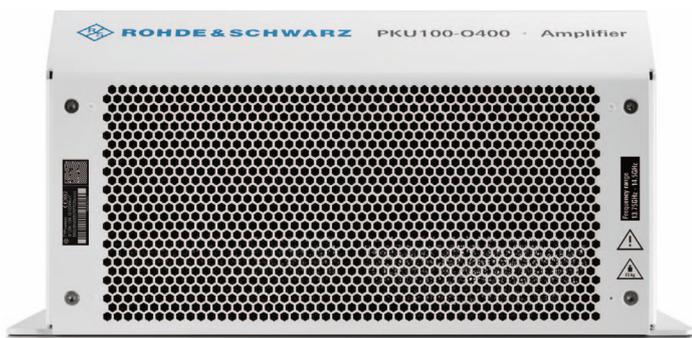


Bild 3: Das 400-W-Outdoor-Modell des R&S PKU100

ker liefert keine HF-Leistung mehr, ihr Austausch ist kostspielig. Zudem ist die Röhrentechnik relativ fragil. Eine Änderung des Betriebsmodus, z.B. der Frequenz, hat oft unliebsame Folgen für die Signalqualität. Und Schwankungen der Umgebungstemperatur beeinflussen die Ausgangsleistung.

Die hohe Rauschzahl der Röhrenverstärker ist der Signalqualität nicht zuträglich. Für eine gute Leistungsausbeute werden ihre nicht linearen Verzerrungen durch Linearisierer für einen bestimmten Arbeitspunkt kompensiert. Beim Ändern der Ausgangsleistung muss der Linearisierer erneut optimiert werden. Auch die Wartung ist nicht trivial: Wegen der hohen Spannungen an der Röhre ist erfahrenes Personal notwendig.

Verstärker auf Halbleiterbasis sind in vielen Punkten im Vorteil. Aktuell werden meist GaN-(Galliumnitrid-) oder GaAs-(Galliumarsenid-)Transistoren verwendet. Ihr wichtigster Pluspunkt ist ihre hohe Ausfallsicherheit. Da sie aus mehreren Einzeltransistoren aufgebaut sind, deren Leistungen über vollisolierte Koppelnetzwerke zur Gesamtausgangsleistung addiert werden, ist sichergestellt, dass beim Ausfall eines Transistors der Betrieb mit reduzierter Leistung weitergeht. Zwar ist auch die Lebensdauer von Transistoren, bedingt durch Elektromigration, begrenzt, doch liegt ihre Time-to-Failure bei typisch über 100 Jahren.

Halbleiter-Leistungsverstärker sind sofort betriebsbereit,

da sie nicht vorgeheizt werden müssen. Temperaturkompensierte Regelschaltungen halten ihre Ausgangsleistung in einem großen Temperaturbereich konstant ($\pm 0,1$ dB).

Gewicht und Größe sind ein Schwachpunkt herkömmlicher Halbleiter-Leistungsverstärker, bedingt durch die notwendigen Combiner für die Zusammenschaltung der Transistoren. Sie sind daher in der Regel deutlich größer und schwerer als leistungsmäßig vergleichbare Röhrenverstärker. Zudem fällt ihre Energiebilanz aktuell noch wesentlich schlechter aus.

R&S PKU100: Das Beste aus beiden Welten

Die Vorteile aus beiden Welten zu vereinen und ihre Schwächen möglichst zu meiden war das Ziel bei der Entwicklung

der HF-Hochleistungsverstärker R&S PKU100. Sie kombinieren die Kompaktheit und Vorzüge der Röhren- mit den Vorteilen der Halbleitertechnologie. Zum Erzielen hoher Ausgangsleistungen sind ihre Endstufen aus mehreren MICs (Microwave Integrated Circuits) zusammengeschaltet. Fällt ein MIC aus, liefert der R&S PKU100 weiterhin eine (verringerte) Ausgangsleistung, die oft noch ausreicht, um den Uplink aufrechtzuerhalten.

Die Geräte sind lieferbar als Indoor- und Outdoor-Variante mit 400 W und 750 W Spitzenleistung, und das jeweils für die Frequenzbereiche 12,75 GHz bis 13,25 GHz und für 13,75 GHz bis 14,5 GHz (Bild 2 und 3). Beide Indoor-Ausführungen sind nur 3 HE hoch, das 400-W-Modell nur 18 kg schwer. Der Formfaktor der Verstärker ist damit einzigartig unter Halbleiterverstärkern und mit denen von Röhrenverstärkern gleicher Leistung vergleichbar. Auch beim Wirkungsgrad kommt der R&S PKU100 den TWTA sehr nahe, er liegt bei mindestens 20 % bezogen auf die Spitzenleistung.

Die Qualität des HF-Ausgangssignals ist von großer Bedeutung. Sie wird maßgeblich von der Linearität des Verstärkers bestimmt, wobei man zwischen Inband- und Außerband-Signalqualität unterscheidet (Bild 4):

Inband-Signalqualität

Das Ausgangssignal des Verstärkers muss eine bestimmte Güte haben, u.ä. definiert durch den MER-Wert (Modulation Error Ratio). Die MER kennzeichnet die Summe aller Störeinflüsse auf die Qualität im Nutzsignal einer digitalen Funkübertragung. Dazu zählen Rauschen und nicht lineare Verzerrungen, deren spektrale Anteile in das Nutzsignal fallen. Je besser die MER des ausgesendeten Signals, desto geringer kann der Signal-Rausch-Abstand im Empfänger sein, um das Signal fehlerfrei decodieren zu können. Ein weiterer Parameter zur Charakterisierung der Inband-Signalqualität ist die EVM (Error Vector Magnitude). Sie beschreibt die Größe des Fehlervektors und ist ein Maß für die Abweichung der übertragenen Symbole von der Idealkonstellation. Je kleiner die EVM, umso besser ist die Signalqualität.

Außerband-Signalqualität

Die spektrale Reinheit des Signals in den Nachbarkanälen ist ebenfalls ein wichtiges Kriterium bei der Wahl eines Verstärkers. Zur Beurteilung dient hier der Schulterabstand des Nutzsignals. Je größer er ist, umso weniger Störungen gelangen in die Nachbarkanäle. Bei Verstärkern für Satelliten-Uplinks

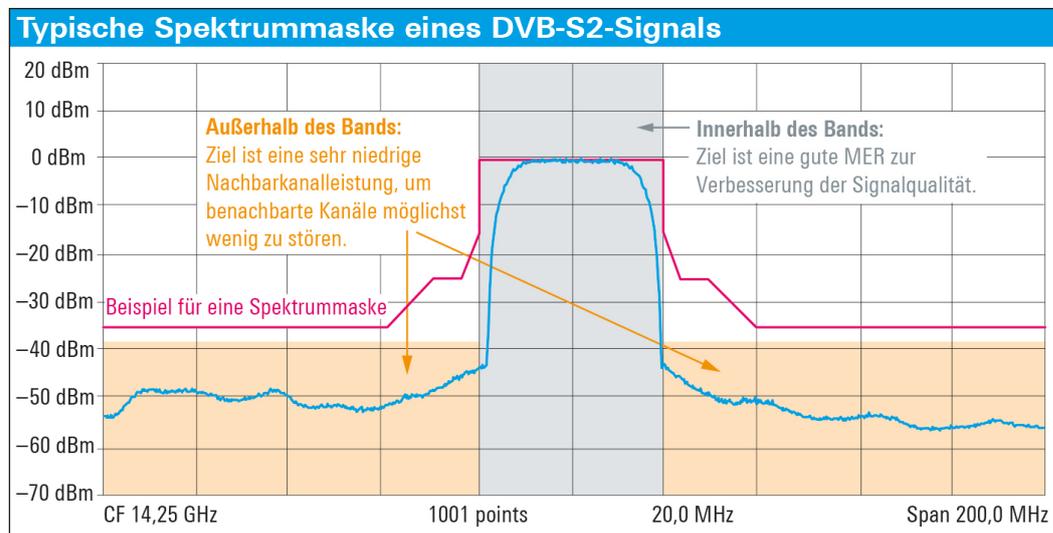


Bild 4: Je größer der Schulterabstand ist, umso weniger werden die Nachbarkanäle gestört

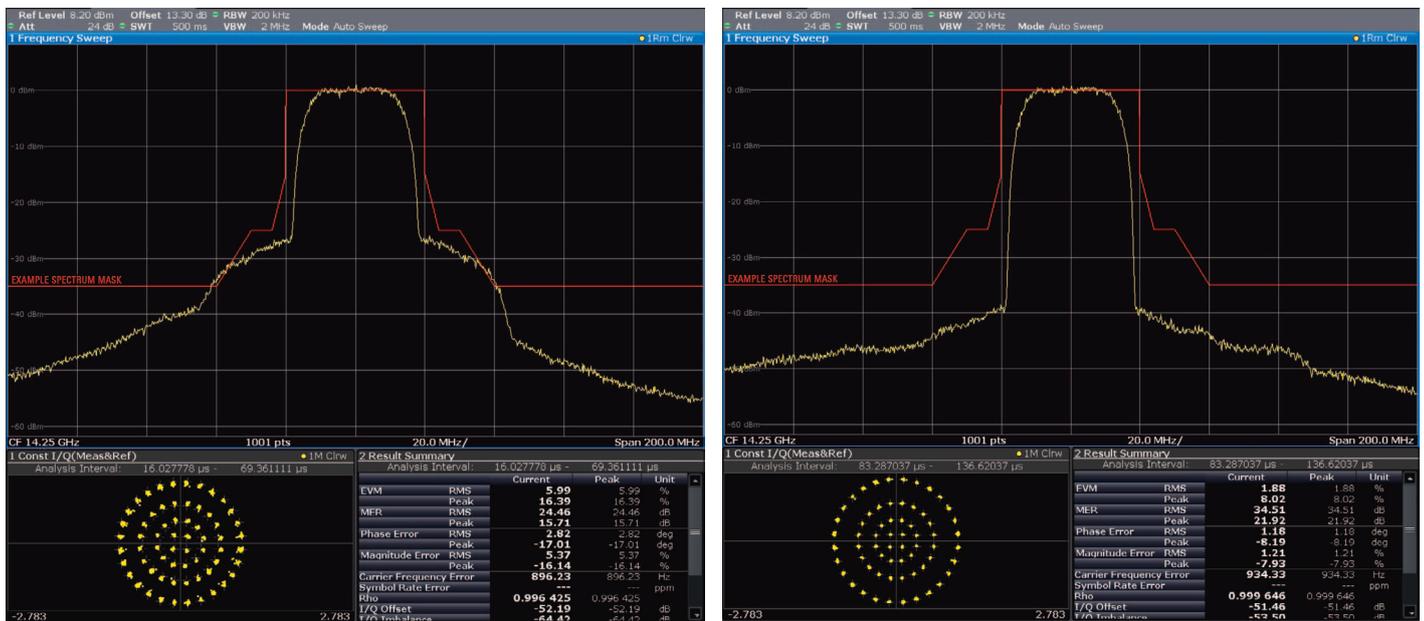


Bild 5: Steigerung der Signalqualität durch adaptive Linearisierung. Spektrum und EVM bzw. MER ohne (linke Seite) und mit der Funktion bei 64APSK-Modulation

wird oft gefordert, dass Außerband-Intermodulationsprodukte dritter Ordnung nicht größer als -25 dBc sind. Mit dieser Grenze kann sichergestellt werden, dass ein DVB-S-QPSK-Signal in etwa die Spektrummaske einhält – wobei allerdings je nach Satellitenbetreiber unterschiedlich strenge Anforderungen gelten.

Eine hohe Signalqualität ist u. a. auch wegen neuer TV-Standards wie DVB-S2 erforderlich, die höherwertige Modulationsarten definieren (z. B. 64APSK).

Top-Signale durch adaptive Linearisierung

Für Ausgangssignale in noch besserer Qualität gibt es zu den R&S PKU100 eine automatische adaptive Linearisierung, mit der sich die Eingangssignale so verändern lassen, dass Nichtlinearitäten des Verstärkers optimal kompensiert werden und sich die Schulterabstände deutlich vergrößern (Bild 5). Netzbetreiber wünschen für Letztere oft einen Wert von -35 dB, den die R&S PKU100 mit dieser Option spielend erreichen. Bei herkömmlichen Verstärkern muss die Ausgangsleistung stärker reduziert werden, um sie im linearen Bereich zu halten und den gewünschten Schulterabstand zu erreichen.

Durch die Linearisierung verbessert sich auch die MER. Ohne Linearisierung erreicht sie 25 dB, mit Linearisierung

fast 35 dB. Dies ist ein weiteres Plus der adaptiven Linearisierung, welche die Signalgüte im Uplink deutlich erhöht und damit mehr Leistungsreserven in der Übertragungstrecke schafft. Werden Ausgangsleistung oder Frequenz geändert, passt sich die Linearisierung auf Wunsch automatisch an. Die Option ist für Nutzsinalbandbreiten < 100 MHz geeignet.

Integrierter Block-Upconverter

Die Leitungsdämpfungen im Ku-Band sind frequenzbedingt recht hoch, weshalb die Signalführung zum Verstärker oft im verlustärmeren L-Band durchgeführt wird. Alle Verstärker der R&S PKU100-Familie sind

daher optional mit einem integrierten Block-Upconverter (BUC) erhältlich.

Redundant und komfortabel

Mit einer Netzteilredundanz können die Verstärker aus zwei unterschiedlichen Stromversorgungsnetzen gespeist werden. Ausfälle eines Stromnetzes oder eines Netzteils gefährden den Uplink dann nicht. Eine optionale DC-Versorgung mit 48 V ist nützlich für mobile Anwendungen oder dort, wo die kurzzeitigen Überbrückung der Reserveversorgung über Akkus vorgesehen ist. Bedient werden die Verstärker über ein intuitives Web-Interface (Bild 6) oder das Gerätedisplay. Zur einfachen Einbindung in

übergeordnete Managementsysteme dienen eine SNMP-Schnittstelle, die über LAN angesprochen wird, eine serielle RS-232/485- sowie eine parallele, potenzialfreie Schnittstelle.

Fazit

Die HF-Leistungsverstärker der Familie R&S PKU100 für das Ku-Band vereinen die Vorteile von Röhren- und Transistorverstärkern. Sie sind kompakt, leicht und als Indoor- und Outdoor-Geräte lieferbar. Mit der automatischen adaptiven Linearisierung erzeugen die Verstärker Signale in hervorragender Qualität und sind bestens gerüstet für den Einsatz bei höherwertigen Modulationsverfahren, wie sie im DVB-S2-Standard bereits definiert sind. ◀

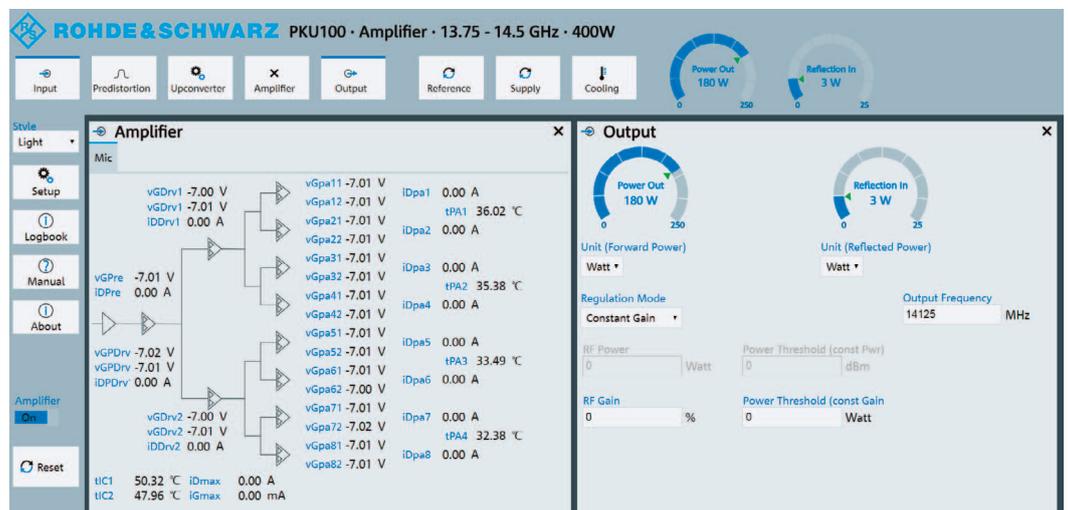


Bild 6: Die R&S PKU100 können über jeden Web-Browser bedient werden

W1-Koaxialkomponenten für DC bis 110 GHz



Die Anritsu Company führte W1-Koaxialkomponenten ein, deren Ausführung Messtechnikqualität aufweisen und die so gefertigt sind, dass sie in punkto Hochfrequenzmessungen eine hohe Präzision und Wiederholgenauigkeit liefern.

Bestehend aus einem mit W1-Steckern versehenen Powersplitter, Leistungsteiler, Richtkoppler und Dämpfungsgliedern, beseitigt die neue Familie die Messkomplexität, reduziert die

Zeiten für den Messaufbau und erhöht die Genauigkeit, wodurch sie zu einer überlegenen Alternative zu Lösungen basierend auf Hohlleiter wird.

Nicht frequenzbegrenzt

Im Gegensatz zu anderen Lösungen, die auf bandbegrenzten Hohlleitern basieren und die ein Hohlleiter-Interface erfordern, sind die W1-Komponenten nicht frequenzbegrenzt und unterstützen einen Frequenzbereich von DC bis 110 GHz. Durch die branchenweit beste Frequenzabdeckung entfällt die Notwendigkeit des De-Embeddings von Adaptern zwischen nativen Koaxialinterfaces, wodurch erforderliche Kalibrierungen zwischen Koaxial- und Hohlleitern überflüssig sind. Das Ergebnis ist eine Lösung, die Zeit und Geld spart und effizienter ist.

Frequenzabdeckung von DC bis 110 GHz

Die neuen W1-Komponenten von Anritsu umfassen einen

Leistungsteiler mit drei Widerständen, einen Powersplitter mit zwei Widerständen und einen Satz Dämpfungsglieder, die eine Frequenzabdeckung von DC bis 110 GHz bieten, sowie einen 20...110-GHz-Richtkoppler. Da die Komponenten mit W1-Verbindern (1-mm-kompatibel) für skalierbaren und modenfreien Betrieb bis 110 GHz ausgelegt sind, wird die Messgenauigkeit verbessert, um eine bessere Charakterisierung des Prüfobjekts zu erreichen. Diese Komponenten sind so konzipiert, dass sie ein hervorragendes Stehwellenverhältnis und niedriger Einfügedämpfung aufweisen.

Aufgrund der hohen Leistungsfähigkeit der W1-Verbindere eignen sich diese gut für eine Reihe von Entwicklungen im Hochfrequenzbereich. Sie können für die On-Wafer-Charakterisierung und Messungen genutzt werden, außerdem zur Charakterisierung von Verstärkern und Kfz-Radarbaugruppen sowie für die Messgerätekalibrierung und -charakterisierung in Messlabors. ◀

Anritsu Corporation
www.anritsu.com

Signal-Splitter für 5G



Mit Spinner-Splitttern gehen Anwender bei In-Building Projekten auf Nummer sicher. Die breitbandigen Splitter und Tapper decken den gesamten Frequenzbereich von 350 bis 3800 MHz ab und verteilen von PMR/Tetra bis 5G zuverlässig alle Frequenzbereiche.

Wer kennt das nicht: Ein Projekt wird geplant, implementiert und sobald es fertig gestellt ist, kommen neue Anforderungen hinzu, die sich oft nicht mehr mit dem bestehenden System umsetzen lassen. Besonders ärgerlich ist das für verteilte Antennensysteme

(Distributed Antenna Systems) bei In-Building Projekten, denn hier müsste im schlimmsten Fall wieder die gesamte Verteilstruktur ausgetauscht werden. Diese Kosten können sich Anwender der neuen breitbandigen Splitter und Tapper von Spinner sparen.

Die symmetrischen Splitter gibt es mit zwei, drei und vier Ausgängen, und sie sind auf Wunsch auch mit Halterung verfügbar. Von den asymmetrischen Splitttern (Tapper) gibt es neun Versionen mit den folgenden Teilungsverhältnissen: 1/3 (4,8 dB), 1/4 (6 dB), 1/5 (7 dB), 1/6 (8 dB), 1/10 (10 dB), 1/20 (13 dB), 1/30 (15 dB), 1/100 (20 dB) und 1/1000 (30 dB). Selbstverständlich sind alle Splitter mit dem 4.3-10-Stecksystem ausgestattet.

■ Spinner GmbH
www.spinner-group.com

4- und 6-Kanal-LXI-Microwave-Multiplexer mit herausragendem HF-Verhalten



Pickering Interfaces bietet neue 4- und 6-Kanal-50-Ohm-LXI-Microwave-Multiplexer in kompakter 1-HE- und 2-HE-Bauform. Die High-Performance-Microwave-Multiplexer 60-801 und 60-802 kombinieren exzellente RF-Charakteristik mit hoher Wiederholbarkeit innerhalb 0,01 dB. Eine

Auswahl von bis zu 16 Multiplexer-Bänken mit beliebiger Kombination aus 6, 18, 26,5 und 40 GHz Bandbreite stehen zur Verfügung. Ferngesteuert wird mit 1000Base-T-Ethernet. Die geschalteten Pfade werden über LEDs angezeigt. Anwendung finden die Systeme in der Luft- und Raumfahrt, in der Military/

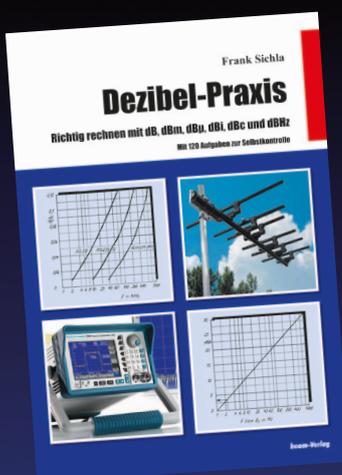
Aero- und Halbleiter-Industrie sowie in der Kommunikationstechnik. Besonders zu erwähnen sind vielfältige Konfigurationsmöglichkeiten und die garantierten 10^6 Schaltzyklen, wobei typisch 25 Millionen Schaltzyklen erreicht werden können.

Dazu Bob Stasonis, Sales & Marketing Director bei Pickering Interfaces: „Beide Systemvarianten bieten ein sehr geringes Stellenverhältnis, eine hohe Isolation, geringe Verluste und hohe Schaltleistung. Sie sind ideal für das Schalten von 50-Ohm-Koaxialsignalen im HF- und Microwave-Frequenzband.“

Alle von Pickering Interfaces gefertigten Produkte werden mit einer Dreijahresgarantie und einer Langzeitverfügbarkeit ausgeliefert. Preise und Verfügbarkeiten finden Interessenten auf www.pickeringtest.com. ◀

Pickering Interfaces
www.pickeringtest.com

Fachbücher für die Praxis



Dezibel-Praxis

Richtig rechnen mit dB, dBm, dBμ, dBi, dBc und dBHz

Frank Sichla, 17,5 x 25,5 cm, 94 S., 82 Abb., zahlreiche Tabellen und Diagramme; 120 Aufgaben zur Selbstkontrolle, mit Lösungen.
ISBN 978-88976-056-2, 2007, 12,80 €
Art.-Nr.: 118064

Das Dezibel ist in der Nachrichtentechnik zwar fest etabliert, erscheint aber oft noch geheimnisvoll. Will man genauer wissen, was dahinter steckt, kann man zu mathe-

matiklastigen und trockenen Lehrbüchern greifen. Darin stehen viele Dinge, die man in der Funkpraxis gar nicht braucht und die eher verwirren. Andererseits vermisst man gerade die „Spezialitäten“, denen man schon immer auf den Grund gehen wollte.

Der Autor dieses Buches hat dieses Dilemma erkannt und bietet daher hier eine frische, leicht verständliche und mit 120 Aufgaben und Lösungen überaus praxisgerechte Präsentation des Verhältnismaßes „dB“ mit all seinen Facetten.

Unser gesamtes Buchprogramm finden Sie unter www.beam-verlag.de
oder bestellen Sie über info@beam-verlag.de

mmWave Automotive Radar and Antenna System Development

As modern vehicle development expands to include more and more sophisticated electronics, automobile manufacturers are equipping their new models with advanced driver-assistance systems (ADAS) to obtain high safety ratings by increasing automotive safety.

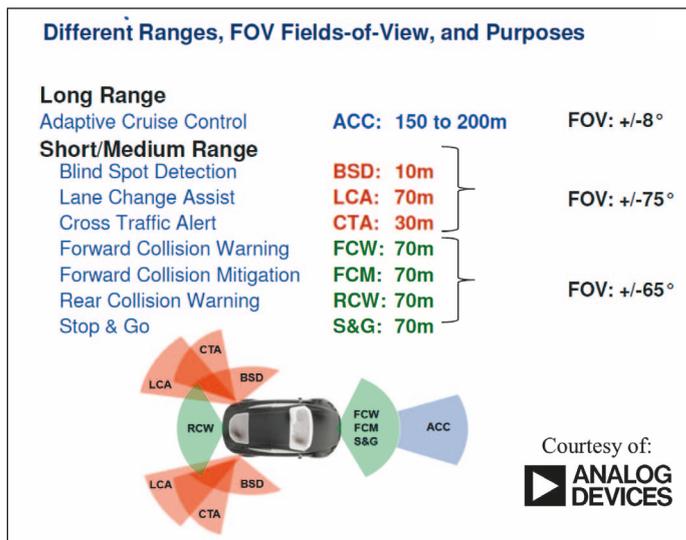


Figure 1: Different ranges, fields-of-view (FOV), and functions for advanced driver assist systems

Most road accidents occur due to human error and ADAS are proven to reduce injuries and fatalities by alerting drivers to and assisting them with a variety of issues, including collision avoidance and low tire pressure using radar technology mostly focused over the 76...81 GHz spectrum. They perform over a range of applications, operating conditions, and object detection challenges in order to provide reliable coverage over the range (distance) and field of view (angle) as dictated by the particular driver assist function.

This application note presents some of the challenges behind developing millimeter-wave (mmWave) radar systems and the antenna array technologies for the next generation of smart cars and trucks. Examples will be presented demonstrating how the NI AWR Design Environment platform, specifically the radar design capabilities within

Visual System Simulator (VSS) system design software, can be used successfully in ADAS applications.

ADAS Technology

ADAS is made possible through a network of sensors that perform specific safety functions. Manufacturers are currently implementing these systems based on vision sensor technology and radar systems operating at either 24 and/or 77 GHz. Vision systems detect lane markings and process other visual road information, however, they are susceptible to inadequate performance due to precipitation, particularly snow and fog, as well as distance.

On other the hand, long-range radar (LRR) supports multiple functions, comfortably handling distances between 30 and 200 m, and short-range radar (SRR) can detect objects below 30-meter

distances. While the 24 GHz frequency band, which addresses SRR detection, is expected to be phased out of new vehicles by 2022, today it is commonly found in hybrid architectures. Meanwhile, the 77 GHz band (from 76 to 81 GHz) supporting LRR is expected to provide both short and long-range detection for all future automotive radars. Figure 1 provides details on short/medium and long-range radar.

Technical advantages of the 77 GHz band include smaller antennas (one-third of the size of the current 24 GHz ones), higher permitted transmit power, and, most importantly, wider available bandwidth, which enables higher object resolution. As a result, advances in radar modulation techniques, antenna beam steering, system architecture, and semiconductor technology are driving the rapid adoption of mmWave radar in future ADAS enabled cars and trucks.

To manage the adoption of these technologies, radar developers require RF-aware system design software that supports radar simulations with detailed analysis of RF front-end components, including nonlinear RF chains, advanced antenna design, and channel modeling. Co-simulation with circuit and electromagnetic (EM) analysis provides accurate representation of true system performance prior to building and testing costly radar prototypes. NI AWR software provides these capabilities, all within a platform that manages automotive radar product development—from initial architecture and modulation studies through the physical design of

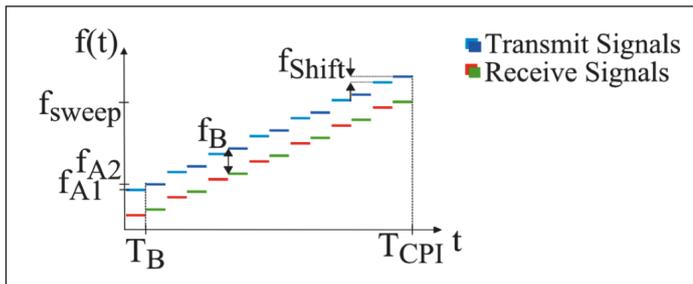


Figure 2: Multiple frequency shift keying

the antenna array and front-end electronics based on either III-V or silicon integrated circuit (IC) technologies.

The NI AWR Design Environment platform integrates these critical radar simulation technologies while providing the necessary automation to assist the engineering team with the very complex task of managing the physical and electrical design data associated with ADAS electronics. ADAS support includes: Design of waveforms, baseband signal processing, and parameter estimation for radar systems, with specific analyses for radar measurements along with comprehensive behavioral models for RF components and signal processing.

Design of transceiver RF/micro-wave front-end with circuit-

level analyses and modeling (distributed transmission lines and active and passive devices) to address printed circuit board (PCB) and monolithic microwave IC (MMIC)/RFIC design.

Planar/3D EM analysis for characterizing the electrical behavior of passive structures, complex interconnects, and housings, as well as antennas and antenna arrays.

The connection between simulation software and test and measurement instruments.

Radar Architectures and Modulation

For adaptive cruise control (ACC), simultaneous target range and velocity measurements require both high resolution and accuracy to manage multi-tar-

get scenarios such as highway traffic. Future developments targeting safety applications like collision avoidance (CA) or autonomous driving (AD) call for even greater reliability (extreme low false alarm rate) and significantly faster reaction times compared to current ACC systems, which utilize relatively well-known waveforms with long measurement times (50...100 ms).

Important requirements for automotive radar systems include the maximum range of approximately 200 m for ACC, a range resolution of about 1 m and a velocity resolution of 2.5 km/h. To meet all these system requirements, various waveform modulation techniques and architectures have been implemented, including a continuous wave (CW) transmit signal or a classical pulsed waveform with ultra-short pulse length.

The main advantages of CW radar systems in comparison with pulsed waveforms are the relatively low measurement time and computation complexity for a fixed high-range resolution system requirement. The two classes of CW waveforms widely reported in literature include linear-frequency modulation

(LFMCW) and frequency-shift keying (FSK), which use at least two different discrete transmit frequencies. Table 1 compares the different radar architectures and their advantages and disadvantages.

For ACC applications, simultaneous range and relative velocity are of the utmost importance. While LFMCW and FSK fulfill these requirements, LFMCW needs multiple measurement cycles and mathematical solution algorithms to solve ambiguities, while FSK lacks in range resolution. As a result, a technique combining LFMCW and FSK into a single waveform called multiple frequency shift keying (MFSK) is of considerable interest.

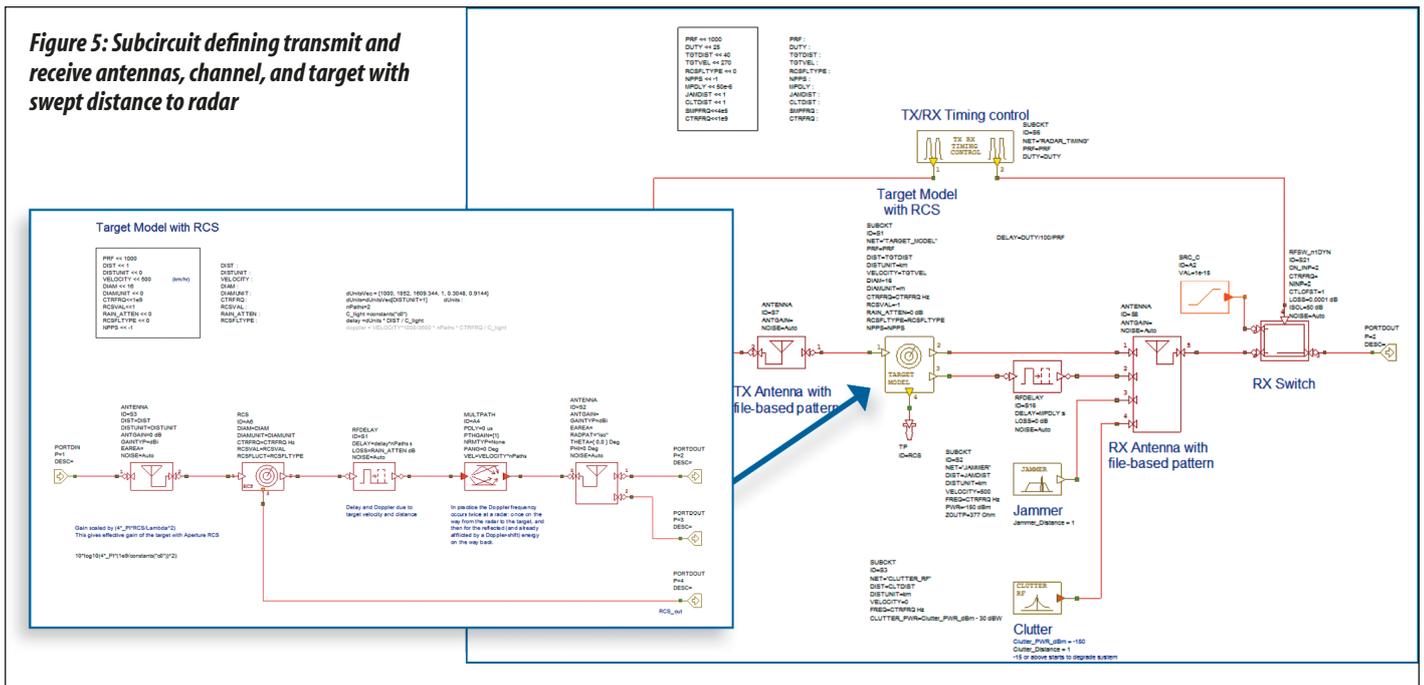
MFSK was specifically developed to serve radar development for automotive applications and consists of two or more transmit frequencies with an intertwined frequency shift and with a certain bandwidth and duration, as shown in Figure 2 [1].

As previously mentioned, pulsed radars are also widely used in automotive radar systems. Relative velocity can be determined from consecutive pulses using a coherent transmitter and receiver to measure pulse-to-pulse

	Pulse Doppler	FMCW	FSK	UWB
Signals/Plots				
Description	<ul style="list-style-type: none"> Single-carrier frequency is transmitted in a short burst 	<ul style="list-style-type: none"> Typically a sawtooth waveform with 100 - 150 MHz bandwidth 	<ul style="list-style-type: none"> FSK with 1 MHz steps Coherent processing interval (CPI) per frequency is 5 ms Range info is derived from phase difference 	<ul style="list-style-type: none"> Dirac pulse Measure time-of-flight auto correlation
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> Simple algorithm for distance 	<ul style="list-style-type: none"> Good range accuracy Easy to calculate relative speed and range 	<ul style="list-style-type: none"> Simple voltage controlled oscillator (VCO) modulation Short measurement cycle 	<ul style="list-style-type: none"> Simple principle Can measure at close range due to large BW
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> Difficult-to-determine range rate Cannot transmit and receive simultaneously 	<ul style="list-style-type: none"> Computation to eliminate ghost targets Long measurement time for multiple chirps 	<ul style="list-style-type: none"> Coherent signal required for accuracy Poor range direction information 	<ul style="list-style-type: none"> Medium-to-low range No direct measure of range rate Sensitive to disturbance

Table 1: Different radar architectures and their technical advantages/disadvantages in target detection, range, robustness, and resolution

Figure 5: Subcircuit defining transmit and receive antennas, channel, and target with swept distance to radar



detector for simulation purposes. The chirp signal level is set to 0 dBm, PRF = 2 kHz and DUTY = 25 percent. The target model is defined by the Doppler frequency offset and target distance, and angles of arrival (THETA/PHI) are specified in a data file and vary over time. The Doppler frequency and channel delay were generated to describe the target return signal with different velocities and distance, while the radar clutter model can be included, and the power spectrum can be shaped. In this example, the clutter magnitude distribution was set to Rayleigh and the clutter power spectrum was formed by a Weibull probability distribution.

The RF transmitter in Figure 4 includes oscillators, mixers, amplifiers, and filters, whereas the gain, bandwidth, and carrier frequency were specified based on the requirements of the system or actual hardware performance as provided by the RF design team. Likewise, the RF receiver includes oscillators, mixers, amplifiers and filters with gain, bandwidth and carrier frequency specified according to the system requirements. Co-simulation with the Microwave Office circuit simulation software is possible as the transceiver front-end design details become available. As will be discussed later, the interaction between the transceiver electronics and a beamforming antenna

array can be analyzed via circuit, system, and EM co-simulation.

To detect the moving object more effectively, MTD is used. The MTD is based on a high-performance signal processing algorithm for PD radar. A bank of Doppler filters or FFT operators cover all possible expected target Doppler shifts and the output of the MTD is used for the CFAR processing. In this particular example, measurements for detection rate, and CFAR are provided.

The radar signal waveform must be measured in the time domain at the receiver input. Since the target return signal is often blocked by clutter, jamming, and noise, detection in

the time domain is not possible and an MTD is used to perform the Doppler and range detection in the frequency domain. In the MTD model, the data is grouped for corresponding target range and Doppler frequency. Afterwards, a CFAR processor is used to set the decision threshold based on the required probabilities of detection and false alarm, as shown in Figure 5.

This relatively simple design can be used as a template for different PD applications. The radar signal is a function of pulse repetition frequency (PRF), power, and pulse width (duty cycle). These parameters can be modified for different cases. In the simulation, the radar signal also can be replaced by any defined

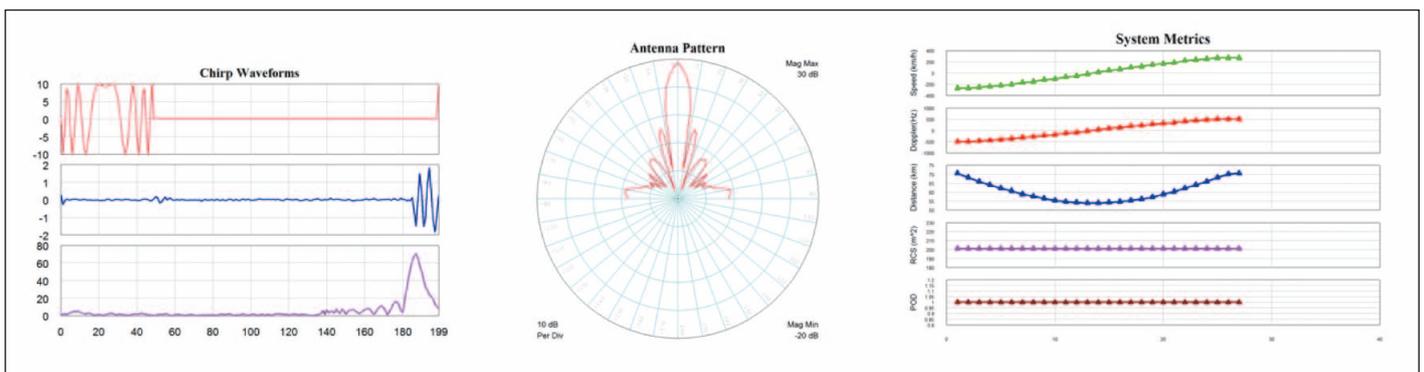


Figure 6: Results of the simulation are shown in the system metrics graph

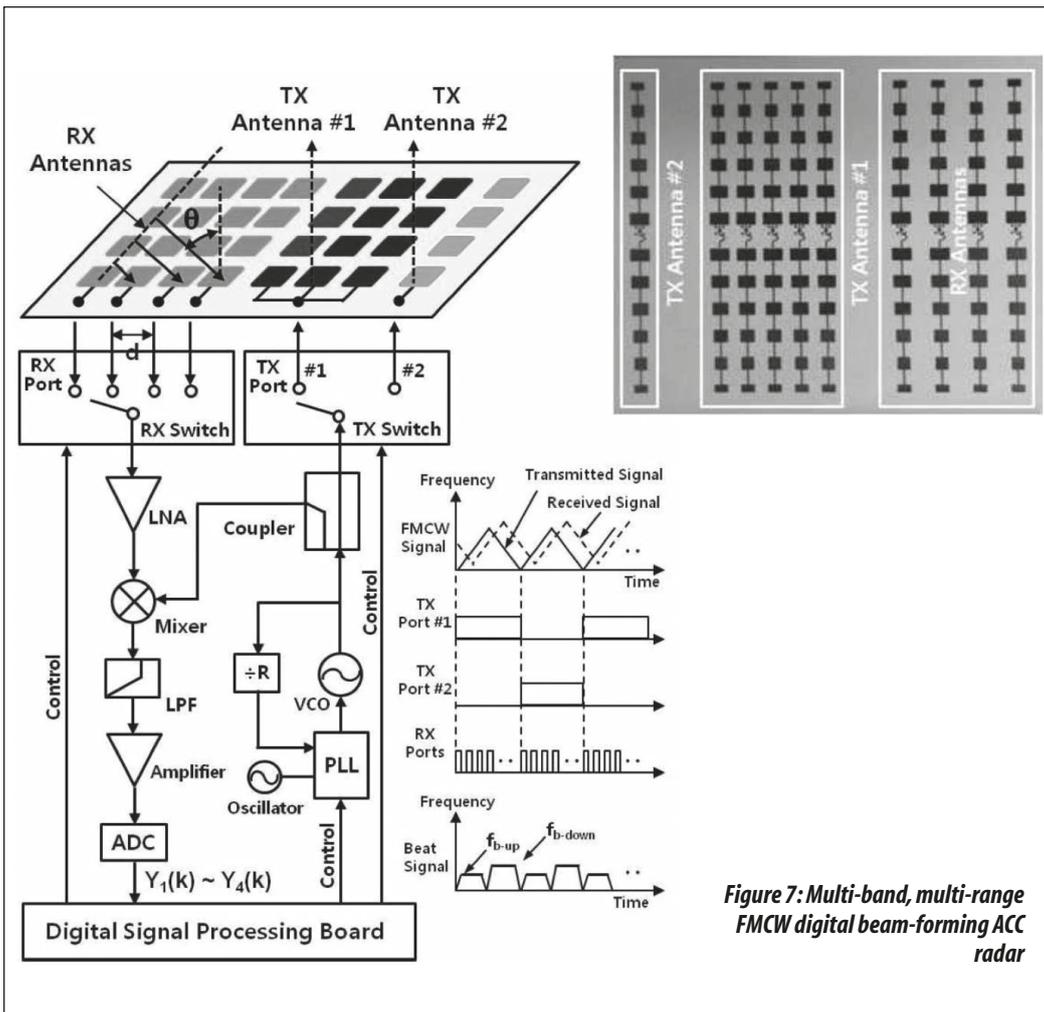


Figure 7: Multi-band, multi-range FMCW digital beam-forming ACC radar

signal through the data file reader in which the recorded or other custom data can be easily used. VSS provides the simulation and model capabilities to refine the radar architecture, implement increasingly accurate channel models (including multi-path fading and ground clutter), and develop performance specifications for the transceiver link budget and detailed antenna radiation pattern requirements.

The plots in Figure 6 show several simulation results, including the transmitted and received chirp waveform, the antenna radiation pattern, and several system measurements, including the relative velocity and distance. In this simulation, the distance to the target is swept to reflect a vehicle that approaches and passes by a stationary radar, resulting in Doppler frequency that reverses the sign from negative to positive (red curve) and produces a null in relative distance as the target passes by the radar. In an automotive radar for ACC, the velocity and distance information would be used to alert the driver or take

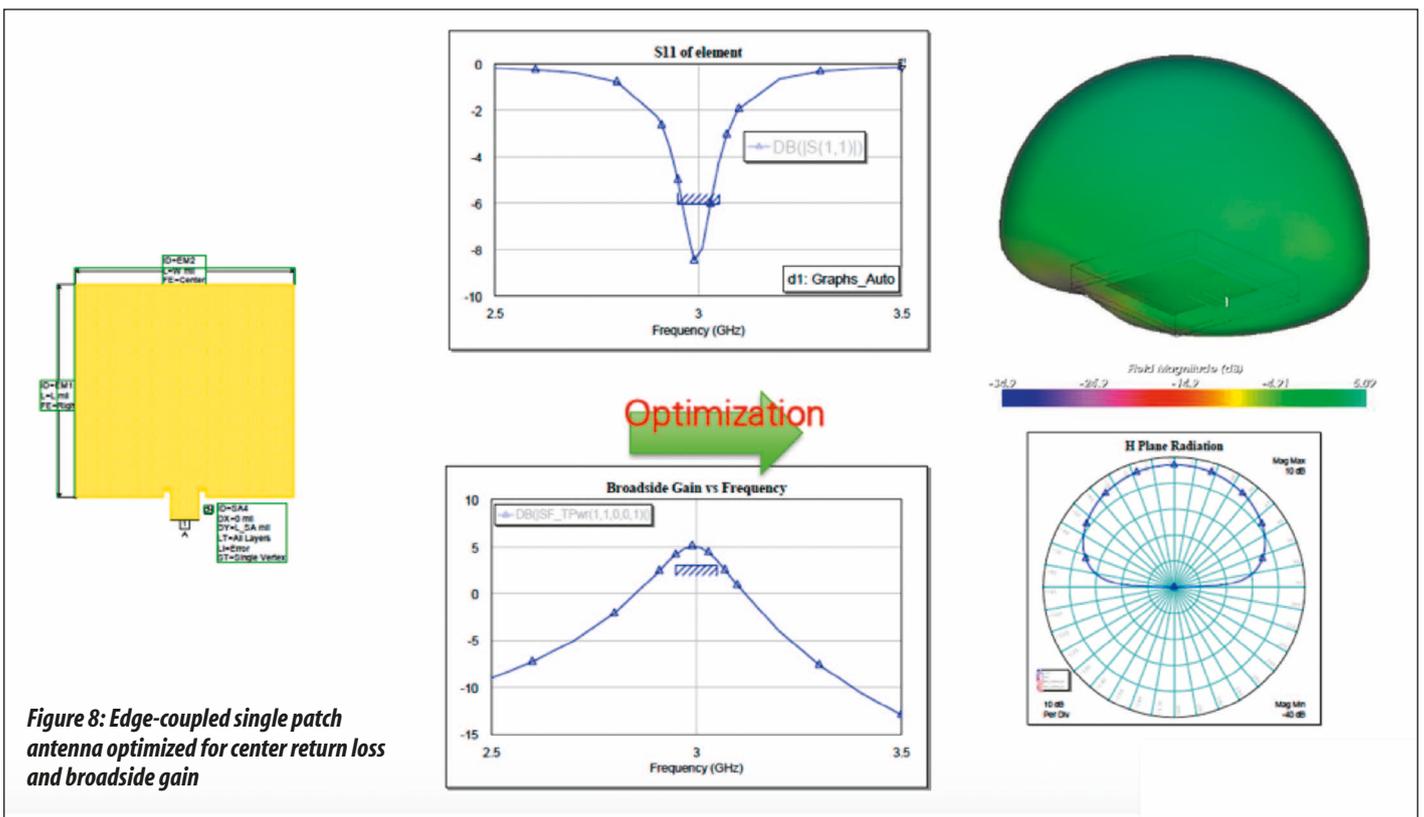


Figure 8: Edge-coupled single patch antenna optimized for center return loss and broadside gain

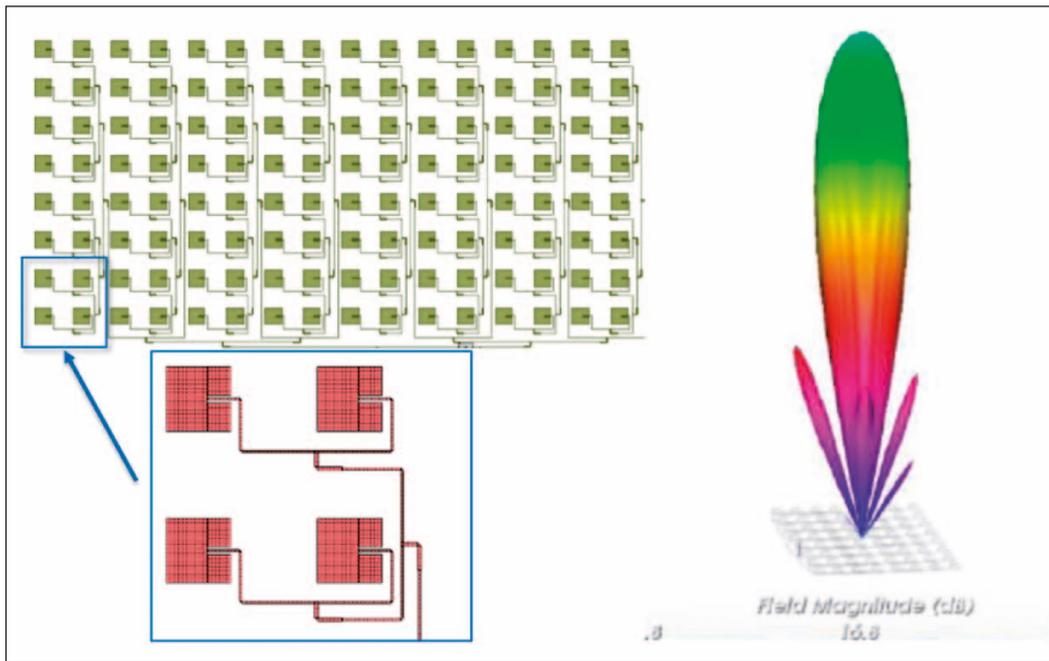


Figure 9: 8 x 16 patch antenna array (128-element) with corporate feed (single-feed port)

corrective action (such as applying braking).

Multi-Beam/ Multi-Range

A typical ACC stop-and-go system requires multiple short and long-range radar sensors to detect nearby vehicles. The shorter range radar typically covers up to 60 m with an angle coverage up to $\pm 45^\circ$, allowing the detection of the vehicle's adjacent lanes that may cut into the current travel lane. The longer-range radar provides coverage up to 250 m and an angle of $\pm 5^\circ$ to $\pm 10^\circ$ to detect vehicles in the same lane, further ahead.

To support multiple ranges and scan angles, module manufactu-

rers such as Bosch, DENSO, and Delphi have developed and integrated multi-range, multi-detection functionality into increasingly capable and cost sensitive sensors using multi-channel transmitter (TX)/receiver (RX) architectures. These different ranges can be addressed with multi-beam/multi-range radar by employing radar technology such as FMCW and digital beamforming with antenna array design.

Antenna

A multi-modal radar for an ACC system [2] based on an FMCW radar driving multiple antenna arrays is shown in Figure 7. This multi-beam, multi-range radar with digital beam forming operates at both 24 and 77 GHz,

utilizing two switching-array antennas to enable long range and narrow-angle coverage (150 m, $\pm 10^\circ$) and short range and wide-angle coverage (60 m, $\pm 30^\circ$). This example illustrates the use of multiple antenna-array systems, including multiple (5 x 12 element) series-fed patch arrays (SFPAs) for long range, narrow-angle detection (77 GHz), a single SFPAs (1 x 12 elements designed for 24 GHz) for short, wide-angle detection, and four (1 x 12) SFPAs for the receiver that were required for this type of system.

Radar performance is greatly influenced by the antenna technology, which must consider electrical performance such as gain, beam width, range, and

physical size for the particular application. The multiple, fixed TR/RX antenna arrays in the example radar were optimized for range, angle, and side-lobe suppression. A patch antenna is relatively easy to design and manufacture and will perform quite well when configured into an array, which results in an increase of overall gain and directivity.

The performance of a rectangular patch antenna design is controlled by the length, width, dielectric height, and permittivity of the antenna. The length of the single patch controls the resonant frequency, whereas the width controls the input impedance and the radiation pattern. By increasing the width, the impedance can be reduced. However, to decrease the input impedance to 50 Ohms often requires a very wide patch antenna, which takes up a lot of valuable space. Larger widths can also increase the bandwidth, as does the height of the substrate. The permittivity of the substrate controls the fringing fields with lower values, resulting in wider fringes and therefore better radiation. Decreasing the permittivity also increases the antenna's bandwidth. The efficiency is also increased with a lower value for the permittivity.

Designing a single patch antenna or array is made possible through the use of design software that utilizes EM analysis to accurately simulate and optimize performance. The NI AWR Design Environment platform includes AXIEM 3D planar and Analyst 3D finite element method (FEM)

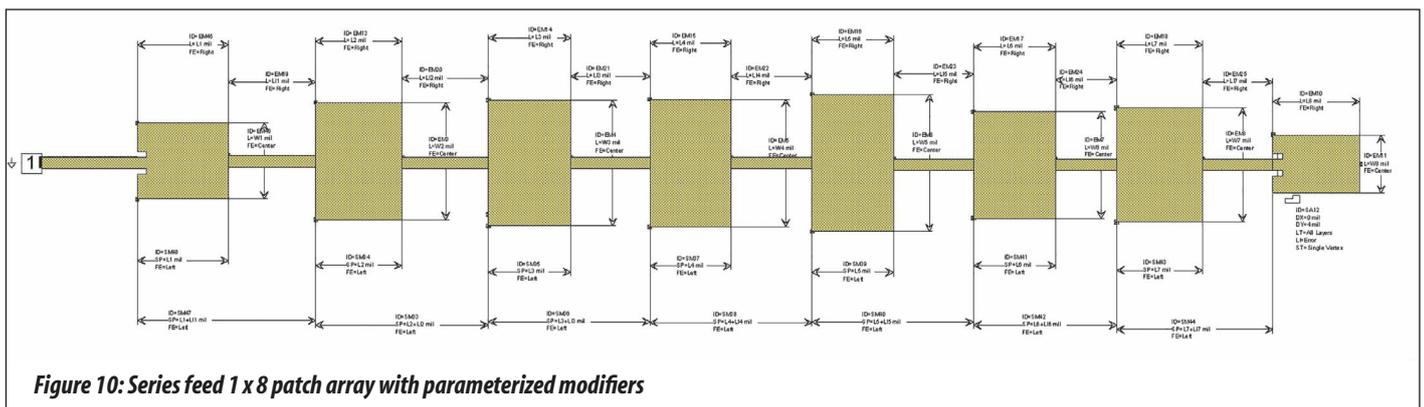
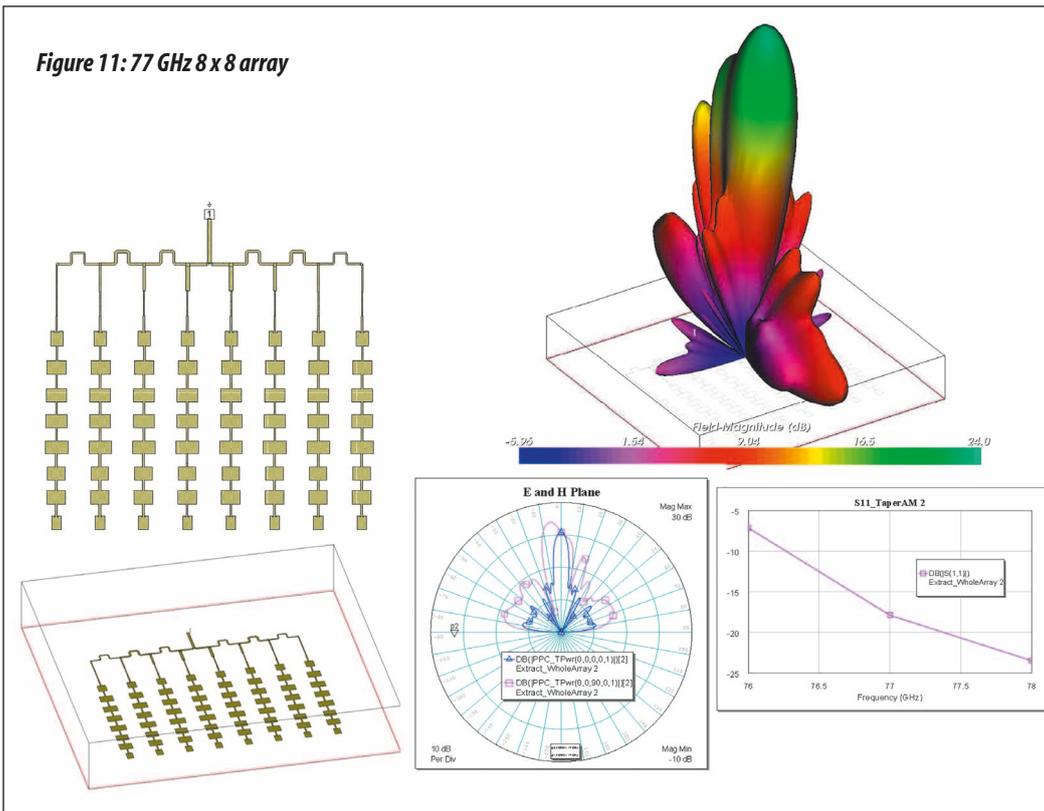


Figure 10: Series feed 1 x 8 patch array with parameterized modifiers

Figure 11: 77 GHz 8 x 8 array



EM simulators. These simulators not only simulate antenna performance such as near and far-field radiation patterns, input impedance, and surface currents, they also co-simulate directly with VSS software, automatically incorporating the antenna simulation results into the overall radar system analysis without the need to manually export/import data between EM simulator and system design tools.

Both AXIEM and Analyst simulators take the user-defined physical attributes of the antenna such as patch width and length, as well as the dielectric properties such as material and substrate height, to produce the electrical response. AXIEM simulator is ideal for patch antenna analysis (Figure 8), whereas Analyst simulator is best suited for 3D structures such as modeling of a coaxial feed structure or finite dielectric (when proximity to the edge of a PCB would impact antenna performance). Figure 9 shows a patch antenna array with corporate feed and 167K unknowns solved in less than 6.5 minutes with a quad core.

To determine the physical attributes that will yield the desired electrical response, antenna designers can use the AntSyn antenna synthesis and optimization module. AntSyn software enables users to specify the electrical requirements and physical size constraints of the antenna and the software explores a set of design configurations and determines the optimum structure based on proprietary genetic optimization and EM analysis. The resulting antenna geometry can then be imported in a dedicated planar or 3D EM solver such as AXIEM or Analyst simulators for verification or further analysis/optimization.

Planar elements can easily form array structures by combining very simple elements such as microstrip patches. Patches can be configured in a series such as the 1 x 8 patch array in Figure 10, where each element is connected serially by a “tunable” section of transmission line. In this AXIEM project, the lengths and widths of each array element and the connecting transmission lines were defined with variables

to allow optimization of the overall array performance.

The 1 x 8 array can be further expanded into an 8 x 8 array for a high-gain, fixed-beam design, as shown in Figure 11, replicating the 8 x 8 element array reported in [2].

Within the VSS software, arrays can be represented as system behavioral blocks using the proprietary phased-array model. This enables designers to specify the array configuration (number of elements, element spacing, antenna radiation pattern, impaired elements, gain tapering, and more) for a high-level understanding of array requirements for desired performance such as gain and side lobes. This approach is best for large-scale arrays (thousands of elements) and system designers developing basic requirements for the antenna array team.

The array can also be modeled with the detailed physical array in AXIEM or Analyst simulators. Individual port feeds can be specified or, if the feed network is also implemented in the AXIEM/Analyst simulator, a

single feed network can be specified (Figure 12).

This approach enables the design team to investigate the interaction between the beam angle and the input impedance of each individual element, allowing RF front-end component designers to account for impedance loading effects on transceiver performance. This capability highlights the importance of having RF circuit, system, and EM co-simulation to accurately investigate circuit/antenna behavior before fabricating these complex systems.

MIMO and Beam-Steering Antenna Technologies

For vehicles, a radar will receive unwanted backscatter off the ground and any large stationary objects in the environment, such as the sides of buildings and guardrails. In addition to direct-path reflections, there are also multipath reflections between scatterers, which can be used to mitigate the impact of clutter through the use of multiple-input-multiple output (MIMO) antennas.

A MIMO radar system uses a system of multiple antennas with each transmit antenna radiating an arbitrary waveform independently of the other transmitting antennas. Each receiving antenna can receive these signals. Due to the different wave forms, the echo signals can be re-assigned to the single transmitter. An antenna field of N transmitters and a field of K receivers mathematically results in a virtual field of K*N elements, resulting in an enlarged virtual aperture that allows the designer to reduce the number of necessary array elements. MIMO radar systems thereby improve spatial resolution and provide a substantially improved immunity to interference. By improving the signal-to-noise ratio, the probability of detection of the targets is also increased.

VSS software is able to implement user-specified MIMO algo-

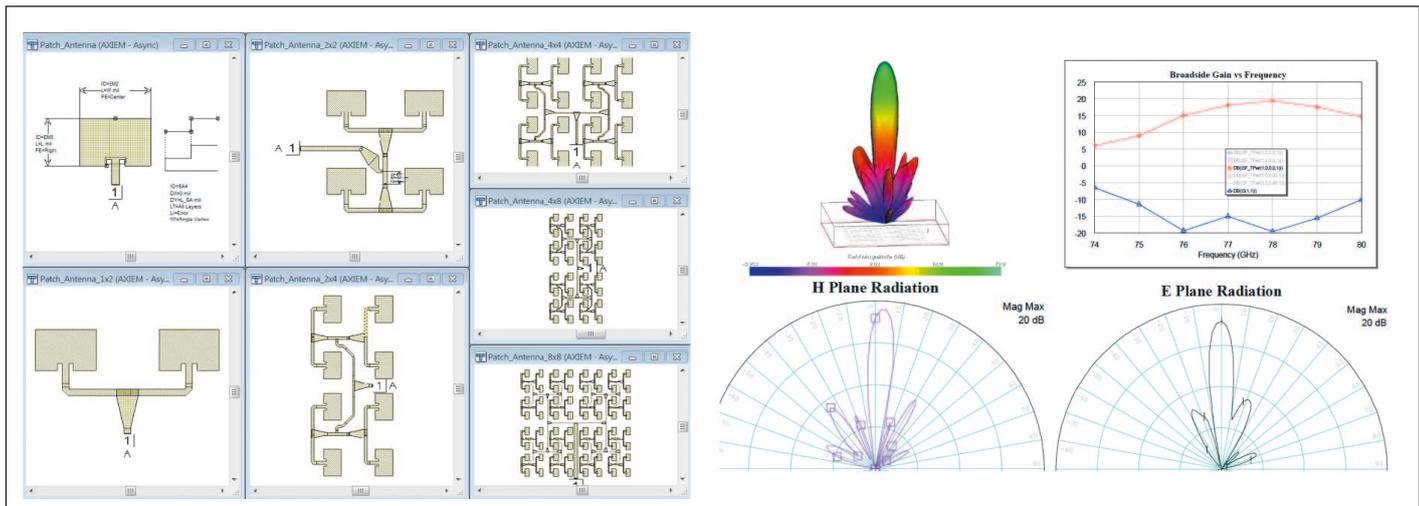


Figure 12: Simulation of published [2] 8 x 8 patch array on R04003C PCB, approximately 2.3 x 2.5 cm

gorithms and evaluate the overall performance as it relates to the channel model, which simulates a highly-customizable multipath fading channel that includes channel path loss, the relative velocity between the transmitter and receiver, and the maximum Doppler spread.

Supporting independent or continuous block-to-block operation, the channel can contain multiple paths (LOS, Rayleigh, Rician, frequency shift) that can be individually configured in terms of their fading types, delays, relative gains, and other applicable features.

This module can also simulate a receiver antenna array with user-defined geometry, enabling simulation of single-input-multiple-output (SIMO) systems, as shown in Figure 13.

Conclusion

This application example has discussed ADAS design challenges and examples have been presented demonstrating how the radar design capabilities within VSS software help designers with overcome these roadblocks. ADAS are becoming more and more prevalent in most vehicles and continued research and deve-

lopment is driving more sophistication and reliability. Advances in simulation technology like the NI AWR Design Environment platform, particularly in RF-aware circuit design, array modeling, and system-level co-simulation, will enable antenna designers and system integrators to optimize these systems for challenging size, cost, and reliability targets.

References

Rohling, Hermann; Meinecke, Marc-Michael, "Waveform Design Principles for Automotive Radar Systems," Technical

University of Hamburg-Harburg, Harburg, Germany, Proceedings, 2001 CIE International Conference on Radar

H. Jeong, H. Y. Yu, J. E. Lee, et al., "A Multi-Beam and Multi-Range Radar with FMCW and Digital Beam-Forming for Automotive Applications," Progress in Electromagnetics Research, Vol. 124, 285-299, January 2012

Jri Lee, Yi-An Li, Meng-Hsiung Hung, and Shih-Jou Huang, "A Fully-Integrated 77-GHz FMCW Radar Transceiver in 65-nm CMOS Technology," IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 45, No. 12, December 2010

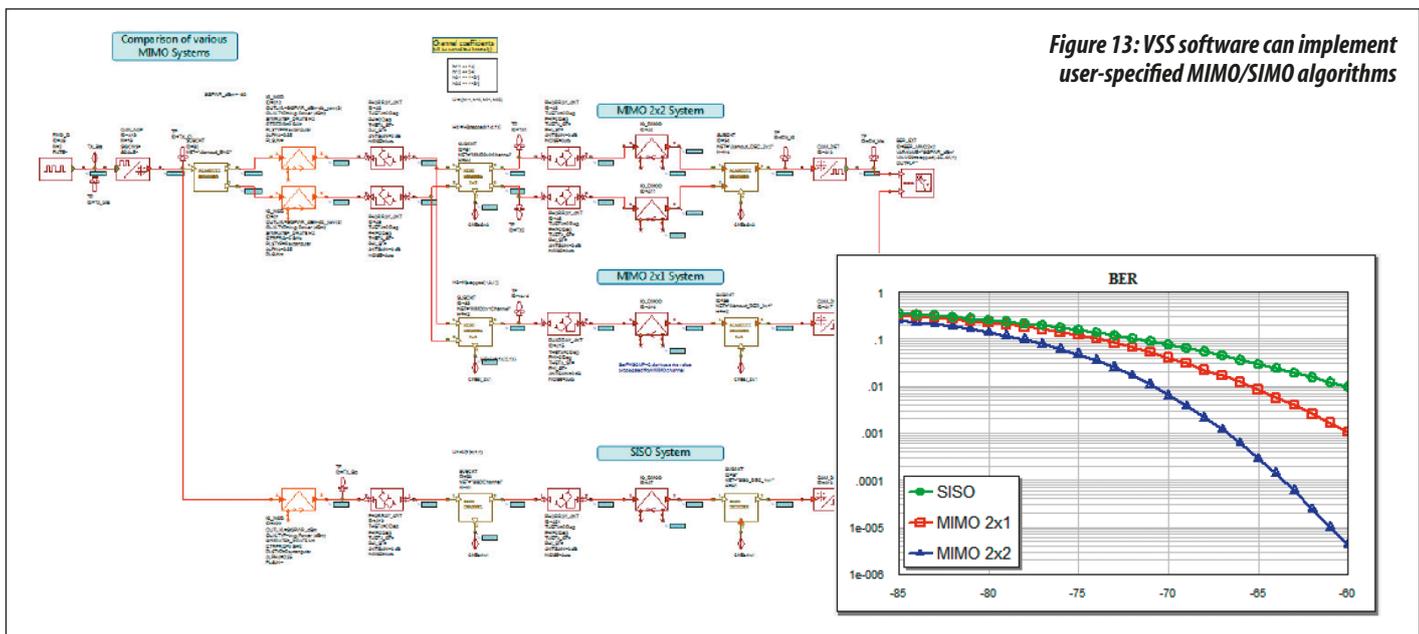
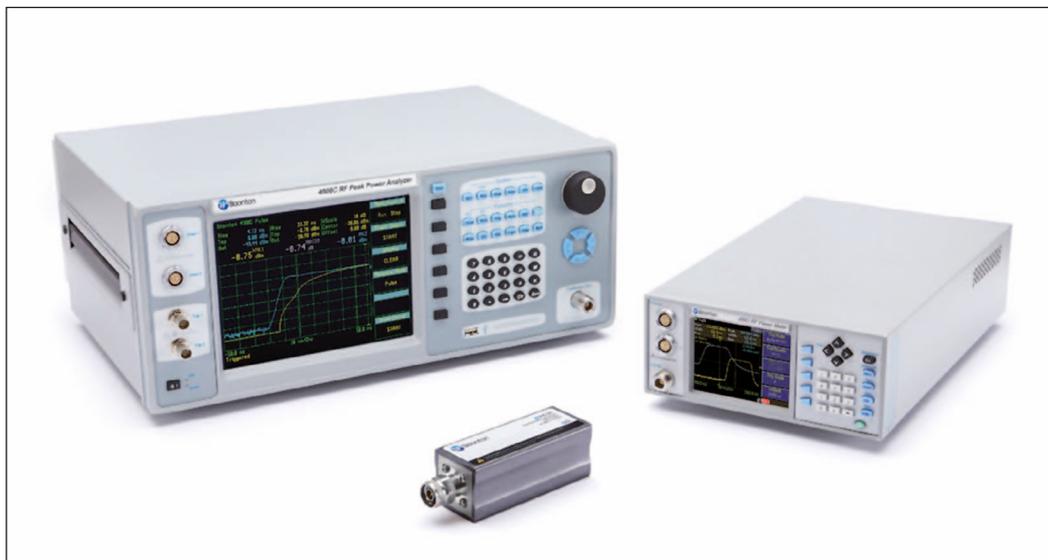


Figure 13: VSS software can implement user-specified MIMO/SIMO algorithms

Testing High Power GaN Amplifiers for Radar Signals using Peak Power Meters



GaN technology has become a staple for high power amplifiers (PAs) used in radar applications. Moreover, the high power and/or the radar application often require the signals to be pulsed.

Measuring and characterizing pulsed RF signals used in radar applications present unique challenges. This article explains why the peak power meter is a must have test instrument for characterizing the behavior of pulsed RF PAs used in radar systems.

Pulsed radar signals are “on” for a short time followed by a long “off” period. During “on” time, the system transmits anywhere from kilowatts to megawatts of power. The high-power pulsing can stress the power amplifier (PA) in a number of ways both during the “on/off” transitions and during prolonged “on” periods. As higher demands are being placed on these PAs in areas such as output power level, linearity, and efficiency, the behavior of the amplifier needs to be thoroughly tested

and evaluated. The time domain nature of the pulsed RF signal necessitates time domain signal analysis. This article explains why a peak power meter is the ideal test instrument for characterizing the behavior of GaN power amplifiers used in radar systems.

GaN Radar Power Amplifier Technology Overview

For many years, radar systems employed vacuum electron devices (VEDs), commonly referred to as tubes, for high power applications. Most commonly used VED technologies in radar applications today are Traveling Wave Tubes (TWT), Klystrons, Magnetrons and Gyrotrons.

TWT amplifiers (TWTAs) provide multi-octave bandwidths, multi-kilowatt peak power output, support of high frequencies, as well as ruggedness. However, TWTAs are relatively costly, large vacuum tube structures that require significant size and mass. VEDs and their associated high-voltage power supplies often suffer from short lifetimes, varying from as few as several hundred hours to ten thousand hours for relatively benign environments. To address these shortcomings, engineers have researched alternatives.

About three decades ago semiconductor-based PA solutions called solid state power amplifiers (SSPA) started making modest inroads as an alternative technology for certain radar applications.

Silicon-based laterally diffused metal oxide (LDMOS) offered a few hundred watts of output power, ruggedness and reliability. Its upper frequency limit of about 3 GHz (S-Band) at high output powers curbed its applicability in radar. Gallium arsenide (GaAs), a wide-bandgap semiconductor, overcame the high frequency deficiency of LDMOS, reaching above 100 GHz, yet its lower operating voltage limits its output power capability. High power GaAs amplifiers often require paralleling of multiple devices to reach desired power levels at the expense of loss in efficiency. GaAs found common use in radar but still was

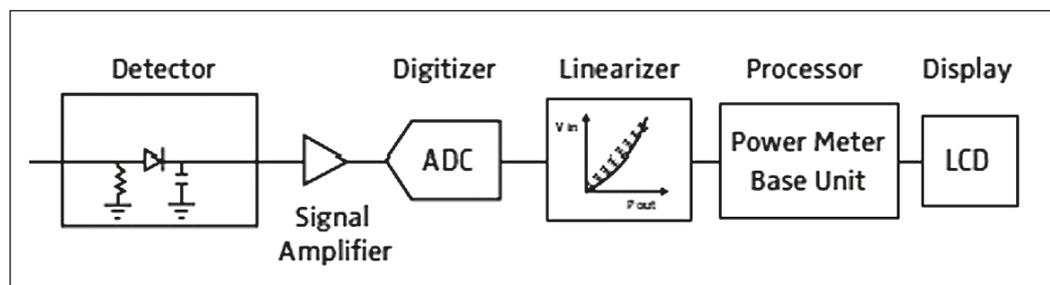


Figure 1: Peak Power Meter Block Diagram

Author:
Walt Strickler,
VP GM Boonton

Application Note 0918/EN
Wireless Telecom Group
WTGinnovation
www.boonton.com

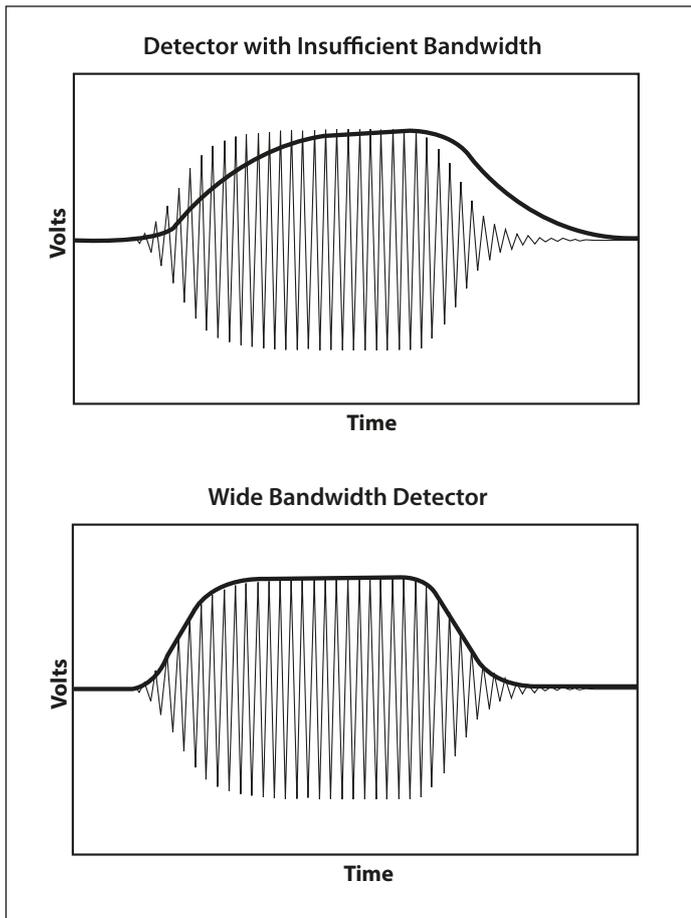


Figure 2: Impact of risetime and bandwidth capability of the sensor for accurately measuring and displaying the pulse RF signal

not a viable alternative in most high-power radar applications.

Over the last 20 years, gallium nitride (GaN) has gained popularity for use in SSPAs. GaN offers significantly higher power density, greater efficiency, and higher electron mobility (enabling it to be used at higher frequencies) relative to GaAs devices. Initially, these advantages came at the expense of lower reliability and higher cost.

The lower reliability was primarily due to lack of a suitable substrate to remove heat from high power applications out of the die. This is now being addressed by placing GaN on a siliconcarbide (SiC) wafer substrate. SiC provides three times better thermal conductivity. The enhanced thermal performance improved the reliability and ruggedness. Through advances in manuf-

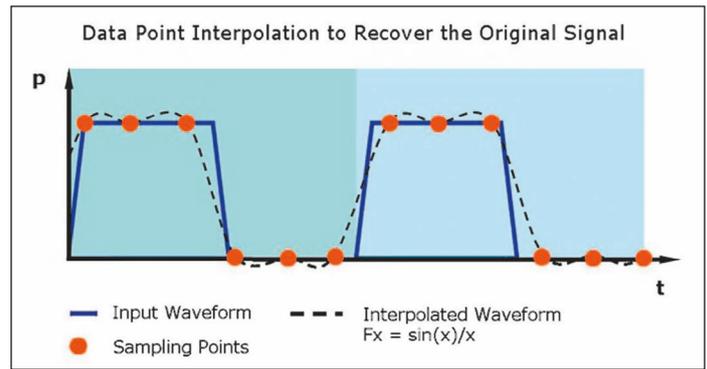


Figure 3a: A time domain diagram of the conventional sampling and interpolation method

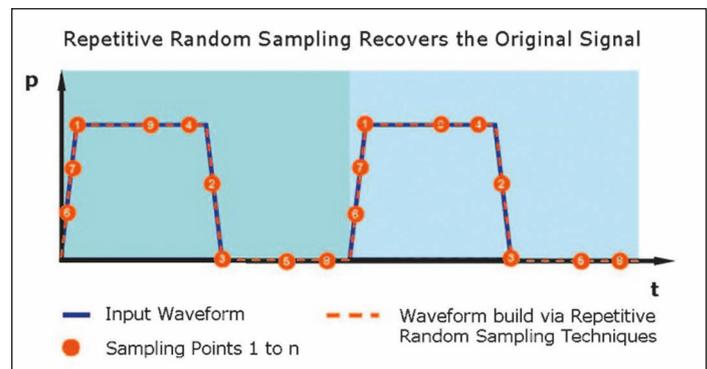


Figure 3b: The RIS method

acturing processes as well as increased volume, the cost of GaN high power amplifiers has decreased significantly.

Today gallium nitride (GaN) transistors are widely used in many commercial and defense applications. Many consider it the technology of choice for high-power applications in electronic warfare (EW), radar, satellites, cable TV, and mobile communications.

Because of the higher powers involved, many radar signals

are pulsed. Measuring and characterizing pulsed RF signals used in radar applications present unique challenges. Given the time domain nature of the pulsed RF signal, the best way to observe the performance of the amplifier is through time domain signal analysis.

Peak Power Meter for Pulsed Radar Measurements

The most critical analysis of the pulsed RF signal takes place in

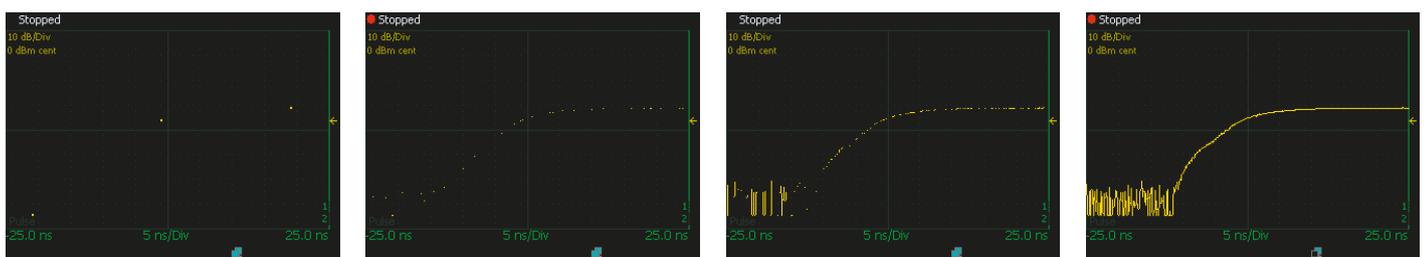


Figure 3c: These four screenshots show how a waveform is built through repetitive sampling techniques. The first sweep (left) shows an initial set of three data points equally 20 ns apart. The remaining three show 10, 50 and 200 sets of additional data. This method achieves the highest resolutions, allowing zoom in to fast signals

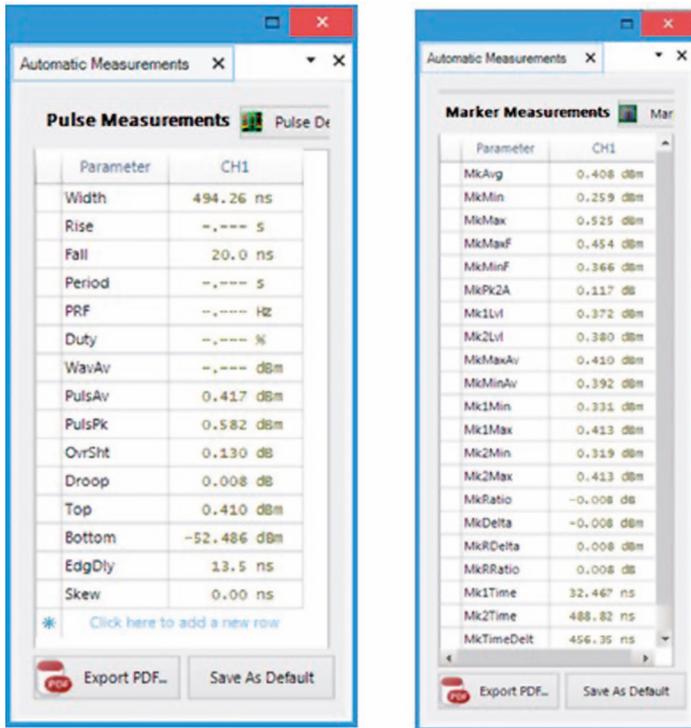


Figure 4: Automated Pulse & Marker Measurements using RTP5000 Series Real-Time Peak Power Sensors

the time domain. Since peak power meters measure, analyze and display the power envelope of a RF signal in the time domain, they are an essential tool for measuring, analyzing and characterizing anomalies and behavior of high power amplifiers used in pulsed radar applications. Figure 1 shows a simplified block diagram of a benchtop peak power meter.

The front end of a power meter is the RF envelope detector housed in a power sensor. The detector removes the RF carrier and generates an analog waveform representing the envelope of the RF input signal.

The most critical specification of the detector is its response time to a pulsed RF signal or its risetime. If the detector does not have the bandwidth to track the envelope of the signal, accuracy of all measurements including peak, pulse and average power is compromised (Figure 2).

The detector output is then digitized by an analog-to-digital converter (ADC). The digitized samples are processed by the digital signal processor for

linearization and measurement analysis. The processed waveform is displayed in the time domain as power-versus-time along with automated pulse and marker measurements.

In Boonton's peak power meters, on the vertical axis the power (or voltage) is displayed in watts, volts or dBm with ability to change the scaling and vertical center. On the horizontal axis timebase can be set as low as 5 ns per division (50 ns span) to zoom in to a specific portion of the waveform such as rising or falling edge to observe fine details of the waveform. Boonton's peak power meters use Random Interleave Sampling (RIS) technique which yields 100 ps resolution on repetitive waveforms. Figure 3a shows a time domain diagram of the conventional sampling and interpolation method, Figure 3b shows the RIS method. Figure 3c shows how the resolution is improved going from conventional to the RIS based method on a Boonton 4500C Peak Power Analyzer.

Peak power meters can be triggered by the incoming RF signal

or by an external gating (baseband) trigger signal applied to auxiliary inputs. Real-Time Power Processing featured in the RTP5000 Series Real-Time Peak Power Sensors allow the sensor to trigger on 100,000 pulses per second, capturing each pulse and glitch events. Advanced triggering features of Boonton peak power meters, like trigger holdoff, delays the re-arming of the trigger which is useful when working with interrogation friend or foe (IFF) radar signals.

In terms of measurement capabilities, peak power meters perform numerous manual, automated marker and automated pulse measurements. Automated pulse measurements (Figure 4) provide measurement values of a number of critical parameters that help characterize the performance of the power amplifier and the radar system. Rise and fall time indicate the amplifier's ability to output a pulsed RF signal. Overshoot pinpoints potential ringing problems. Droop shows the amplifier's power supply limitations with prolonged pulse widths. Pulse width, period,

pulse repetition rate and duty cycle measurements provide other time domain characteristics of the signal.

There are also a number of automated marker measurements (Figure 4 on the right) that enable time gated measurements. These measurements are performed between two markers and provide average, peak, min and max power readings, as well as peak to average ratio, delta marker of power level and delta time marker measurements.

A significant advantage power meters have over other measurement instruments is the size of the power sensor. It is small and light enough to be directly connected to the measurement port without the need for a RF cable which can degrade measurement accuracy due to impedance mismatch and cable loss, especially at higher frequencies.

For automated test environments all Boonton peak power meters can be remotely accessed via various interfaces such as USB, LAN (TCP/IP), RS232 and GPIB, depending on the model.

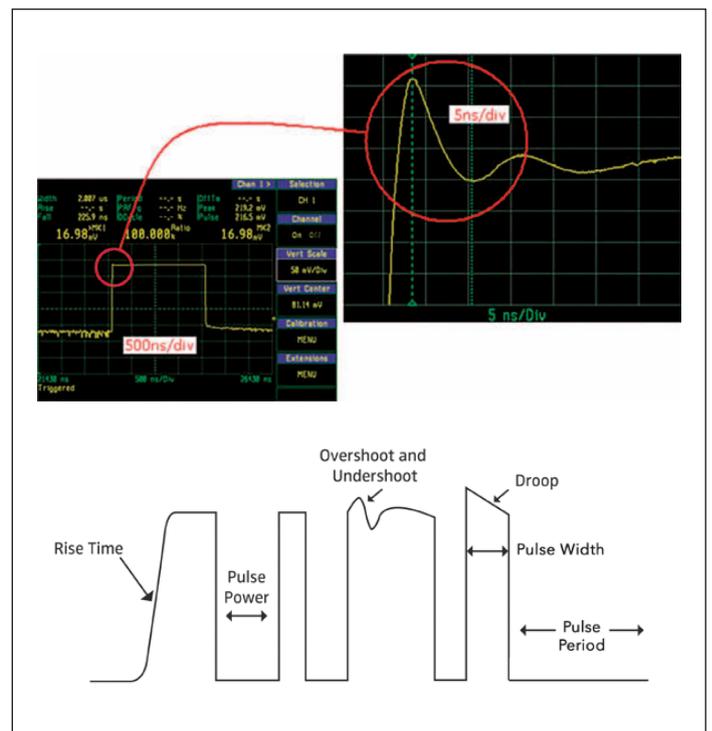


Figure 5: Some of the pulse characteristics that can be measured using a peak power meter

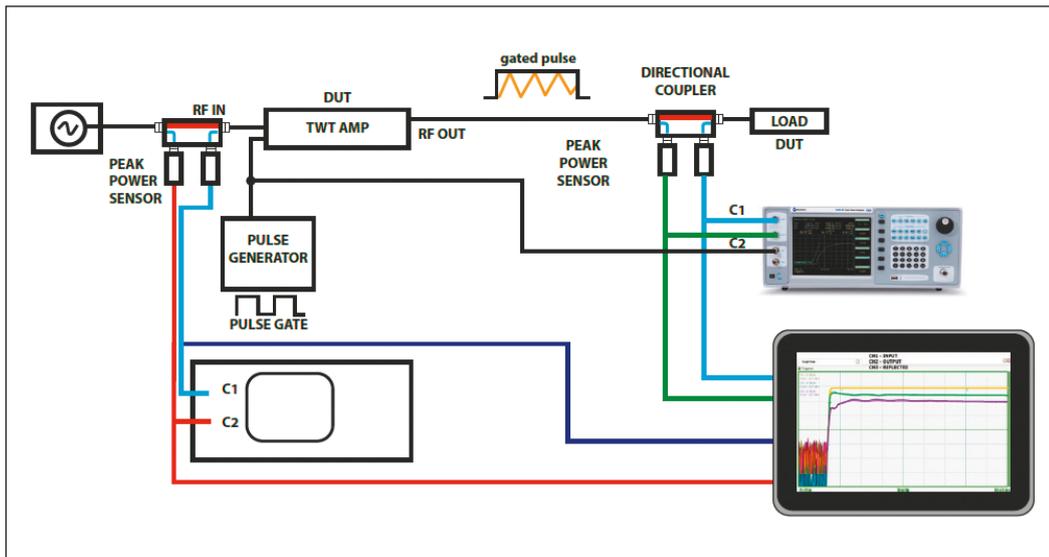


Figure 6: Test set-up for time domain pulse measurements. The input signal is CW and the output signal is pulsed RF. A gating signal modulates the incoming CW signal

More reading materials on the topic of power measurements are provided at the end of this article with links to articles and application notes as well as Boonton’s RF Power Measurement Guide that provides practical insights to making measurements for radar signals.

Test Set-ups for Making Pulsed Radar Measurements

Although there are numerous pulsed RF amplifier architectures, two types are considered in this article. The first is a modulating amplifier; the input is CW and the output is pulsed RF where a gating signal modulates the incoming signal to achieve the desired pulse RF signal (Figure 6).

In Figure 6 a dual channel meter measures the input signal power at P1 and the reflected power at P2 in time domain for return loss calculation, as well as monitoring anomalies of the reflected signal. At P3 the output of the amplifier is monitored and measured. Key amplifier parameters that were mentioned in the previous section are measured at P3 and P4 monitors the reflected power of the load. The gating signal that modulates the RF input signal can also trigger the power meter enabling

delay and latency measurements. Boonton’s highest performance benchtop peak power analyzer, model 4500C, is equipped with waveform math capabilities and is capable of displaying gain and return loss in time domain. The instrument is also equipped with two scope channels.

When the gating signal to the amplifier triggers the peak power meter, both the gating signal and the output of the amplifier can be displayed on the peak power meter enabling critical timing measurements, as well as detecting if any amplifier anomalies are caused by the gating signal.

While benchtop models support one (single) or two (dual) channels, the RTP5000 Series Real-Time Peak Power Sensors can measure and display up to eight channels on a single GUI window. Using three or four USB sensors, amplifier input and output power, reflected input power and reflected load power can all be measured and displayed on the same trace window or in an automated test set-up via remote programming (up to 16 or 32 channels).

The second type is a gain only amplifier where the output is an amplified (and often distorted) version of the pulsed RF input

signal (Figure 7) with no gating signal supplied to the amplifier.

The set-up is ideal for analyzing not only fully assembled amplifiers but also a subassembly such as the driver stage or the final stage of the amplifier or even a semiconductor power transistor like GaN. The set-up uses three peak power meters and a directional coupler to make scalar like gain and return loss measurements of the amplifier.

Figure 8 shows the screenshot captures the input, output and reflected waveforms of the pulsed RF signal. Blue trace is output of the DUT1 (note overshoot and ringing), purple trace is the reflect signal from the input port of the load DUT2.

When evaluating new technologies like GaN, monitoring power droop across the pulse width is critical as it can be an indicator of the limitations of the thermal properties of the GaN device and its package. Time domain peak power measurements can be taken at the output of the amplifier (Figure 9).

Since the power rating of a typical sensor is about 20 dBm, the output of the PA is attenuated to protect the power sensor while making the output power measurement. Before measurements can be taken, a thorough calibration procedure is required at the frequencies in which the amplifier is going to be tested to account for losses in the signal

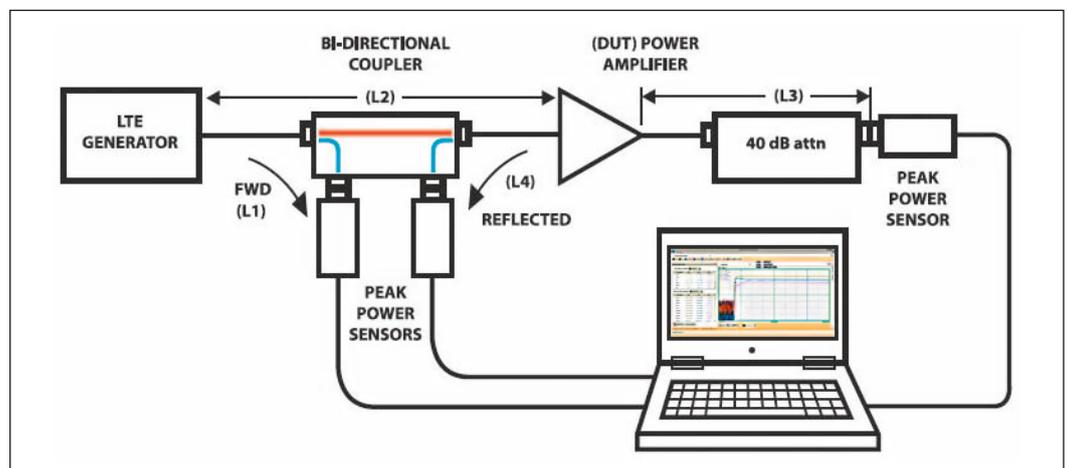


Figure 7: Test set-up showing time domain scalar-like gain and return-loss measurements using three sensors and one directional coupler

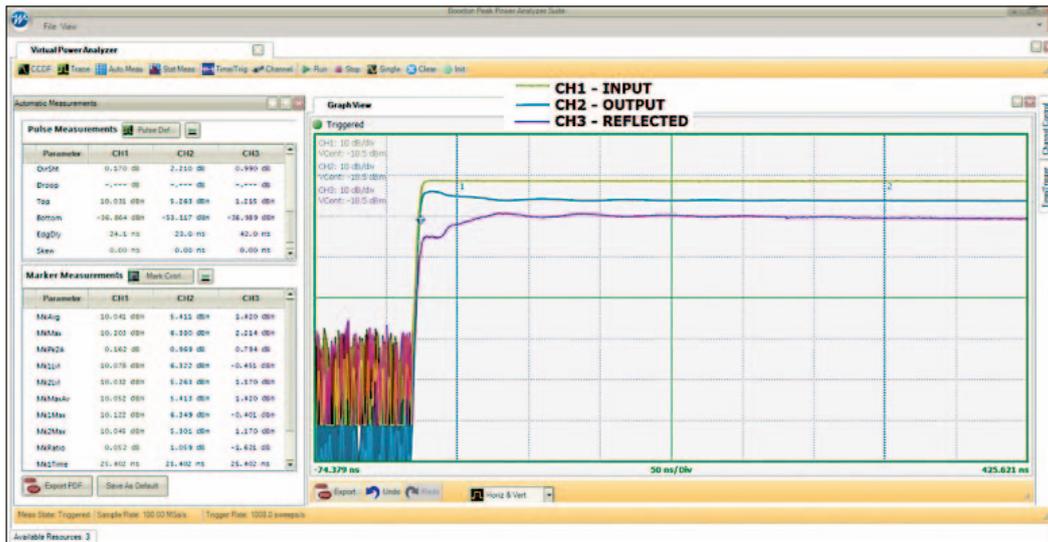


Figure 8: The screenshot captures the input, output and reflected waveforms of the pulsed RF signal. Blue trace is output of the DUT1 (note overshoot and ringing), purple trace is the reflect signal from the input port of the load DUT2

path. The losses that need to be calibrated out in the test set-up of Figure 7 and calculations required to compute gain and return loss are provided below.

L1: Loss from Signal Generator output to the FWD port of the directional coupler.

L2: Loss from Signal Generator output to the power amplifier input.

L3: Loss from amplifier output to the 40 dB attenuator output.

L4: Loss from amplifier input into the REV port of the directional coupler.

Once the losses are measured, input, output and reflected power measurements can be made:

P1: Power reading at FWD port of the directional coupler.

P2: Power measured at the 40 dB attenuator output.

P3: Power measured at REV port of the directional coupler.

PA input power = P1+L1-L2

PA output power = P2+L3

PA input reflected power = P3+L4

All Boonton peak power meters are capable of adding an offset to

the measurements, so the math above can be done by the meter once the losses are measured and entered to each channel as an offset.

The input, output and reflected power measurements can be used to compute gain (S21) and input return loss (S11).

PA Gain (dB) = PA output power (dBm) - PA input power (dBm)

PA input return loss (dB) = PA input power (dBm) - PA input reflected power (dBm)

The 4500C can perform these measurements in time domain using waveform math. It is important to note that in both test set-ups, Figure 6 and Figure 7, the directional couplers need to have excellent directivity in order to make accurate power measurements, especially for return loss calculations. Unused ports of the couplers must be terminated with 50 ohms during measurements.

Measurements

Figure 8 shows three waveforms measured using the test set-up in Figure 7 using the RTP5000 Series Real-Time Peak Power Sensors. The input waveform is displayed on CH1, reflected waveform on CH3 and the output on CH2. Note that automated measurements performed on all three channels are displayed to the left of the trace display window. The measurements can be transferred to a spreadsheet to perform the necessary gain and return loss calculations, as well as other parameters of interest. In an automated test environment, the same measurements can be accessed through remote programming to perform gain and return loss computations as well.

Droop measurement capabilities are shown in Figure 9 using the Boonton RTP5318 Real-Time Peak Power Sensor. Power droop can be measured either using the automated pulse measurements or using automated marker measurements as well as horizontal markers. The automated marker measurements can display the droop placing markers at

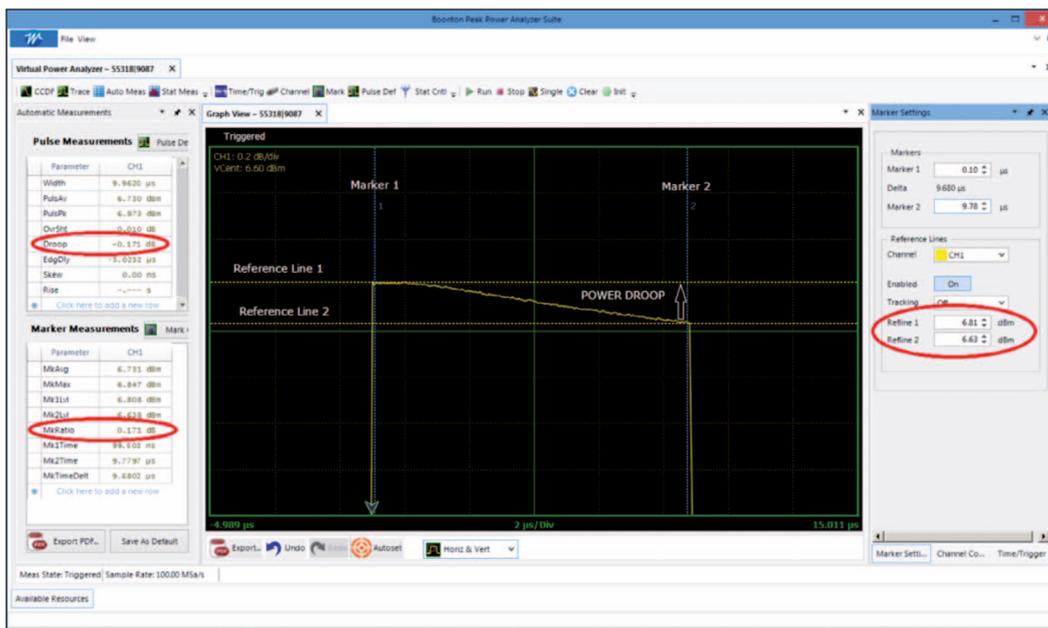


Figure 9: Droop Measurement using RTP5318 Real-Time Peak Power Sensors. Blue vertical lines 1 and 2 are markers placed for automated marker measurements. Yellow dashed horizontal lines are reference lines. Automated Pulse measurements are computed automatically based on pulse definition irrespective of marker or reference line placements

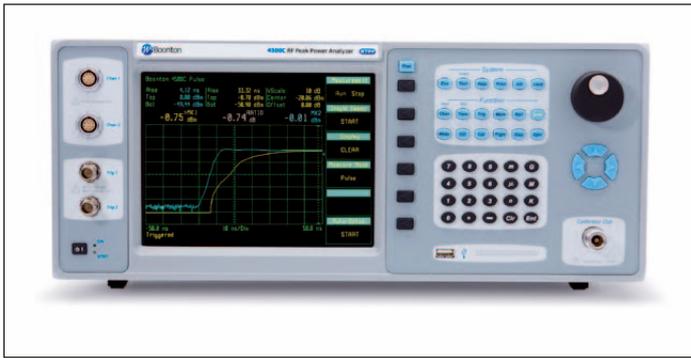


Figure 10: The 4500C



Figure 11: RTP5000 Series Real-Time Peak Power Sensor

the desired points on the waveform and using MkRatio. Alternatively, reference lines can be placed on the vertical axis at the desired high and low points of the pulse to measure the droop. Automated Pulse measurements are computed automatically based on pulse definition irrespective of marker or reference line placements.

Conclusion

VED based amplifiers have dominated the PAs used in the aviation and warfare radar systems for the past seven decades. However, new semiconductor based SSPAs, have made inroads to various radar applications, especially GaN based ones. Regardless of technology used in the radar PA, high resolution highly accurate time domain power measurements

are critical to understand the amplifier performance and behavior. Peak power meters are an essential measurement tool for time domain power analysis to test radar power amplifiers for R&D, quality, manufacturing, field support and system calibration.

Boonton Peak Power Meter Solutions

The 4500C (Figure 10) is highest performing benchtop peak power analyzer. It is the instrument of choice for capturing, displaying, analyzing and characterizing RF power in both the time and statistical domains. The 4500C offers best-in-class time resolution, wider measurement and trigger ranges, the ability to measure the narrowest pulses at higher pulse repetition frequencies over orders of magnitude

longer time periods versus the closest alternative all in a form factor that is half as tall and half the weight.

The 4540 series combines a peak power meter, a CW power meter and a voltage meter, into a single 2U, half-rack instrument. It features a wide measurement range and rise time of less than 7 ns. 200 ps time resolution provides great detail for signal waveform analysis. It is ideal for capturing, displaying and analyzing RF power in time and statistical domains. 4540 meters are used widely by high power amplifier manufacturers in R&D and manufacturing test racks.

The RTP5000 Series Real-Time Peak Power Sensors (Figure 11) deliver benchtop performance in an USB form factor. Powered by Real Time Power Processing, the sensor is able to make 100,000 triggered measurements per second virtually no gaps in signal acquisition and zero measurement latency - making it ideal for capturing high PRI/PRR/PRF radar signals without missing a pulse or glitch events. Industry leading 3 ns risetime is meant to handle the most challenging radar signals. 195 MHz video bandwidth makes it ideal for making time gated power and crest factor measurements for broadband communication signals like 802.11ac WLAN, LTE, LTE-A and 5G.

The solutions above are ideal for design, verification, and troubleshooting of pulsed and noise-like signals used in commercial and military radar, electronic warfare (EW), wireless communications (e.g., LTE, LTE-A, and 5G), and consumer electronics (WLAN), as well as education and research applications.

References

- [1] RF Power Measurement Reference Guide, www.boonton.com/resource-library/power-measurement-reference-guide
- [2] Importance of peak power measurements for radar systems, www.boonton.com/resource-library/articles/the-importance-

of-peak-power-measurements-for-radar-systems

[3] Radar Testing, www.boonton.com/resource-library/application-briefs/radar-testing

[4] Boonton 4540 RF Power Meter Application in a Transponder Type Pulsed Radar System by Michael Mallo, Rockee Zhang and Andrew Huston of Radar Innovations Laboratory, The University of Oklahoma, www.boonton.com/applications/radar/4540-pulsed-radar

[5] What Real Time Power Processing means – 100,000 triggered measurements/second, www.boonton.com/resource-library/articles/real-time-usb-power-sensor

[6] Characterizing radar interference immunity, www.boonton.com/resource-library/articles/characterizing-radar

[7] What trigger fidelity & high resolution timebase mean for radar, www.boonton.com/resource-library/articles/4540-article

[8] Application Note on definitions of automated pulse and marker measurements, www.boonton.com/applications/radar/numerical-parameters-analysis-of-boonton-4540-peak-power-meter

[9] Advanced Trigger Capabilities of Peak Power Meters, www.boonton.com/applications/communications/4500b-advanced-trigger-capabilities

[10] Why replace crystal detector with a peak power meter for radar, www.boonton.com/resource-library/application-briefs/crystal-detector-sellsheet

Videos on capabilities of Boonton peak power meters for radar and communications applications:

www.boonton.com/resource-library?brand=Boonton&go=videos



Ultra-Low Current Miniature Crystal Oscillators

Euroquartz has launched a new range of miniature crystal oscillators from Statek, Inc. offering ultra-low current and developed for high reliability applications. Hermetically sealed in a highly reliable ceramic housing, the new CXOU oscillator is available in frequencies from 32.768 to 100,000 kHz. The CXOU offers ultra-low current consumption from 1.75 to 3.9 μ A depending on frequency output with start-up voltages from 0.9 to 5 V. Standard calibration tolerances are ± 20 , ± 50 and ± 100 ppm with tighter bands available to special order if required. Typical startup time is 200 ms with rise/fall times of 30 ns while ageing is ± 2 ppm for first year. Standard CMOS output load is 10 pF with other loads available to special order. The new crystal oscillators are also capable of withstanding peak shock up to 5,000 g (0.3 ms $\frac{1}{2}$ sine).

Housed in a non-magnetic, helium-impermeable ceramic package and lid measuring just 1.2 x 2 x 0.76 mm, the CXOU range of oscillators is ideal for use in many medical implantable applications including pacemakers, defibrillators and neuro devices as well as external medical products. With full military testing per MIL-PRF-55310 available to order, the oscillators are also suitable for many defence and aerospace applications. Additional features and specifications include tristate enable/disable options and operating temperature ranges for commercial (0 to 70 °C), industrial (-40 to +85 °C) and military (-55 to +125 °C) applications. Process temperature rating is 260 °C for 2 min maximum. Statek CXOU oscillators are available in tray packs or 12 mm carrier tape 178 or 330 mm reels (EIA481).

■ Euroquartz, Ltd.
www.euroquartz.co.uk

Military-Grade RF Cable Assemblies



Pasternack has introduced a new line of military-grade MIL-DTL-17 RF cable assemblies that are ideal for avionics, military electronics, satellite ground stations and autonomous vehicles. Pasternack's new series of military-grade cable assemblies consist of 124 basic configurations from six different cable types for a total of more than 700 part numbers that are all available for same-day shipment. These cables provide operating frequencies of up to 12.4 GHz and SWR as low as 1.3 per connector. They are made from MIL-DTL-17 qualified cable, MIL-PRF-39012 qualified connectors, AS23053 heat shrink and J-STD soldering. The final commercial off-the-shelf (COTS) cable assemblies are 100% tested and include a test report, as well as material lot traceability. They are ideal for defense, aerospace and transportation industries or any place where the cost-of-failure is high.

■ Pasternack
www.pasternack.com

Expanded Line of Coaxial RF Probes to 40 GHz



Pasternack has expanded their line of RF coaxial probes into the 40 GHz operating frequency range for use in microwave components, high-speed communications and

networking. Pasternack's extended line of coaxial RF probes now includes 4 models that deliver 10 dB maximum return loss over the broad frequency range of DC-40 GHz. These probes are offered in GS and GSG configurations with a pitch of 800 or 1500 microns and a 2.92 mm interface. They are gold-plated and have compliant pogo pin contacts that allow for a wide range of probing angles. These RF coaxial probes can be used by hand, with or without a probe positioner, and can be cable mounted or mounted with Pasternack's multi-axis probe positioner. They are ideal for signal integrity measurement, chip evaluation, coplanar waveguide, Gigabit SERDES, substrate characterization and test fixture applications.

■ Pasternack
www.pasternack.com

Millimeter-Wave Isolators



Meca Electronics' latest new product offering, 37 to 40 GHz Isolators optimized for excellent performance across a segment of the Ka band in addition to existing (K & Ku bands) models covering 18...26.5, 27...31 & 26.5...40 GHz with 2.92 mm interfaces. Made in the USA – 36 month warranty.

Meca Electronics, Inc.
www.e-meca.com

Compact PCS/DCS Circulators for 2.1 to 2.7 GHz



Meca Electronics' latest product offering: compact circulators covering 2.1...2.7 GHz N & SMA interfaces encompassing PCS & DCS bands. Typical specs: SWR of 1.2, isolation 23 dB and insertion loss 0.3 dB in

a 0.75" x 0.75" x 0.85" package. This is in addition to the family of isolators & circulators ranging up to 40 GHz. Made in the USA, 36 month warranty.

■ *Meca Electronics, Inc.*
www.e-meca.com

Compact LTE Isolators for 700 to 800 MHz



Meca Electronics' latest product offering: compact isolators covering 700 to 800 MHz N & SMA interfaces encompassing LTE & Public Safety bands with typical specs of SWR 1.25, isolation 20 dB and insertion loss 0.35 dB in a 1.25" x 1.25" x 0.73" package. This is in addition to the family of isolators & circulators ranging up to 40 GHz. Made in the USA, 36 month warranty.

■ *Meca Electronics, Inc.*
www.e-meca.com

Broadband Isolators & Circulators



Meca Electronics' new product offering: broadband (SMA) isolators & circulators covering 2...6 GHz encompassing S & C bands with typical SWR's of 1.45, isolation of 15 dB and insertion loss of 0.7 dB in a 1.58" x 1.62" x 0.7" package. This is in addition to the family of isolators & circulators ranging from 700 MHz to 40 GHz. Made in the USA & 36 month warranty.

■ *Meca Electronics, Inc.*
www.e-meca.com

Frequency Ranges of 2.3 to 6.4 GHz supported

KP Performance Antennas has debuted its new ProLine antennas, a series of high-performance parabolic and sector antennas that

are perfectly suited for high-density, point-to-point, point-to-multipoint and backhaul applications. KP's new ProLine parabolic antennas are engineered to deliver high, stable gain over wide bandwidths with side-lobe and back-lobe suppression for mitigating inter-sector interference. These 5 GHz antennas are available in 1-foot and 2-foot diameters with gain performance of 24 dBi and 29 dBi respectively. Single-band and dual-band options are available in 2.3...2.7, 3.5...4.2 and 4.9...6.4 GHz for 2 x 2, 4 x 4 and 8 x 8 MIMO.

The ProLine sector antennas are specially designed to deliver high, stable gain over wide bandwidths and suppress side-lobes and back-lobes for mitigating inter-sector interference. Single-band and dual-band options are available in 2.3...2.7, 3.5...4.2, and 4.9...6.4 GHz for 2 x 2, 4 x 4, and 8 x 8 MIMO. Multiple ports and frequencies in a single radome allow you to integrate multiple radio platforms with a single antenna mounting point, reducing wind load and tower rental costs.

■ *KP Performance Antennas*
www.kpperformance.com

Real-Time Peak USB Power Sensor

CPS2008 True-Average connected USB/LAN power sensors covering frequencies from 50 MHz to 8 GHz with a 60 dB dynamic range & the sensors can provide 100 measurements per second over USB or LAN (with PoE). CPS2008 Features:

- fast measurements: >100 measurements per second
- cost effective: best performance for the price in its class
- true average power measurements: for CW and modulated signals (bandwidth independent)
- wide frequency range: 50 MHz to 8 GHz
- wide measurement range: -40 dBm to +20 dBm
- configurable measurement aperture: 1 ms to 2 s
- powerful programming tools: SCPI, IVI and LabVIEW with Windows and Linux support
- multi-channel measurements: connect up to eight sensors to a single PC/hub/ or switch

■ *Boonton Electronics*
www.boonton.com



1 to 2 GHz 8 kW Solid-State Pulse Amplifier

AR announcing availability of the new 8 kW 1...2 GHz unit in the family of solid-state pulse amplifiers. The Model 8000SP1G2 is a self-contained, forced-air-cooled, broadband solid-state microwave amplifier designed for pulse applications at low duty factors where instantaneous bandwidth and high gain are required. The unit provides a conservative 8000 watts minimum peak RF pulse power at the amplifier output connector. Stated power specifications are at the fundamental frequency.

The amplifier's front panel digital display shows forward and reflected average power output or forward and reflected peak power, plus extensive system status information accessed through a series of menus via soft keys. Status indicators include power on, standby, operate, faults, excess average or peak reflected power warning and remote. Standard features include a built-in IEEE-488 (GPIB) interface, 0 dBm input, TTL Gating, SWR protection, gain control, RF output sample ports, plus monitoring of baseplate temperature and cabinet temperature. Modular design of the power supply and RF components allow for easy access and repair. Use of switching mode power supplies results in significant weight reduction.

Housed in a stylish contemporary cabinet, the amplifier provides readily available pulsed RF power for a variety of applications in Test and Measurement, (including EMC RF pulse susceptibility testing), Industrial and University Research and Development, and Service applications. AR also offers a broad range of amplifiers for CW (Continuous Wave) applications.

■ *AR Competitive Edge*
ardeinfo@arworld.us
www.arworld.us



100 W and 300 W Power Amplifier Evaluation Boards for Wireless Power Transfer

Richardson RFPD, Inc. announced the availability and full design support capabilities for two new evaluation boards from GaN Systems, Inc. The new power amplifiers are designed for the growing wireless charging market and feature gallium nitride (GaN) technology that enables smaller, lighter, lower-cost, and more efficient power systems.

The 100 W power amplifier (GSWP100W-EVBPA) is ideal for applications in the consumer market, including items such as laptop computers, recreational drones, domestic assistant robots, power tools, and fast-charging of multiple smart phones. The 300 W power amplifier (GSWP300W-EVBPA) is targeted for the industrial and transportation markets for applications including delivery drones, warehouse robots, medical units, factory automation, contractor power tools, eBikes and scooters.

Both power amplifiers offer a range of features, including current or voltage control, built-in protection circuitry, EMI filtering, and configurable output power. The amplifiers combine GaN Systems power transistors with high-frequency GaN E-HEMT drivers from pSemi. Additional key features of the new PA evaluation boards include:

- 6.78 MHz frequency
- up to 100 W and 300 W transmit output power
- >90% peak efficiency
- configurable: voltage mode, current mode, single-ended
- accompanied by a User's Guide that includes the evaluation board schematic, circuit description, a quick start guide, and measurement results

■ *Richardson RFPD*
www.richardsonrfpd.com

Multiradio and Gateway Modules with Concurrent WiFi and Dual-Mode Bluetooth Connectivity



From u-blox comes the NINA-W15 multi-radio and gateway module series, which can simultaneously support both WiFi 802.11 b/g/n connections and dual-mode Bluetooth connectivity. This includes support for both Bluetooth low energy and Bluetooth BR/EDR. Concurrent support for these radio interfaces delivers much design versatility. The modules will be particularly useful in products such as gateways and hubs that need to connect local Bluetooth and/or WiFi peripherals to a wider-area network.

Key applications for the modules include industrial automation, such as machine control, industrial terminal and remote controls, building automation, and smart building/home equipment such as HVAC and lighting control. Other potential use cases include retail point-of-sale terminals, telematics control units, and medical equipment such as defibrillators and urology monitors.

The NINA-W15 modules will help IoT device developers to secure their designs by supporting features such as secure boot, Wi-Fi enterprise security, end to end security, Bluetooth secure connections, and secure simple pairing. The modules are also supplied with pre-flashed u-blox connectivity software. This has been proven in the market for 15 years, and supports several connectivity use cases, such as multiple individually controlled connections, simultaneous GATT protocol and Serial Port Service, and simultaneous peripheral and central role. These features can be accessed by a host micro-controller by using simple AT commands to configure and control the modules, and to control communications with external Bluetooth and WiFi devices.

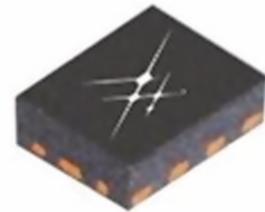
The modules are compact and available with an internal antenna (NINA-W152, measuring 10 x 14 x 3.8 mm) or a pin through which to drive an external antenna (NINA-W151, measuring 10 x 10.6 x 2.2 mm). They are part of the NINA family of pin-compatible short

range radio stand-alone modules, enabling designers to evolve existing products that already use single-radio NINA modules to support multiple radio interfaces, or to design new product lines that offer a variety of radio interface options.

Designers will be able to reduce their time to market by taking advantage of u-blox's know-how specific to product quality, qualification, certification, as well as its experience of helping customers bring products to the industrial and medical markets.

■ *ublox*
info@u-blox.com
www.u-blox.com

Mobile Antenna Solution



Skyworks announced its latest mobile antenna solution, the SKY13699-21, which offers exceptional insertion loss/isolation performance in an exceptionally compact package – minimizing signal loss and footprint challenges for system designers. Intelligent antenna management plays a critical role in today's high performance smartphones, particularly with the onset of 5G and the addition of new features and performance requirements. Selecting an antenna that delivers the best transmit power and receive sensitivity is integral in reducing the chances of dropped calls.

The innovative SKY13699-21 enables main and diversity antenna swapping for 4G LTE and 5G mobile applications across a wide range of frequencies – spanning low, mid, high and ultra-high bands up to 6 GHz and 5G New Radio Bands n77 and n79. The device also features rugged ESD performance, high linearity and robust harmonics over SWR conditions, making it ideal for demanding, next generation mobile architectures.

■ *Skyworks Solutions, Inc.*
www.skyworksinc.com

200 W Ultra-Broadband High Power Amplifier

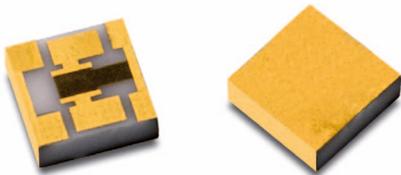
RFMW, Ltd. announced design and sales support for an ultra-broad bandwidth, GaN, solid state power amplifier from Aether-



comm. Model number SSPA 0.2-2.5-200 operates from 200 to 2500 MHz and delivers a typical, saturated output power of 200 W. Designed and tested to withstand MIL-STD-810 high shock and vibration requirements, small signal gain is ~60 dB and operating voltage is 50 V DC. The SSPA 0.2-2.5-200 is offered in a modular housing that is approximately 5" (width) by 9" (long) by 1.5" (height). The RF input connector is SMA female and the RF output connector is Type N female.

■ *RFMW, Ltd.*
info@rfmw.com
www.rfmw.com

50 GHz Attenuator Pads for High Power Chip and Wire



RFMW, Ltd. announced design and sales support for thin film, fixed attenuator pads from SemiGen, Inc. SemiGen offers a series of fixed attenuators from 1 to 30 dB in 1 dB increments with flat frequency response from DC to 50 GHz. The SFAP series feature precise resistor films and superior metallization resulting in consistent performance and reliability. Full side wraps connect the topside ground to the backside metallization for surface mount or on-board installation. Gold bondable top side contacts for the input and output make these ideal for standard RF/microwave assembly techniques. Power handling is 1 to 5 W CW. Return loss is >18 dB to 14 GHz and >16 dB to 50 GHz. Optimized for coplanar waveguide or microstrip PCB, the SFAP chip size is 0.030" x 0.030".

■ *RFMW, Ltd.*
info@rfmw.com
www.rfmw.com

New ESP Antenna Line



RadioWaves has released the Enhanced Standard Performance series parabolic line. The ESP series offers a full portfolio covering all unlicensed bands, providing the highest gain in the industry. ESP antennas are available in 2, 3 and 4-foot configurations and come fully assembled from the factory. Boasting excellent side lobe performance that exceeds industry standard, the ESP series requires minimal post installation maintenance, needing only a single tool for mounting.

RadioWaves
www.radiowaves.com

World's first Wize Compliant RF Module

Radiocrafts AS announced a new RF module that is compliant to the new Wize protocol as specified by the Wize Alliance based on Wireless M-Bus. The RC1701HP-WIZE module provides the complete communication protocol for the new LPWAN solution operating at 169 MHz.

The Wize radio protocol is a new industry initiative for Industrial IoT to meet the challenge of large area coverage while connecting "hard-to-reach" devices where a good line-of-sight cannot be established. To achieve this goal the network is based on 169 MHz carrier frequency, a much lower frequency than used in other LPWAN networks, combined with true narrowband technology.

169 MHz has a significant advantage compared to other license-free bands using higher frequencies. The physical properties of the lower operating frequency ensures the radio waves reach further, and also have better penetration in buildings and "hard-to-reach" places. The RC1701HP-WIZE has a range of more than 5 km LOS (Line of Sight), and a coverage radius of 1-2 km even in dense urban areas.

The new RC1701HP-WIZE is a compact surface-mount module which measure only 12.7 x 25.4 mm, and delivered in tape and



New Vector Network Analyzers

The TA430 (Insertable M-F) and TA431 (Non-insertable F-F) VNA check standards can optionally be used to validate the accuracy of a network analysis test setup and its calibration before, during or after a sequence of measurements is made.

These devices present a high and varying impedance mismatch, delivering the most demanding test of system measurement accuracy currently available, and giving confidence in an instrument, its test leads and its ongoing calibration validity. Suitable for use with any network analyser, the check standards assure, for example, that test leads and connectors have not become damaged or that environmental change is not degrading accuracy.

A data comparison utility is provided with PicoVNA 2 software to evaluate the comparison against a combination of specified measurement uncertainties for the device, test leads and the instrument. Each check standard is supplied with Touchstone measurement data on a USB memory stick.

The data is traceable via PC3.5 standards to national standards. The supplied Touchstone measurement data is compatible with the PicoVNA 106 Vector Network Analyzer and can be used to manually validate a measurement of any manufacturer's VNA, although the degree of support for the comparison will vary.

■ *Picotech*
www.picotech.com

reel packaging. Samples and Developments Kits are available in 2018Q4.

■ *Radiocrafts AS*
sales@radiocrafts.com
www.radiocrafts.com

MILLIMETER WAVE
MMIC
PRODUCTS

MULTI-OCTAVE BANDWIDTHS
UP TO 43.5 GHz

Attenuators / Couplers / Mixers
Multipliers / Reflectionless Filters / Splitter/Combiners



Now over 60 MMIC models ***In Stock***
covering applications above 26 GHz



Available in Plastic SMT & Unpackaged Die



www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 598 Rev Orig_P

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

D-65719 Hofheim-Wallau, Germany
Tel. +49-6122-72660-0 Fax +49-6122-72660-29
www.ie4u.de
anfrage@ie4u.de

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

AR App of Knowledge

With almost 50 years as a leader in EMC testing, RF solutions, and power amplifiers for a multitude of uses, AR has a depth of experience, knowledge and information that few, if any, other companies can match. Additional to the smartphone version AR just completed a new AR mobile app specifically designed for tablets. A new AR mobile device app is now available as a free download from both Apple iTunes and Google Play.

If you need to research power and frequency ranges of vari-

ous RF and Microwave Amplifiers; or if you've got to learn about EMC Testing; or explore testing options for Conducted Immunity and Radiated Emissions, you can do it all with the AR app on your smart phone. You can even read application notes, watch video tutorials, and connect via social media with others in your industry. All this and much more can be right at your fingertips with the free AR app.

■ *AR Competitive Edge*
<http://arworld.us>



GaAs LNA Supports Satellite Communications



RFMW, Ltd. announced design and sales support for a high performance LNA covering 7 to 14 GHz. The Qorvo QPA2609 provides 26 dB of small signal gain with a noise figure of 1.1 dB for point-to-point and satellite communication systems. Packaged in a 4 x 4 mm plastic QFN, the QPA2609 is matched to 50 ohms with integrated DC blocking caps on both I/O ports for easy handling and simple system integration. OIP3 is 25 dBm. P1dB is 18 dBm. Biased with 3.5 V, this GaAs device draws 120 mA of current.

■ *RFMW, Ltd.*
info@rfmw.com
www.rfmw.com

100 W GaN Amplifier for 6 to 12 GHz Airborne Applications

RFMW, Ltd. announces design and sales support for a broad bandwidth, GaN, solid state

power amplifier from Aethercomm. Model number SSPA 6.0-12.0-100 operates from 6 to 12 GHz and delivers a minimum output power of 100 W. Employed in high shock and vibration environments, the SSPA 6.0-12.0-100 can be used on board many different types of airborne platforms.

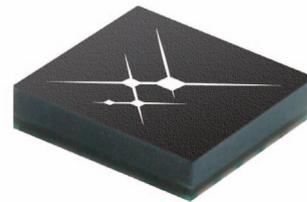


Typical small signal gain is 53...55 dB. Operating from a 28 V supply, this amplifier includes an external DC blanking command that enables and disables the module in less than 10 μ s. Offered in a modular housing that is approximately 5" (width) by 9" (long) by 2" (height).

■ *RFMW, Ltd.*
info@rfmw.com
www.rfmw.com

GNSS LNAs Integrate Pre and Post Filtering

RFMW, Ltd. announces design and sales support for a pair of high performance frontend



modules (FEMs) from Skyworks Solutions. With frequency coverage of 1559 to 1606 MHz, the SKY65933-11 and SKY65943-11 provide amplification and filtering for GPS, Glonass, Galileo, Compass and QZSS navigation systems. Out-of-band rejection of key frequencies is up to 80 dBc. Both devices utilize Skyworks TC-SAW filtering for temperature compensation, providing dependable performance in applications such as wearables, action cameras, drones, asset trackers and personal navigation devices. Extremely low leakage current of 1 μ A extends battery life. The SKY65933-11 runs from a single DC supply voltage of 1.5 to 2.85 V with up to 14.5 dB of gain and 1.9 dB Noise Figure. The SKY65943-11's supply voltage is 1.62 to 3.3 V. The device offers up to 16 dB of gain and 1.7 dB Noise Figure.

■ *RFMW, Ltd.*
info@rfmw.com
www.rfmw.com

hf-Praxis

ISSN 1614-743X

Fachzeitschrift
für HF- und
Mikrowellentechnik

• **Herausgeber und Verlag:**

beam-Verlag
Krummbogen 14
35039 Marburg
Tel.: 06421/9614-0
Fax: 06421/9614-23
info@beam-verlag.de
www.beam-verlag.de

• **Redaktion:**

Dipl.-Ing. Reinhard Birschel
Ing. Frank Sichla (FS)
redaktion@beam-verlag.de

• **Anzeigen:**

Myrjam Weide
Tel.: +49-6421/9614-16
m.weide@beam-verlag.de

• **Erscheinungsweise:**

monatlich

• **Satz und Reproduktionen:**

beam-Verlag

• **Druck & Auslieferung:**

Brühlsche
Universitätsdruckerei

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

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

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

**H
E
B
A
B
M
I
T
U
N
S
E
R
E
N
P
R
O
D
U
K
T
E
N**

Koaxiale Stecker und Adapter

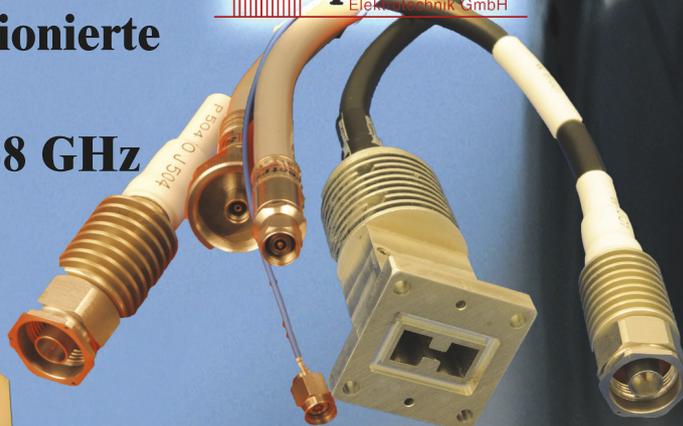


**Multipin
Kabelsätze**

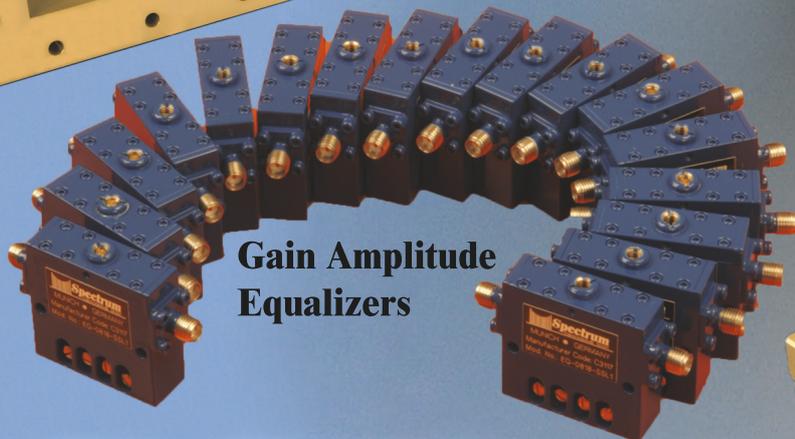
wo Qualität benötigt wird



**Konfektionierte
Kabel
DC bis 68 GHz**



**Hohlleiter/
Koax Adapter**



**Gain Amplitude
Equalizers**

**Phaseenschieber
DC bis 63 GHz**



Telefon: +49-89-3548-040

Fax: +49-89-3548-0490

Email: Sales@Spectrum-et.com

www.spectrum-et.com

KRATOS® | GENERAL MICROWAVE

Microwave Electronics Division

Microwave Control Components



Switch Filter Bank



MMW Phase Shifter



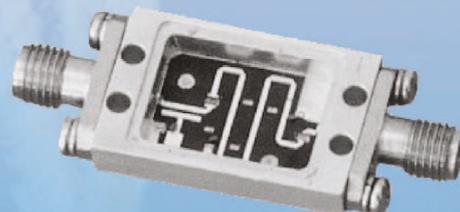
Switch Matrix



1 to 40 GHz SPDT Switch



IQ Vector Modulator



Limiter

Weitere Informationen erhalten Sie über →

HEILBRONN Berliner Platz 12 • 74072 Heilbronn
Tel. (07131) 7810-0 • Fax (07131) 7810-20

HAMBURG Gutenbergring 41 • 22848 Norderstedt
Tel. (040) 514817-0 • Fax (040) 514817-20

MÜNCHEN Streiflacher Str. 7 • 82110 Germering
Tel. (089) 894 606-0 • Fax (089) 894 606-20

GLOBES
ELEKTRONIK



hf-welt@globes.de
www.globes.de

