

hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik



**Drahtlose
Sensornetzwerke für
Luft- und Raumfahrt-
Applikationen**



CERAMIC FILTERS

LOW PASS BANDPASS HIGH-PASS

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

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

185

Über **467 Modelle ... mit Abmessungen von nur 0,12 x 0,06"**. Diese kleinen, hermetisch versiegelten Filter verwenden unsere fortschrittliche Low Temperature Co-fired Ceramic-Technologie (LTCC), die für hervorragende thermische Stabilität, hohe Zuverlässigkeit und sehr niedrige Kosten sorgt und dadurch zu einem Muss für Ihre Systemanforderungen wird. Besuchen Sie unsere Website, um ein Modell auszuwählen. Sehen Sie sich die kompletten Leistungskurven, Datenblätter, Platinen-Layouts und alles weitere an, um Ihre Wahl treffen zu können. Sie können auch direkt von unserem Web-Store aus bestellen, um Ihre Filter noch schneller zu bekommen.

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



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

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

Jetzt erhältlich auf Kleinmengen-Reels, ohne Zusatzkosten, in Standardmengen von 20, 50, 100, 200, 500, 1000 oder 2000 Stück. Sparen Sie damit Zeit, Geld und Lagerplatz!

 **Mini-Circuits®**

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

DISTRIBUTORS

504 Rev C

 **INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH**

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

National Instruments ebnet Weg für 5G-Mobilfunkstandards



National Instruments arbeitet mit mehreren namhaften Forschungseinrichtungen zusammen, die auf die Bereiche Mobilfunk und drahtlose Kommunikation, insbesondere auf die kommende Generation des Mobilfunkstandards 5G, spezialisiert sind. Die weite Verbreitung intelligenter mobiler Endgeräte hat zu einem Mangel an Frequenzen im drahtlosen Spektrum geführt. Forscher suchen daher nach neuen Möglichkeiten zur Lösung des Bandbreitenproblems sowie zur Erhöhung der Netzdatenkapazität. Marktanalysten prognostizieren, dass die Nachfrage nach Frequenzen in den USA die Kapazität bis zum Jahr 2017 übertreffen wird.

Durch das RF/Communications Lead User Program arbeitet NI mit führenden Forschungsinstituten weltweit zusammen, um Probleme hinsichtlich der Netzkapazität in Angriff zu nehmen. Zu den ins Programm aufgenommenen Forschungsinstituten zählen:

- NYU Wireless
- TU Dresden
- University of Notre Dame,
- Rutgers, The State University of New Jersey
- University of California at Berkeley/Berkeley Wireless Research Center

- The University of Texas at Austin/Wireless Networking and Communications Group (WNCG)
- Texas A&M University

Die am Lead-User-Program beteiligten Forschungseinrichtungen beschleunigen die Erstellung von Prototypen mit dem Graphical System Design. Das Konzept des Graphical System Design reduziert die Zeit, die für den Übergang von der Theorie zu praktischen Ergebnissen in einer realen Umgebung benötigt wird, erheblich.

Die TU Dresden trat dem RF/Communications-Lead-User Program im Jahr 2011 bei und zeigte auf der NIWeek 2013 in Austin, Texas, einen vollständig funktionalen GFDM-Prototypen (Generalized Frequency Division Multiplexing).

National Instruments hat bereits mehrere Lead User Programs erarbeitet, um die Forschung der nächsten Generation, u. a. in den Bereichen Steuer- und Regelungstechnik, Mechatronik und Robotik, mit dem gemeinsamen Ziel zu unterstützen, in kurzer Zeit von der Theorie zur Prototypenerstellung überzugehen.

■ *National Instruments*
www.ni.com



Präzisionsmessung komplexer HF-Signale



Die USB Breitband Leistungs-Sensoren der neuen Serie 55
Gepulste HF-Leistung schnell und präzise bis zu 40GHz gemessen

KLEIN · LEICHT · SCHNELL

- **Real Time Processing™**
Keine Latenz durch gepufferte Verarbeitung im Host PC
- Ultra kurze Anstiegszeit: 5ns
- Video BW 70MHz
- Zeitauflösung 100ps
- Kontinuierliche Abtastrate 100Msamples/sec
- Effektive Abtastrate 10Gsamples/sec
- Statistische Messung 100Mpoints/sec

municom®

Technische Beratung und Distribution

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

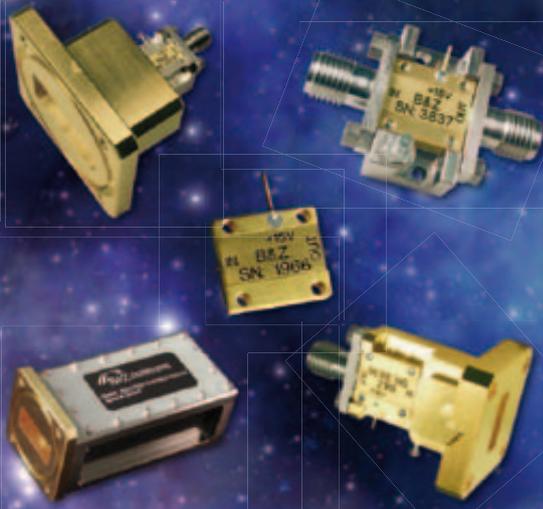
Hotline +49 861 16677-99

www.municom.de
info@municom.de



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

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



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

info@tactron.de
www.tactron.de

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

Inhalt

Zum Titelbild:

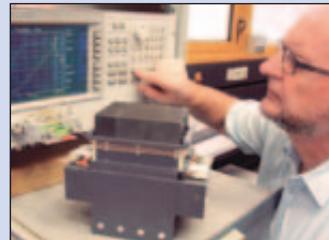


Sichere und zuverlässige drahtlose Sensornetze für Luft- und Raumfahrt-Applikationen

Die Dust Networks SmartMesh IP-Produkt-Familie von Linear basiert auf dem IEEE 802.15.4 LR-WPAN Standard für drahtlose Netzwerke. 12

In dieser Ausgabe:

Aus Forschung und Technik:



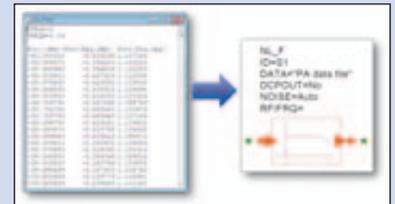
Geräte effizienter mit Strom versorgen

Optimierte Hochfrequenzlitzen und Wicklungen vermindern Verluste in Transformatoren und Drosseln 6

Verhaltensmodelle:

Einsatz von Mess- und Prüfgeräten ...

Verhaltensmodelle von RF-Geräten für den Entwurf von Kommunikationssystemen ermöglichen Ingenieuren, Systemeigenschaften präzise zu modellieren und zu prognostizieren. 25



Quarze und Oszillatoren:

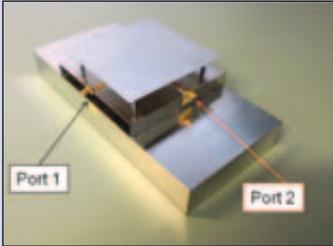
Einfluss von Oszillatoren mit extrem niedrigem Phasenrauschen auf die Systemleistung



Für einen Elektroingenieur wäre die ideale Welt eine Welt ohne Rauschen. Was aber ist Rauschen? Was versteht man unter elektrischem Rauschen? Oder – näher am Thema dieser Abhandlung: Was ist Phasenrauschen? 30

Antennen:

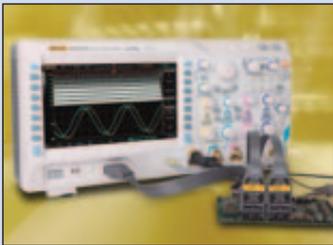
Antennen für kleine LTE-Basisstationen angepasst für maximale Effizienz



Pulse Electronics entwickelte ein einzigartiges, softwarebasiertes und hocheffizientes Verfahren zur Entwicklungsoptimierung von Antennen **16**

Messtechnik:

Neue Oszilloskope, Signalgeneratoren und Power Supplies



Als deutscher Distributor und Technologiepartner stellt Meilhaus Electronic die Rigol-Neuheiten vor. **18**

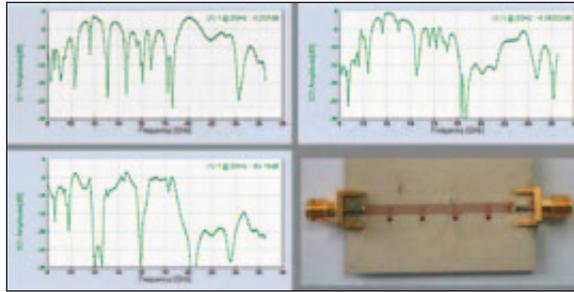
Bauelemente:

Drahtlos-7-V-Akkulader-Empfängerspule



Die neue WPC-konforme Drahtlos-Akkulader-Empfängerspule IWAS-4832EC-50 von Vishay ist ab sofort über den Distributor Rutronik erhältlich. **36**

RF & Wireless International



Noise System Verification using Passive Standards

Load-pull and Noise test sets are invaluable for characterizing amplifiers and oscillators, by allowing the load and source impedance to be varied to a device under test (DUT). **39**



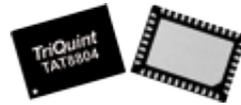
Agilent Introduces Field-Fox Pulse Measurements to Simplify Radar Field Testing **40**



Trango Introduces The Lynx Series With Full Gigabit Capacity **42**



Telemakus 13 GHz USB Controlled Attenuator from RFMW **41**



TriQuint High Gain Power Doubler available from RFMW **43**

Produkt-Portrait:

Extrem rauscharme HF-LDOs ...

Die LDOs von Analog bieten beste Voraussetzungen für die Versorgung von VCOs mit geringem Phasenrauschen und für die Speisung von Taktbausteinen mit niedrigem Jitter. **38**



Rubriken:

Aktuelles	3	Verhaltensmodell	25
Inhalt	4	Elektromechnik	28
Aus Forschung und Technik	6	Quarze und Oszillatoren.	30
Wireless	11	Bauelemente.	35
Buch-Shop	15	Produkt-Portrait	38
Antennen	16	RF & Wireless	39
Messtechnik	18	Aktuelles/Impressum	46



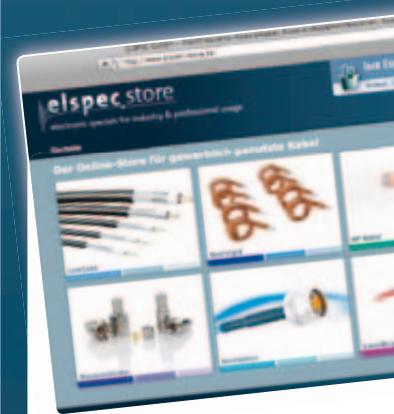
Premium-Messkoffer

Der Premium-Messkoffer enthält:

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

Kauf auf Rechnung!

Jetzt bestellen unter www.elspec.de/messkoffer



Große Auswahl!

Jetzt einkaufen unter www.elspec-store.de

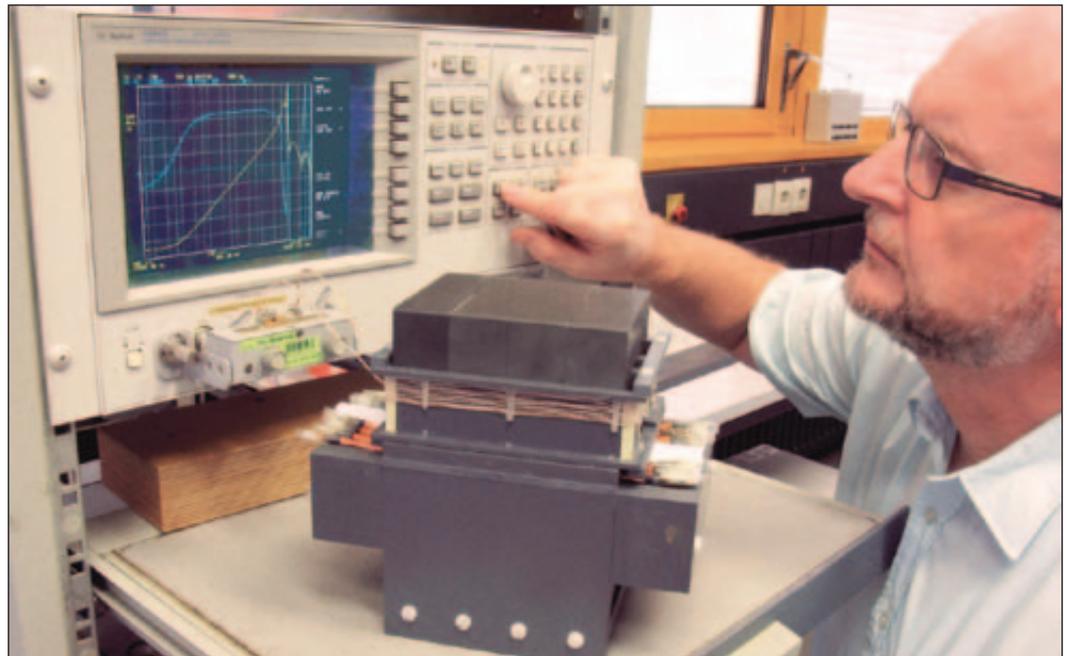
- + Semi-Rigid Kabel
- + HF-Kabel
- + Low Loss Kabel
- + Steckverbinder

- ✓ Top-Preise
- ✓ auch Speziallösungen
- ✓ ab Lager

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

Geräte effizienter mit Strom versorgen

Optimierte Hochfrequenzlitzen und Wicklungen vermindern Verluste in Transformatoren und Drosseln



In nahezu allen elektronischen Geräten wie Fernsehern, PCs oder Monitoren arbeiten heute hochfrequent getaktete Schaltteile. Deren Wirkungsgrad liegt je nach Qualität bei 80% bis über 90%. Etwa ein Drittel der Verluste entsteht durch magnetische Wechselfelder in Spulen und Transformatoren. Forscher der Universität Erlangen untersuchten gemeinsam mit Partnern aus der Industrie, wie sich die Energieeffizienz dieser Bauteile optimieren lässt. Schon geringe Verbesserungen können, hochgerechnet auf die Vielzahl der betriebenen Geräte, große Einspareffekte bewirken. Die geringere Abwärme erlaubt es zudem, die Geräte kleiner, leichter und mit geringerem Materialeinsatz zu bauen.

Wird ein Draht von einem Wechselstrom durchflossen, so entsteht ein frequenzabhängiges Magnetfeld, das dem Stromfluss entgegenwirkt. Die magnetische Feldstärke nimmt von der Mitte des Kabelquerschnittes nach außen hin zu. Bei hohen Frequenzen werden daher nur noch die äußeren Randbereiche des Drahts nennenswert von Strom durchflossen. Dieser sogenannte Skin-Effekt lässt den Wechsel-

strom-Widerstand des Drahts und damit den Verlust frequenzabhängig ansteigen (Bild 1). In HF-Anwendungen werden deshalb nicht Runddrähte, sondern spezielle Litzen verwendet. So gelingt es, die Stromdichte auf den ganzen Leiterquerschnitt zu verteilen und die Verluste zu minimieren, ohne den Kabelquerschnitt deutlich zu vergrößern. Die Magnetfelder der einzelnen Litzen-Drähte wirken aber auch auf die benachbarten Drähte ein. Somit können die

negativen Auswirkungen des magnetischen Wechselfeldes nicht gänzlich unterdrückt werden. Man spricht von dem inneren Proximity-Effekt. Durch Verseilung der Litzen soll der Strom möglichst gleichmäßig auf alle Litzenstränge verteilt werden.

Hochfrequenzlitzen im Test

In Zusammenarbeit mit dem Litzenhersteller Rudolf Pack GmbH wurden die Skin- und Proximity-Verluste marktverfügbarer Lit-

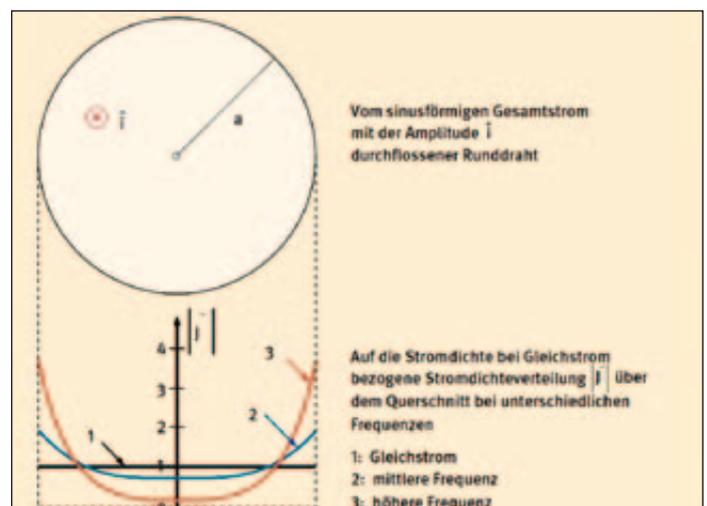


Bild 1: Frequenzabhängige Stromverteilung über den Drahtquerschnitt im Runddraht (Bilder: Universität Erlangen).

USB/ETHERNET

RF SWITCH MATRIX

Efficiency for your test setup. Economy for your budget.



DC to 18 GHz from **\$385** ea.

Wir haben unsere Familie von HF-Schalter-Matrizen um weitere Modelle mit noch mehr Funktionen erweitert. Alle Modelle verfügen jetzt über einen Schalterzyklus-Zähler mit automatischen Kalibrierintervall-Alarmen, die auf der tatsächlichen Nutzung beruhen. Ein Novum in der Industrie! Diese Funktion verbessert die Prüfungszuverlässigkeit und spart Ihr Geld. Unsere neuen Modelle der Serie RC bieten sowohl USB- als auch Ethernet-Steuerung. Daher können Sie Ihren Prüfaufbau von überall auf der Welt laufen lassen! Robuste Aluminiumgehäuse bei allen Modellen schützen unsere patentierten mechanischen Schalter mit einer besonders langen Lebensdauer von 10 Jahren und 100 Millionen Schaltzyklen bei garantierter, konstanter Leistung!

Unser einfach zu installierendes und leicht zu benutzendes GUI sorgt dafür, dass Sie nach wenigen Minuten Ihr System zum Laufen bekommen, sei es mit Schritt-für-Schritt-Kontrolle oder vollautomatischem bzw. Fernbetrieb. Sie sind mit der meisten Software von Drittanbietern kompatibel, so dass existierende Aufbauten sehr einfach in ihren Möglichkeiten und Leistungen erweitert werden können. Besuchen Sie noch heute minicircuits.com. Dort finden Sie technische Spezifikationen, Leistungsdaten, Preise für höhere Stückzahlen und Angaben zur Echtzeitverfügbarkeit.

USB Control Switch Matrices

Model	# Switches (SPDT)	IL (dB)	VSWR (:1)	Isolation (dB)	RF P _{MAX} (W)	Price \$ (Qty. 1-9)
USB-1SPDT-A18	1	0.25	1.2	85	10	385.00
USB-2SPDT-A18	2	0.25	1.2	85	10	685.00
USB-3SPDT-A18	3	0.25	1.2	85	10	980.00
USB-4SPDT-A18	4	0.25	1.2	85	10	1180.00
USB-8SPDT-A18	8	0.25	1.2	85	10	2495.00
NEW USB-1SP4T-A18	1 (SP4T)	0.25	1.2	85	2	795.00

NEW USB and Ethernet Control Switch Matrices

Model	# Switches (SPDT)	IL (dB)	VSWR (:1)	Isolation (dB)	RF P _{MAX} (W)	Price \$ (Qty. 1-9)
RC-1SPDT-A18	1	0.25	1.2	85	10	485.00
RC-2SPDT-A18	2	0.25	1.2	85	10	785.00
RC-3SPDT-A18	3	0.25	1.2	85	10	1080.00
RC-4SPDT-A18	4	0.25	1.2	85	10	1280.00
RC-8SPDT-A18	8	0.25	1.2	85	10	2595.00
RC-1SP4T-A18	1 (SP4T)	0.25	1.2	85	2	895.00



*The mechanical switches within each model are offered with an optional 10 year extended warranty. Agreement required. See data sheets on our website for terms and conditions. Switches protected by US patents 5,272,458; 6,650,210; 6,414,577; 7,633,361; 7,843,289; and additional patents pending.

† See data sheet for a full list of compatible software



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

DISTRIBUTORS

521 rev 09



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



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



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

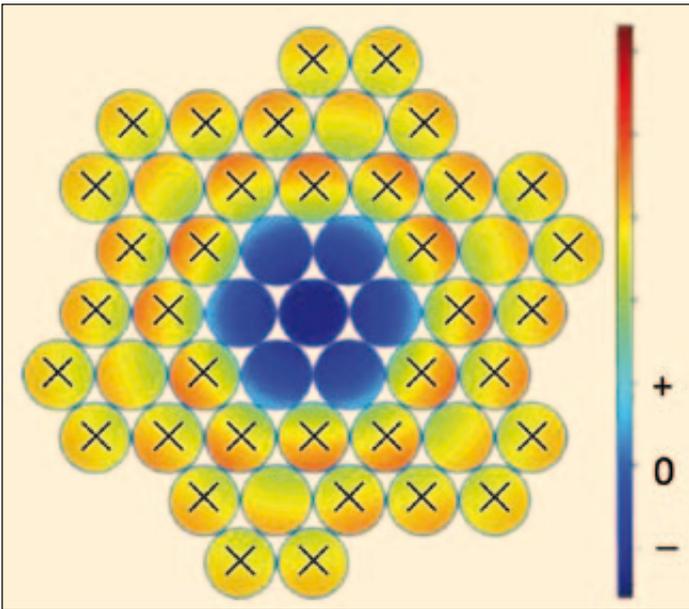


Bild 2: Zweistufig verseiltes Litzenkabel 49 x 0,2: Stromdichteverteilung über dem Querschnitt bei 100 kHz

zen bei unterschiedlichen Frequenzen untersucht. Dabei wurden konstruktive Parameter wie Adern-Durchmesser und Adern-Zahl, Schlaglänge, Verseilart, Verseilrichtung, Profil und Umspinnung der Litzen systematisch variiert. So entstand eine umfangreiche Datenbank. Aus diesen Daten lässt sich auf die Konstruktion der optimalen Litze für unterschiedliche Einsatzzwecke zurückschließen. Bild 2 zeigt exemplarisch die simulierte Stromdichteverteilung in einem zweistufig verseilten Litzenkabel. Die mit x gekennzeichneten Adern vertauschen durch das Verdrehen immer wieder ihren Platz und führen daher auch alle den gleichen Strom.

Die übrigen Adern bleiben immer an der gleichen Position. Man erkennt, dass im inneren Bündel die Stromdichte teilweise dem Erregerstrom sogar entgegengerichtet ist.

Den resultierenden gemessenen Verlustwiderstand R gibt Kurve in Bild 3 wieder. Er liegt für alle Frequenzbereiche zwischen den Extremfällen einer idealen Litze R_L und einer parallelen Drahtanordnung R_D . Die Auswertung der Messergebnisse an zahlreichen Litzen zeigte, dass ein einziger Qualitätsparameter λ_{Skin} ausreicht, um die Skin-Verluste

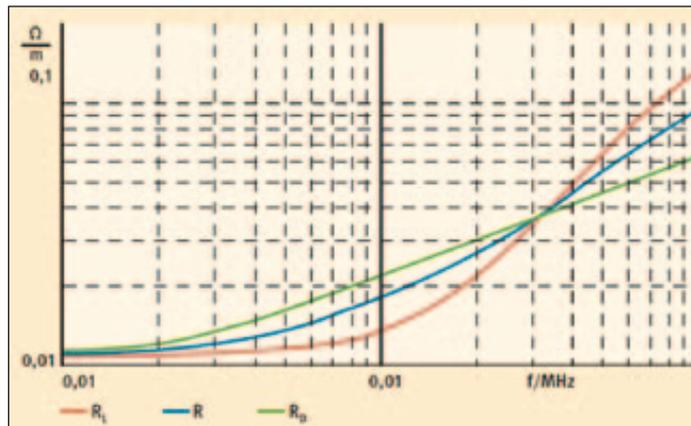


Bild 3: Verlustwiderstand R im Vergleich zu idealer Litze R_L und parallelgeschaltete Adern R_D .

für eine beliebige Frequenz zu berechnen.

Litzen optimieren

Neben der systematischen Datensammlung war auch die Materialoptimierung ein Ziel der Forscher. Der Pack GmbH gelang es beispielsweise, Flechtlitzen aus Adern mit einem Durchmesser von 0,15 mm zu fertigen. Die obere Frequenzgrenze für den Einsatz von Flechtlitze lässt sich damit verdoppeln. Schläuche aus Flechtlitzen mit kleinem Adern-Durchmesser können als wassergekühlte Wicklungen von Spulen und Trafos die bisherigen massiven Kupferrohre ersetzen. Die

Wicklungsverluste würden sich dadurch stark verringern.

Wicklungsverluste vermindern

Der Entwurf von Spulen und Transformatoren für Schaltnetz-teile kleiner Leistung erfolgt vielfach nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“. Dabei sind eine Vielzahl unterschiedlicher, zum Teil widersprüchlicher Anforderungen zu erfüllen: Die Bauteile sollen kostengünstig, mechanisch stabil, unempfindlich gegen Umwelteinflüsse und in der Regel auch kompakt sein. Verluste spielen nicht nur aus Effizienzgründen eine wichtige Rolle. Sie beeinflussen auch die thermischen und die elektrischen Eigenschaften. Abwärme limitiert das Design, da sie sicher

abgeführt werden muss und durch die Maximaltemperatur des Bauelements begrenzt ist.

In den engliegenden Wicklungen von Spulen und Transformatoren beeinflussen sich benachbart liegende Litzen gegenseitig. Dieser äußere Proximity-Verlust dominiert gegenüber dem inneren und auch gegenüber dem Skin-Effekt und den Gleichstromverlusten. Um das Verhalten solcher induktiver Bauelemente, abhängig vom inneren Aufbau der verwendeten Litzen, besser zu verstehen, führten die Wissenschaftler umfangreiche Messungen durch. Dabei kooperierten sie mit einem Hersteller, der Spezial-Transformatoren Stockach GmbH & Co. KG (STS). Als Testobjekt dienten Transformatoren mit Eisenkern ohne Luftspalt sowie Drosseln mit Luftspalt. Während bei den Transformatoren überwiegend der Lagenaufbau der Wicklungen die Stärke des Proximity-Effektes bestimmt, ist bei Drosseln in erster Linie das stark inhomogene Streufeld im Luftspaltbereich maßgeblich.

Messtechnik

Der frequenzabhängige Widerstand der Litzen kann recht einfach gemessen werden, indem ein hinreichend langer Abschnitt an die Eingangsbuchsen eines Impedanzanalysators angeschlossen wird. Dabei gilt es, Messfehler durch Proximity-Verluste zu minimieren. Diese entstehen in Metallen nahe dem

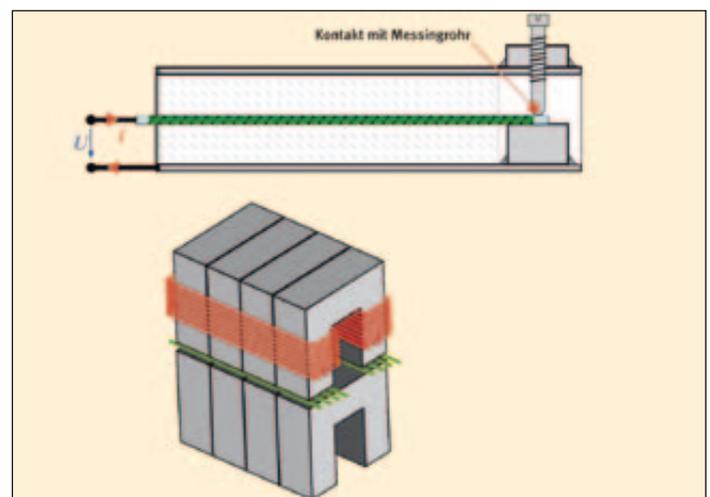


Bild 4: Messaufbau a) Skin-Effekt, b) Proximity-Verluste.



Programmable 0–30, 60, or 90 dB

ATTENUATORS

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

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

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



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

DISTRIBUTORS

513 rev.org

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

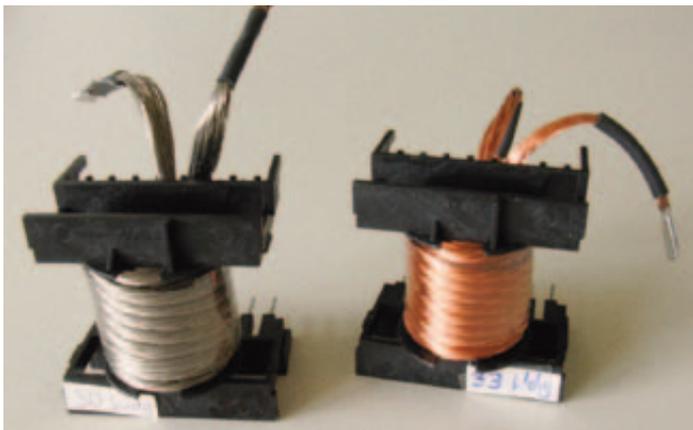


Bild 5: Eine ferromagnetische Nickelbeschichtung verhindert Proximity-Verluste

Versuchsaufbau, also beispielsweise in den Gehäusen der Messgeräte. Deshalb wurde der Prüfling durch ein Messingrohr abgeschirmt, das am Ende leitend mit diesem verbunden als Rückleiter dient. Der frequenzabhängige Widerstand des Rohres kann rechnerisch subtrahiert werden. Anders als Skin-Verluste können Proximity-Verluste nicht direkt gemessen werden. Der

untere Teil (b) in Bild 4 zeigt den Messaufbau zur Bestimmung der Proximity-Verluste in Drähten oder Litzen. Eine Erregerwicklung erzeugt ein Magnetfeld im Luftspalt einer Kombination von vier parallel geschalteten Ferritkernen. Eine Referenzmessung ohne Prüfling bestimmt den Verlustwiderstand der Messanordnung. Anschließend werden mehrere Längen

des Prüflings in den Luftspalt gebracht und der Verlustwiderstand erneut gemessen. Aus der Differenz der so gemessenen Verlustwiderstände können die Forscher auf den Proximity-Faktor zurückschließen.

Der Messaufbau führt unter Berücksichtigung einiger prinzipbedingter Messfehler zu verlässlichen Ergebnissen im Frequenzbereich zwischen 3 kHz und etwa 8 MHz. Unterhalb dieses Frequenzbereichs werden die Proximity-Verluste zu gering, verglichen mit den Gleichstromverlusten der Erregerwicklung, oberhalb von 8 MHz werden die Kernverluste zu dominant.

Nickelbeschichtung von Litzen

Da der Proximity-Effekt von der magnetischen Feldstärke in den einzelnen Litzeadern abhängt, könnte eine Abschirmung der Adern durch eine ferromagnetische Nickelbeschichtung diese Verluste vermindern. Eine solche Beschichtung ist technisch möglich und wird von einem Hersteller in Japan gefertigt. Der Effekt einer Beschichtung wurde sowohl theoretisch als auch bei Messungen an Labormustern von Spulen (siehe Bild 5) untersucht. Die Forscher konnten eine Verringerung der Wicklungsverluste um bis zu einem Drittel im relevanten Frequenzbereich nachweisen. Als weiteren Schritt planen sie, Spulen und Trafos für höhere Leistungen aus diesen Litzen zu fertigen, um die technische Umsetzbarkeit festzustellen.

Optimiertes Design von Spulen und Schaltnetzteilen

Die an dem Forschungsprojekt beteiligten Hersteller bedienen einen weltweiten Kundenkreis. Die Forschungsarbeiten erlauben es, spezifischer auf die konkreten Anforderungen der Auftraggeber einzugehen. Der ökologische und volkswirtschaftliche Nutzen, der mit dem optimierten Design von Spulen erreicht werden kann, ist schwer abzuschätzen, da viele Annahmen

und Unwägbarkeiten einfließen. Die Forscher äußern sich entsprechend vorsichtig. Dennoch geben sie auf Basis statistischer Daten einige Anhaltspunkte und kommen zu dem Schluss, dass allein in Deutschland mehr als 50 Gigawattstunden jährlich eingespart werden könnten.

Die Menge macht's

So finden sich beispielsweise in nahezu jedem deutschen Haushalt Fernsehgeräte, Stereoanlagen oder Computer. Sie verbrauchen etwa 20% des Haushaltsstroms. Geht man davon aus, dass pro Jahr etwa ein Fünftel der Geräte ausgetauscht wird, führt ein um einen Prozentpunkt geringerer Verlust in den Spulen und Transformatoren zu einer maximal möglichen Einsparung von mehr als 30 Gigawattstunden im ersten Jahr. Dies entspricht dem Verbrauch von rund 6.600 Haushalten.

Industrieantriebe verbrauchen 35% der in Deutschland verfügbaren elektrischen Leistung, also etwa 180 Terawattstunden. Umrichter mit Stromzwischenkreis sind besonders gut für elektrische Maschinen geeignet, bei denen Bremsenergie vom Motor ins Stromnetz zurückgespeist werden soll. Bessere Spulen mit höherem Wirkungsgrad können solche Umrichter attraktiver machen. Auch wenn die Einsparungen durch optimierte Spulen wegen der bereits realisierten hohen Wirkungsgrade in diesem Bereich prozentual geringer ausfallen, ist wegen der großen Energiemenge mit erheblichen absoluten Einsparungen zu rechnen.

Rund 8,6 Terawattstunden speisten im Jahr 2008 Solaranlagen ins öffentliche Netz ein. Die Wirkungsgrade der dazugehörigen Wechselrichter liegen je nach Betriebspunkt zwischen 93% und 95%. Bei einer Reduzierung der Spulen- und Transformatorverluste um 25% und einer jährlichen Neuausrüstung von 20% des aktuellen Bestands errechnen sich für das erste Jahr bereits 8,6 Gigawattstunden eingesparter Energie. ◀



Die neuen flexiblen Abschirmungs-Folien von TDK aus magnetischem Puder und Polymerharzen sind ideal abgestimmt zur Anwendung im RFID Bereich. Wie z.B. in mobilen RFID-Lesegeräten.

Die Folien lassen sich in beliebige Formen schneiden und sind auf Wunsch selbstklebend.

Eine hohe magnetische Permeabilität μ' sorgt für die starke Bündelung des Magnetfeldes im Arbeitsbereich von 13,56MHz.



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

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



RFID
EMI



www.smae.de
info@smae.de

Bluetooth-Transceiver als USB-HCI-Modul oder Dongle



Die Bluetooth Transceiver der Serie BT800 von Laird (Vertrieb: SE Spezial-Electronic AG) sind die ersten Dual-Mode-v4.0-Adapter in besonders kompakten Gehäusen, die sich sowohl für Classic Bluetooth als auch für Bluetooth Low Energie (BLE) eignen.

Verfügbar sind ein USB-HCI-Modul (BT800, 8,5x13x1,6

mm³) und ein USB HCI Carrier Board (BT810 9,3x13,05x2,4 mm³).

Diese HCI-Bausteine (Host Controller Interface) verfügen über USB 2.0 und GPIO-Schnittstellen mit vier konfigurierbaren Leitungen. Ein weiteres Modell BT820 ist ein USB Dongle mit den Abmessungen 16x43x11 mm³. Alle Versionen nutzen den

Chipsatz CSR 8510 und haben die folgenden Spezifikationen:

- Frequenzbereich 2,401 bis 2,480 GHz
- max. Sendeleistung der internen Antenne 8 dBm (Class 1)
- Empfindlichkeit des Empfängers -89 dBm
- Reichweite 100 m
- Datenrate bis 3 Mbps (Freiraum)
- Versorgungsspannung 1,7 bis 3,6 V
- Stromaufnahme max. 80 mA (Senden) bzw. 200 μ A (Sleep)
- industrieller Temperaturbereich

Durch die integrierte Antenne haben die Bluetooth-Transceiver der Serie BT800 beste HF-Eigenschaften. Ein zusätzliches Passbandfilter reduziert den Auf-

wand für den Test und die Einhaltung von Funk-Regularien. Ein weiteres sehr vorteilhaftes Merkmal ist der HID (Human Interface Device) Proxy Mode, der den einfachen Anschluss von BLE-Pointern und/oder Tastaturen ohne Software und aufwändige Konfiguration ermöglicht. Die Dongle-Version kann an jedem Windows- oder Linux-Gerät verwendet werden, das USB unterstützt und über einen Bluetooth-Stack verfügt.

Zu den möglichen Applikationen der Bluetooth-Transceiver von Laird zählen medizinische Geräte, POS Terminals, Barcode Scanner, M2M Verbindungen und der Kabelersatz in industriellen Umgebungen.

■ SE Spezial-Electronic AG
www.spezial.com

Kleiner High-Performance/Single-Slot-Tuner



Die Tech-Inter GmbH bietet den Tuner SRX-00140 V von Hunter Technologies (ehemals Spinnaker) an. Dies ist der kleinste High-Performance-Sigint-VME/VXS-Tuner. Er besitzt ein Single-Slot-Gehäuse 6U VME, ist extrem schnell und bedient den Frequenzbereich 500 MHz bis 20 GHz oder 30 bis 40 GHz in Schritte von 1 kHz in weniger als 500 ns. Er liefert Schmalband- sowie Breitband-IF-Signale, zentriert um 3 GHz, 1 GHz und 160 MHz für simultane Bearbeitung einer Reihe von komplexen

Sigint-Signalen. Das Modell SRX-00140V wird gekennzeichnet durch geringes Phase Noise für die Analyse komplexer Signale (unter 0,5 rms). Einzigartige Technologien, wie Planar Filter und Low G Sensitivity Crystal Reference, reduzieren die Phase-Noise-Verschlechterung durch Vibrationen. Mit seinen kleinen Abmessungen, dem niedrigen Gewicht und einem Energieverbrauch unter 40 W (SWAP) sowie seinem optimalen thermischen Entwurf für einen breiten Bereich von Betriebstemperaturen ist dieser Tuner sehr gut geeignet für Anwendungen wie EW, Signal Intelligence und Radar.

■ Tech-Inter GmbH
verkauf@tech-inter.de
www.tech-inter.de



THERM-A-GAP™ HCS10

von

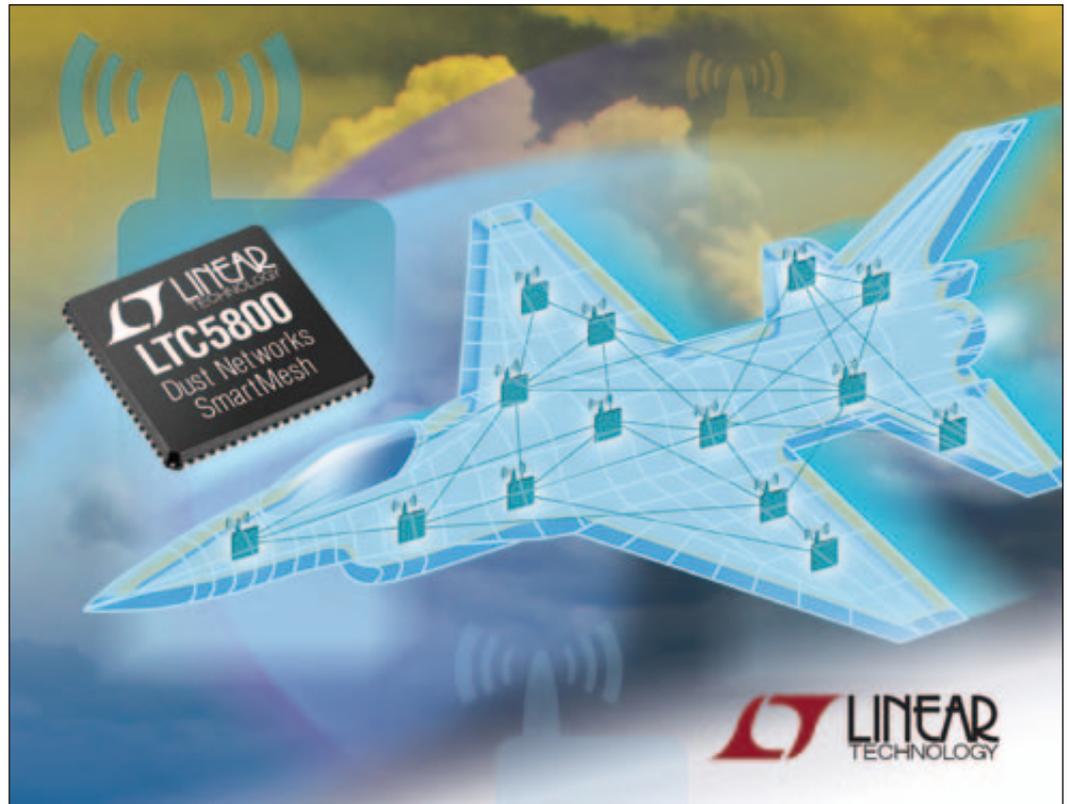


- sehr geringe Verdrückungskräfte
- Härte: 4 (Shore 00)
- verfügbare Dicken: 0,25 mm bis 5,0 mm
- Wärmeleitfähigkeit: 1 W/m-K
- Temperaturbereich: -55 °C bis +200 °C
- Trägermaterial: Glasfaser oder Aluminiumfolie
- selbstklebende Version verfügbar
- UL 94 V-0-getestet
- RoHS-/REACH-kompatibel

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

Sichere und zuverlässige drahtlose Sensornetzwerke für Luft- und Raumfahrt-Applikationen

Die Dust Networks SmartMesh IP-Produkt-Familie basiert auf dem IEEE 802.15.4 LR-WPAN Standard für drahtlose Netzwerke und bietet Komponenten für ein selbstheilendes und -optimierendes zeitsynchronisiertes Maschennetzwerk mit sehr geringer Stromaufnahme.



Dieser Beitrag konzentriert sich auf die Applikation eines "onboard"-Sensornetzwerks für Gesundheitsmonitoring in Flugzeugen oder Schiffen. Solche Netzwerke zeichnen sich aus durch geringe Datenraten von fest positionierten Sensoren. Auch an schlecht zugänglichen Stellen installiert dienen sie zur Messung von physikalischen Größen wie Vibration, Temperatur, Druck, Belastung und Beschleunigung.

Drahtlose Übertragung - die Herausforderungen

Bestehende verkabelte Lösungen bieten eine gute Sensoranbindung, haben aber hohe Installationskosten und wiegen schwer. Sollen drahtlose Lösungen hierfür verwendet werden, müssen diese strenge Anforderungen in einer rauen Umgebung erfüllen.

Typische Sensornetzwerke haben idealerweise eine Lebensdauer von 10 Jahren - mit Geräten, die

öfter in einem Zeitraum von 30 oder mehr Jahren erneuert oder upgradet werden. Sensoren und Funklinks sollten wartungsfrei sein und batteriebetrieben mit Energieernte sowie ohne Kabelinstallation.

Soll ein Kabelnetzwerk durch ein drahtloses Netzwerk ersetzt werden, muss es auch hohen Sicherheits- und Schutzanforderungen genügen. Es muss eine sichere Übertragung bieten und geschützt sein gegen externe Angriffe wie Hacken und Spoofing.

Auch wird eine zuverlässige Datenübertragung gefordert, dies vor allem in Luft- und Raumfahrtanwendungen, da dort die drahtlose Übertragung durch abgeschirmte Metallgehäuse und beengte Raumverhältnisse besonders herausgefordert wird. Die Point-to-Point-Funkkommunikation ist bekannter Weise oft unberechenbar, da HF-Interferenzen, Multipath Fading (Mehrwegausbreitung) und blockierte

Frequenzen sie beeinflussen können. Das kann zum Totalausfall von Knoten führen. Da aber die Knoten von Netzwerken oft als Maschen organisiert sind, können sie diese Probleme überwinden durch die Verwendung mehrerer Frequenzkanäle, um Interferenzen auszuweichen und blockierte Frequenzen zu erkennen. Ausgefallene Knoten werden zudem erkannt und automatisch durch andere Pfade überbrückt.

Erfüllen drahtlose Netzwerke alle diese Anforderungen, sind deren Vorteile substantiell. Die Einsparungen bei den Installationskosten rechtfertigen den Einsatz der Funktechnik, da die Kosten des Kabelbetriebs oft die Kosten der Sensoren um das 10fache überschreiten. Außerdem kann mit zunehmender Sensorabdeckung beim Gesundheitsmonitoring die Ausfallzeit stark reduziert werden sowie die mechanische Haltbarkeit erhöht, zusätzlich wird eine vorbeugende Wartung ermöglicht.



Steve Munns
Military & Aerospace
Marketing Manager
Linear Technology
Corporation
www.linear.com

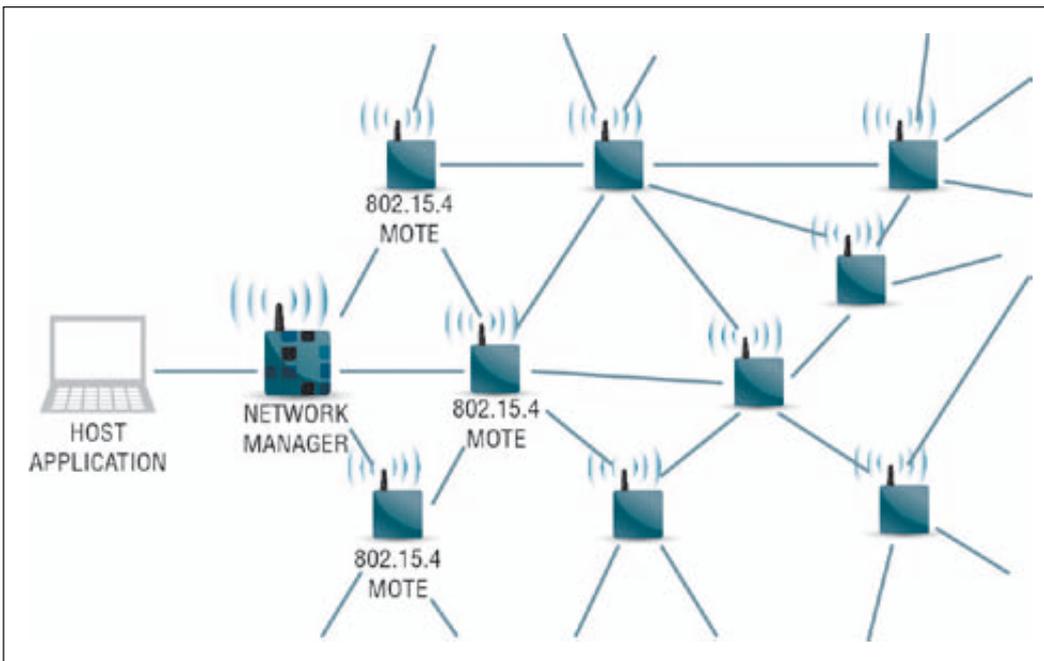


Bild 1: Dust-Netzwerk-Lösung

Die Möglichkeiten der drahtlosen Technologie

Es stehen verschiedene Technologien zur Auswahl, Satelliten- und Funkzellentechnologien eignen sich für Outdoor-Applikationen mit großen Entfernungen zwischen den Sensoren, eignen sich aber nicht in Bordsystemen. Auch haben sie die höchsten Energiekosten je Datenpaket und nutzen Fremdnetze, was Sicherheitsfragen aufwirft.

Auch WiFi (IEEE 802.11b, g) kommt in Frage, mit geringeren Kosten per Datenpaket als Satellit und Zellular. Aber es werden für eine zuverlässige Kommunikation viele Access-points notwendig verglichen zur sonst mobilen Funktechnik. Diese Lösung bietet sich an, wenn nur wenige High-Power-Knoten die bessere Lösung sind verglichen zu einer Vielzahl von Low-Power-Knoten.

Auch gibt es Lösungen auf Basis des LR-WPAN (Low-Rate Wireless Personal Area Networking) Standards IEEE 802.15.4 einschließlich der Linear Technology Dust Networks Produktlinie. Der 802.15.4 Standard eignet sich für Low-power Kurzstrecken-Sensornetzwerkbetrieb

mit relativ niedrigen Datenraten (bis 250 kbps) und kurzen Paketen.

Verschiedene konkurrierende IEEE 802.15.4 Lösungen nutzen ein Netzwerk von über verschiedene Pfade verbundenen Knoten, was die Übertragungszuverlässigkeit erhöht. Die Produkte des Dust Networks® sind gegenüber den traditionellen Maschennetzwerke verbessert und verwenden erstmals das zeitsynchronisierte Channel Hopping (TSCH) Netzwerk-Protokoll, welches auch Ausgangsbasis von Wireless Mesh Standards wie IEC62591 (WirelessHART) und IEEE 802.15.4E ist. ZigBee Pro ist auch eine Alternative, kann aber die Maschenimplementation an den Endknoten nicht unterstützen. Außerdem führt CSMA (Carrier Sense, Multiple Access) zu Paketkollisionen, wenn Meldungen in derselben Timedomain vorliegen. Mit zunehmender Größe der Netzwerke würde dies mehr und mehr zum Problem, und es wird Energie verschwendet durch Wiederholungen von Aussendungen (Re-Transmission) nach einer gewissen Verzögerungsperiode. ZigBee Pro ist nicht optimiert für Ultra Low Power an allen Knoten. Wie später gezeigt, versuchen alter-

native Lösungen, genannt Snap und Digi-Mesh (Variation von ZigBee Pro), dieses Problem zu lösen, können aber nicht die Leistung und Sicherheit der SmartMesh IP- Lösungen bieten.

Die Dust-Netzwerk-Lösung

Ein SmartMesh-Netzwerk besteht aus selbstorganisierten Multi-hop-Maschenknoten, genannt Motes (Motten - wegen ihrer Kleinheit), die Daten erfassen und weitergeben. Außerdem

besteht es aus einem Netzwerkmanager, der die Netzwerkleistung und -Sicherheit überwacht und den Datenaustausch zur Host-Applikation sicherstellt.

SmartMesh Motes und Manager sind völlig eingebettete Wireless-Sensornetzwerk-Lösungen. Sie kombinieren die Hardware-basierte Dust-Networks-Eterna System-on-Chip-Technologie mit einem Zeit-synchronisierten Channelhopping-Linklayer und kompletter Netzwerk-Software. Sie erzielen eine Datenzuverlässigkeit von >99,999% auch in herausfordernder HF-Umgebung und das mit einer Batterielaufzeit von >10 Jahren für jeden Knoten im Netzwerk, einschließlich der Routingknoten.

Low Power

Idealerweise benötigt ein drahtloser Sensor keine externe Stromversorgung, was eine einfache Installation zulässt. SmartMesh-IP verwenden zentral verwaltete vordefinierte Zeitschlitzte von 7,5 ms zur Synchronisation der Datenpakete zwischen den Knoten. Die Zeitschlitzte entsprechen den Bandbreitanforderungen der Applikation, ein Duty-cycle von >1% ist dabei typisch. Knoten werden nur aktiv, wenn sie angesprochen werden, damit wird der sehr geringe Stromverbrauch möglich. Routingknoten verbrauchen typischerweise <50 µA

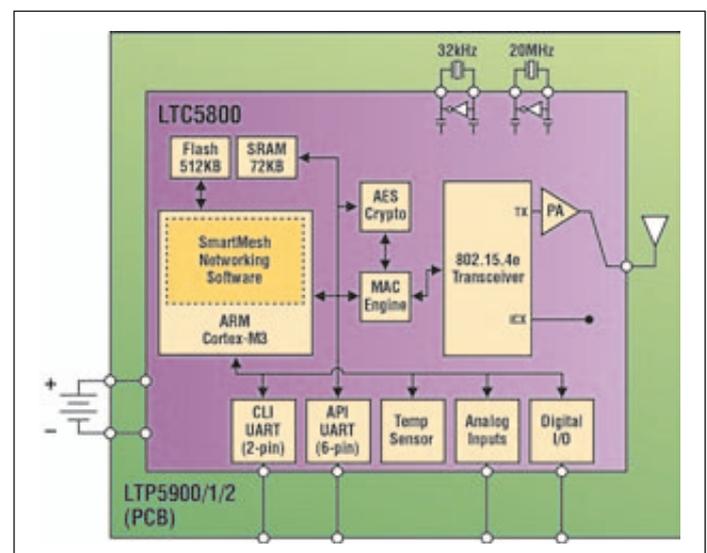


Bild 2: Highly integrated LTC5800 and LTP5900 Families

durchschnittlich, was zu einer Laufzeit von 5...10 Jahren unter Verwendung von zwei Lithium-AA-Batterien führt.

Der Stromverbrauch von ZigBee Pro ist größer, da die Routingknoten für den Empfang dauernd im Betrieb sind, deshalb wird da ein Netzanschluss notwendig. Snap und Digi-Mesh haben Low Power Router, beruhen aber auf dem "Beaconing"-Merkmal der IEEE 802.15.4, bei dem das gesamte Netzwerk schläft und aufwacht, was zu verschiedenen Restriktionen bei der Bandbreite führt.

Datenschutz

Alle Pakete in einem SmartMesh-Netzwerk sind in allen Layern authentisch und werden end-to-end verschlüsselt. Im Link-Layer sind die Pakete bei jedem Hop authentisch und nutzen einen Laufzeitschlüssel und einen zeitbasierten Zähler. Außerdem



sind die Pakete authentisch und end-to-end verschlüsselt unter Einsatz von Laufzeitsession-

Schlüsseln und einem gemeinsamen Zähler. Die authentischen Layer schützen gegen Replay- und Man-in-the-middle-Angriffe. Die Paketnutzlast ist durch eine Sitzungs-basierte 128-bit AES symmetrische Verschlüsselung gegen Abhören geschützt. Neue Knoten nutzen zu Beginn der Verbindungsaufnahme einen speziellen Zugangsschlüssel unter Verwendung eines Zufallszahlengenerators, gefolgt von Mehrfachschlüsseln, die dem neuen Knoten zugewiesen werden. Mit dieser Mehrfach-Verschlüsselung kann die Gefährdung eines Knotens nicht die Sicherheit anderer Knoten im Netzwerk beeinträchtigen. Die Sicherheit im SmartMesh ist wesentlich robuster als die der Snap und Digi-Mesh Lösungen, welche beide einen einfachen Verschlüsselungsschlüssel für das ganze Netzwerk verwenden.

lige Sequenz von 16 Kanälen, wobei der jeweilige Kanal vom Netzwerkmanager festgelegt wird, damit es nicht zu Interferenzen mit Nachbarknoten kommt. FHSS erhöht effektiv die Bandbreite auf das 16fache und maximiert die Übertragung selbst dann, wenn die meisten Übertragungsbänder durch Interferenz blockiert sind. Im Gegensatz dazu arbeitet ZigBee Pro auf einem diskreten Frequenzkanal gleichzeitig an jedem Punkt. Das macht es anfällig für Multipath Fading

Schlussbemerkung

Die Dust Networks SmartMesh-IP-Familie setzt auf den IEEE 802.15.4 LR-WPAN-Standard auf. Dies mit komplett implementierter Selbstheilung und -optimierung in einem Zeitsynchronisierten Maschennetzwerk mit sehr geringem Stromverbrauch. Durch die Kombination von zeitsynchronisierten Schlitzen mit dem Kanalsprungverfahren und mit strenger Verschlüsselung ist es möglich, ein sicheres drahtloses Netzwerk mit >99,999% zuverlässiger Übertragung aufzubauen. Es wird so zu einer realistischen Alternative zu Sensorkabelnetzwerken. Weitere Informationen über www.linear.com/dust. ◀

Zuverlässigkeit

Das Dust Networks SmartMesh IP-Protokoll liefert typischerweise >99,999% Datenzuverlässigkeit durch die Kombination von Zeitschlitz-synchronisierter Übertragung mit Frequenzdiversität unter Einsatz des 16-Channel FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum). Jedes Knotenpaar nutzt eine pseudo-zufäl-

Wainwright Instruments GmbH

HF-Filter • Mikrowellen-Filter • Diplexer • Multiplexer

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

Highpassfilter (Chebyshev Design) mit sehr steiler Flanke und Passband bis 26.5 GHz, Cutoff zwischen 3.0 und 10 GHz

Beispiel: WHNX6-2010-3000-26500-80CC
 Sperrdämpfung:
 80 dB min. von DC bis 2.01 GHz
 60 dB min bei 2.19 GHz
 40 dB min bei 2.37 GHz
 Einfügedämpfung:
 1.5 dB max. bei 3.0 GHz, darüber 0.75 dB typ.
 Returnloss: 12 dB min.
 Steckverbinder: PC 3.5 female
 Gewicht: ~20 g

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

RoHS
Unsere Filter entsprechen den gültigen RoHS-Richtlinien

TÜV AUSTRIA
ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001

PIM-Testing

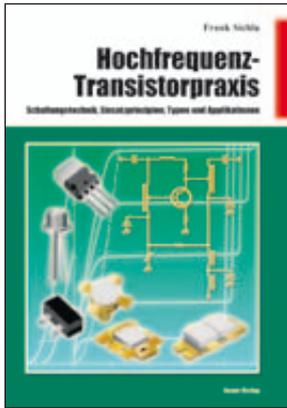
www.wainwright-filters.com

Graf-Rasso-Str. 1
82346 Andechs
Germany

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

Hochfrequenz-Transistorpraxis

Schaltungstechnik, Einsatzprinzipien, Typen und Applikationen



Frank Sichla, 17,5 x 25,5 cm, 278 S., zahlr. Abb. und Tabellen
ISBN 978-3-88976-153-8, 24,- €
beam-Verlag, 2008,
Art.-Nr.: 118070

Diskrete Transistoren haben im HF-Bereich noch immer

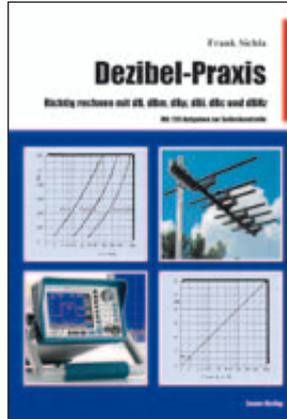
hohe Bedeutung, denn es gibt viele Probleme, für die nur sie die optimale Lösung bieten. Das Buch beschreibt ihre Anwendung und erläutert die Schaltungstechnik praxisorientiert mit einer Fülle ausgewählter Applikationsschaltungen.

Aus dem Inhalt:

Bipolartransistoren: Grundschaltungen, Schaltungs-tricks, Anpassung - FETs, SFETs, MESFETs und Dualgate-MOSFETs- Power-MOSFETs: Typen, Schaltungstechnik- Transistorschaltungen richtig aufbauen- HF-Kleinsignal- u. Leistungsverstärker- Oszillatorschaltungen, Senderschaltungen

Dezibel-Praxis

Richtig rechnen mit dB, dBm, dBμ, dBi, dBc und dBHz
Mit 120 Aufgaben zur Selbstkontrolle



Frank Sichla, 17,5 x 25,5 cm, 94 S., 82 Abb., zahlr. Tab. u. Diagramme
ISBN 978-88976-056-2 2007, 12,80 €,
Art.-Nr.: 118064

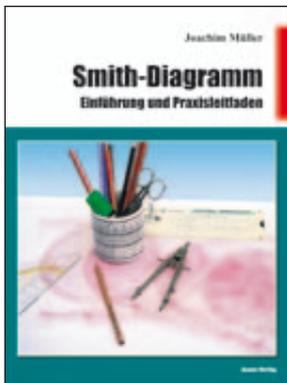
Das Buch zeigt systematisch und leicht verständlich den Umgang mit dem

Dezibel und seinen eigenen, teils völlig aus dem Rahmen des Gewohnten fallenden Gesetzen. Insbesondere die 120 Fragen und Antworten vermitteln die nötige Sicherheit in der Anwendung des Verhältnismaßes und bei der Interpretation von dB-Angaben.

Aus dem Inhalt: Rechenregeln der Dezibel-Welt - Signalgenerator, Pegelmessung und Pegelplan - Dezibel-Anwendung bei Hochfrequenzleitungen - Dezibel-Anwendung bei Antennen - Dezibel-Anwendung beim Rauschen von Verstärkern, Empfängern und Antennen - Dezibel-Anwendungen bei Empfängern, Oszillatoren und Sendern

Smith-Diagramm

Einführung und Praxisleitfaden



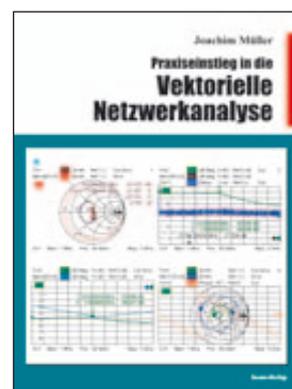
Joachim Müller, 21 x 28 cm, 117 S., zahlr. Abb.
beam-Verlag 2009, ISBN 978-3-88976-155-2, 29,80 €
Art.-Nr.: 118082

Das Smith-Diagramm ist bis heute das wichtigste Instrument zur bildlichen Darstellung der Anpassung und zum Verständnis der Vorgänge in HF-Systemen.

In der 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 Aufbau und Handhabung des Diagramms. Aus dem Inhalt:

Der Weg zum Smith-Diagramm - Reflexionsfaktor - Rückflussdämpfung - Praxis mit dem Smith-Diagramm, u.a.: Kompensation von Blindanteilen, Ortslinie über Frequenz, Leitung als Transformator, elektrisch kurze bzw. lange Leitung, S-Parameter und Smith-Diagramm - Leitwert-Smith-Diagramm - Stubs - Anpassung, usw.

Praxiseinstieg in die vektorielle Netzwerkanalyse



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

Dieses Buch erleichtert den Einstieg in die tägliche Praxis. Es beschäftigt sich mit den Grundlagen des Messaufbaus, unabhängig vom

eingesetzten Gerät, um den Praxiseinstieg zu meistern.

Aus dem Inhalt:

Hintergründe zur vektoriellen Netzwerkanalyse
S-Parameter, Netzwerkparameter
Der Datenaustausch im Touchstone Fileformat
Grundfunktionen in der Gerätetechnik
Kalibrierung – Festlegung der Messbezugsebene
Messungen an Antennen
Untersuchungen an Leitungen
Messungen an Bauteilen
Gruppenlaufzeit

Firmen und Institute werden gegen Rechnung beliefert

Bestellungen an: beam-Verlag, Postfach 1148, 35001 Marburg, info@beam-verlag.de

Antennen für kleine LTE-Basisstationen angepasst für maximale Effizienz

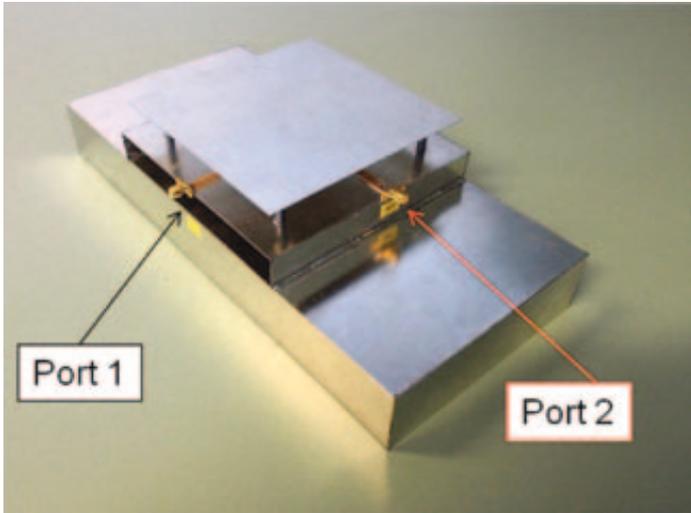


Bild 1: Der ursprüngliche Prototyp wurde von Pulse gebaut und getestet, um Ausgangsdaten vor Simulationsbeginn zu sammeln.

Pulse Electronics entwickelte ein einzigartiges, softwarebasiertes und hocheffizientes Verfahren zur Entwicklungsoptimierung von Antennen

Beim Entwerfen von Antennen für Basisstationen und Mobilfunkgeräte ist es während des Entwicklungsprozesses unerlässlich, dass das Mitschwingen der Antenne bei den korrekten Betriebsfrequenzen sichergestellt wird. Dieser Artikel veranschaulicht, wie Pulse Electronics (Pulse) ein einzigartiges, softwarebasiertes Verfahren entwickelt hat, um seine Antennensysteme mittels einer Kombination aus der Systemdesignsoftware Microwave Office® von AWR und der Software Optenni Lab™ von Optenni zur Entwicklung von Anpassungsschaltungen und Analyse von Antennen zu entwerfen, abzustimmen und zu optimieren. Das Endergebnis dieses firmenübergreifenden Entwicklungsprozesses führte zu einem leistungsfähigeren Produkt, einem kostengünstigeren

Design sowie einer kürzeren Markteinführungszeit.

Obwohl die Idee eines Anpassungsschaltungsdesigns unkompliziert und sehr ansprechend klingt, gibt es ein paar Richtlinien, die befolgt werden müssen. Erstens ist es wichtig, aus

Gründen der Effizienz zu optimieren und nicht aufgrund der bestmöglichen Impedanzanpassung. Zweitens sollten realistische Bauteilmodelle von Induktoren und Kondensatoren beim Anpassungsschaltungsdesign verwendet werden, da die Unterschiede zwischen einer idealen und einer realen Komponente häufig maßgeblich sind. Drittens sollte die Sensibilität der Anpassungsschaltung hinsichtlich der Bauteiltoleranzen gut dokumentiert und verifiziert sein.

Neuartiges Antennendesign

Das in diesem Artikel vorgestellte Antennendesign basiert auf der Arbeit von Pulse an Antennen für kleine Basisstationen. Verwendet wurden hierbei gerichtete Patchantennen mit zwei Signaleingängen, die vertikale und horizontale Polarisierungen aufweisen. Die Betriebsfrequenz des Antennensystems liegt bei 880-960 MHz im Frequenzband 8 für LTE.

Prototyp der Antenne

Eine der ersten Herausforderungen für Pulse bestand darin, die Signaleingangsstruktur in den beschränkten Platz zu integrieren. Zu Beginn wurde eine Aperturkopplungsstruktur gewählt, da diese traditionell aufgrund der orthogonalen Modi gute Eigenschaften bei der Port-to-Port-Isolierung aufweist. Aufgrund der niedrigen Betriebsfrequenz von 880-960 MHz galt die physikalische Größe der Eingangsapertur als zu groß (Überschreitung des beschränkten Platzes), wenn diese symmetrisch ist. Daher entstand eine asymmetrische Konfiguration: Die Eingangsapertur von Anschluss 1 hatte eine optimale Länge, die Eingangsapertur von Anschluss 2 war kurz, stellte sich jedoch durch Ausbreiten der Arme am Ende der Öffnung auf die Frequenz ein. Abbildung 1 zeigt den Prototyp der Antenne.

Anstatt die traditionelle Trial-and-Error-Methode zu benutzen, setzte Pulse auf die virtuelle Erstellung von Prototypen,

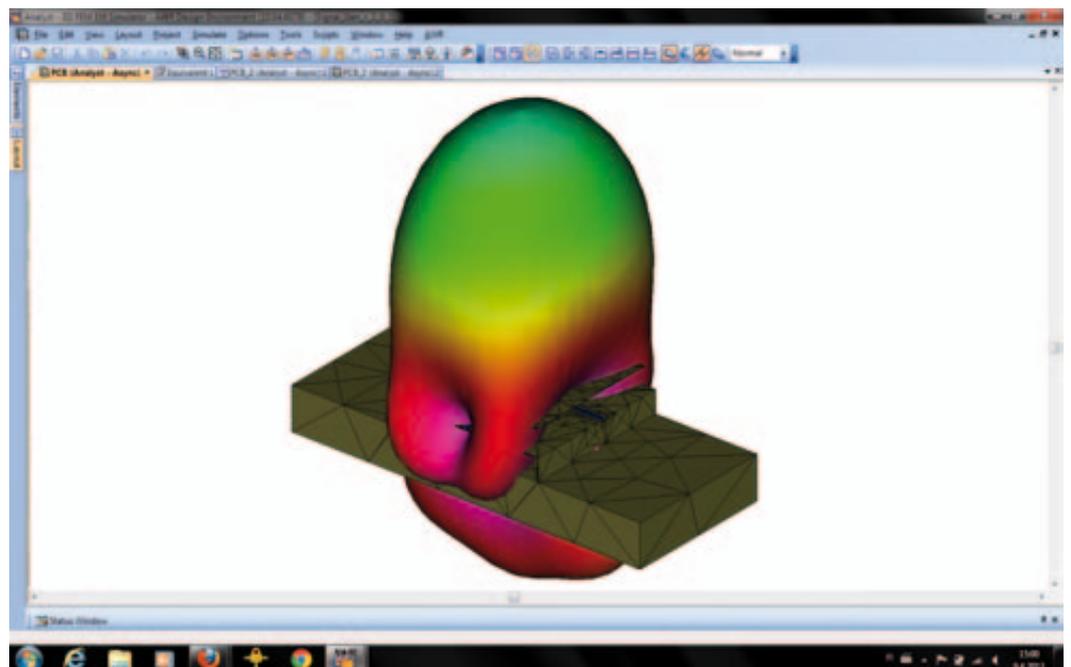


Bild 2 zeigt das Layout der Software Analyst™ und die Strahlungscharakteristik von Anschluss 1.

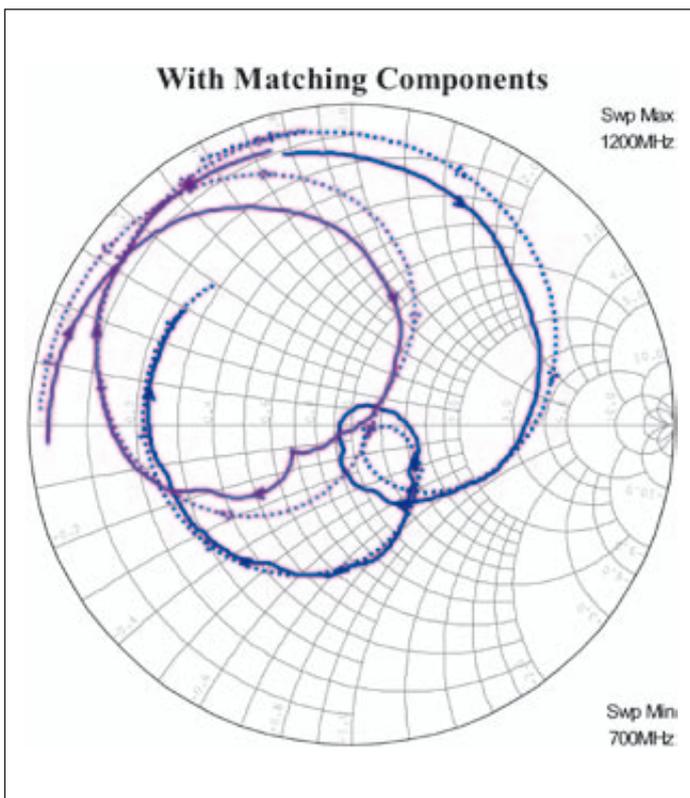


Bild 3: Simulierte (gestrichelte Linie) und gemessene (durchgezogene Linie) Port-Impedanzen mit der Anpassungsschaltung.

spricht den Gebrauch von Simulationssoftware (Synthese und Analyse). Durch die Simulation wurde die Anpassung von Anschluss 2 schlicht durch das Hinzufügen einer LC-Anpassungsschaltung erreicht. Die Originalantenne sowie der Aufbau des Speiseelements wurden dabei weder beeinflusst noch verändert. Dies führte zu einer erheblich verkürzten Entwicklungszeit.

Antennensimulation

Die Antenne selbst wurde mit einer Zielbandbreite von 880-960 MHz unter Verwendung der Software Analyst™ von AWR simuliert, die innerhalb von Microwave Office® eine dreidimensionale EM-Simulation ermöglicht. Bei diesem Entwurf war ein vollständiger 3D-EM-Simulator notwendig, da die Eingangsleitungen von einem engen Leiterplattensubstrat mit so begrenzten Dielektrika unterstützt wurden, dass

Kantenkopplungen berücksichtigt werden mussten.

Die ersten Messergebnisse zeigten, dass Anschluss 1 grundsätzlich gut abgestimmt war, Anschluss 2 jedoch eine Anpassungsschaltung zum Abstimmen der Resonanz benötigte. Die Isolierung zwischen den Anschlüssen war sehr gut und lag in einem Bereich von -40 dB. Bild 2 zeigt das Layout der Software Analyst™ und die Strahlungscharakteristik von Anschluss 1.

Angepasstes Schaltungsdesign

Der nächste Schritt war der Einsatz der Software Optenni Lab™ für das Anpassungsschaltungsdesign von Anschluss 2. Die Impedanzdaten der Antenne wurden von einer Touchstone-Datei gelesen, die Betriebsfrequenzbereiche wurden eingegeben und die gewünschte Anzahl an Komponenten sowie die gewünschte Komponentenbaureihe ausgewählt. Innerhalb von Sekunden bot Optenni

Lab™ mehrfache, optimierte Anpassungsschaltungstopologien. Die resultierende Anpassungsschaltung wurde im Hinblick auf maximale Effizienz im Frequenzband synthetisiert. Die verbliebenen Schritte zur Feinabstimmung umfassten Layout-Details zum Platzieren einzelner Komponenten.

Das parallele Layout in Serie nahe Anschluss 2 wurde geerdet, indem ein Streifen um die Leiterplattenkante gefaltet und anschließend auf die Grundplatte gelötet wurde. Das wiederum änderte die Anpassung, da die Erdung des Shuntkondensators ebenfalls Induktivität beinhaltet, und es gab eine Verzögerung von ein paar Grad zwischen dem ersten und dem letzten Element.

Während sich die Differenz zwischen idealer und realer Anbindung als sehr klein herausstellte, fiel die zur Antenne gelieferte Leistung um 0,2 dB im Frequenzband. Weitere Feinabstimmungen mit dem Entwurf zeigten eine geeignetere und zweckmäßigere Komponentenauswahl, was den Leistungsverlust auf 0,1 dB reduzierte. Nach der Feinabstimmung wurden die angepassten Komponentenwerte als in Serie platzierter 5,6-nH-Induktor, 2,2-pF-Parallalkondensator und in Serie platzierter 2,7-pF-Kondensator derselben Baureihe von Murata wie bisher ermittelt.

Messungen

Schließlich wurde der angefertigte Antennenprototyp bei Pulse mit den Anpassungsschaltungskomponenten gemessen. Das Smith-Diagramm (Bild 3) zeigt die simulierten und gemessenen Port-Impedanzen mit der Anpassungsschaltung. Die Übereinstimmung zwischen den Simulationen und den Messungen insgesamt war gut.

Fazit

Die Methodik des virtuellen Softwaredesigns, die in diesem Anwenderbericht beschrieben wird, bietet einen „First-Time-Right“-Entwicklungsprozess

für Anpassungsschaltungen, der effizienter und kostengünstiger ist als traditionelle Methoden. Er liefert den Entwicklern von Antennen quantitative Richtlinien für die Frequenzabstimmung von Antennen, was für ein qualitativ höherwertiges Produkt sorgt. Sie war besonders aufschlussreich in Bezug auf die Entwicklung der neuartigen aperturgekoppelten Patchantenne mit dualen Eingängen und Einzelstrahler für LTE-Antennen für kleine Basisstationen.

Über die Autoren:

Kimmo Honkanen

RF Engineer
Pulse Electronics
www.pulseelectronics.com/

Kimmo Honkanen erwarb im Jahr 2006 seinen Abschluss in Informationstechnologie im Rahmen des Kajaani Polytechnic Communications and Transport Degree Programme. Er arbeitet seit fünf Jahren als HF-Ingenieur bei Pulse Electronics Kempele, Finnland.

Jussi Rahola

Managing Director
Optenni Ltd
www.optenni.com

Jussi Rahola machte seinen Abschluss als Doctor of Science (Tech.) in numerischer Mathematik an der Aalto University, Finnland im Jahr 1996. Er hat bereits für das CSC-IT Center of Science, Finnland und für das Nokia Research Center, Finnland gearbeitet. Seit 2009 ist er Managing Director bei Optenni Ltd. und auf die Entwicklung der Optimierungssoftware Optenni Lab® für Anpassungsschaltungen spezialisiert.

Dr. Jaakko Juntunen

Head of EM Applications
AWR Europe
www.awrcorp.com/

Jaakko Juntunen erhielt im Jahr 1995 seinen MSc in Mathematik und angewandter Physik von der Helsinki University of Technology und schloss seine Doktorarbeit 2001 mit einer Diplomarbeit zum Thema „Finite-Differenzen-Methode im Zeitbereich“ ab.

Neue Oszilloskope, Signalgeneratoren und Power Supplies



Bild 1: DS1000Z Oszilloskop



Bild 2: DG1000Z Signal-Generator

Rigol hat neue Geräte, Technologien und Ideen vorgestellt. Als deutscher Distributor und Technologiepartner stellt Meilhaus Electronic die Rigol-Neuheiten im Web-Shop www.MESstechnik24.de vor.

Lowcost-Oszilloskope mit UltraVision-Technologie

Die Rigol-UltraVision-Technologie beschreibt die Kombination aus tiefem Speicher, hoher Waveform Capture Rate, Display mit Multilevel-Intensitätsanzeige sowie Echtzeit-Waveform-Record und Replay (im Fall des DS1000Z Oszilloskops optional). UltraVision kam bisher bei den Rigol-Oszilloskopserien ab DS2000 zum Einsatz und ist hier nun erstmalig auf einem Lowcost-Gerät der

DS1000-Serie implementiert. Die Scopes haben vier Kanäle mit einer Bandbreite bis 70 oder 100 MHz und einer maximalen Sample Rate bis 1 GS/s. Die maximale Speichertiefe beträgt 12 Mpts (optional erweiterbar auf 24 Mpts). Die maximale Waveform Capture Rate liegt bei 30.000 Wfms/s. Als Extra gibt es Scope-Versionen mit einem integrierten Zweikanal-Signalgenerator. Auch ist erstmalig bei einem Rigol-Scope in diesem Preissegment serielles Bus-Triggern und Decoding möglich (optional, RS-232, I²C

und SPI). Das Scope ist ausgestattet mit USB und LXI.

Mixed-Signal-Oszilloskope

Für Entwickler von gemischt analogen und digitalen Schaltungen sind Mixed-Signal-Oszilloskope ein unverzichtbares Werkzeug. Die Rigol-Geräte kombinieren zwei oder vier klassische analoge Oszilloskopkanäle mit 16 digitalen Logikkanälen. Die Analog-Eigenschaften entsprechen den bekannten DS4000-Oszillos-

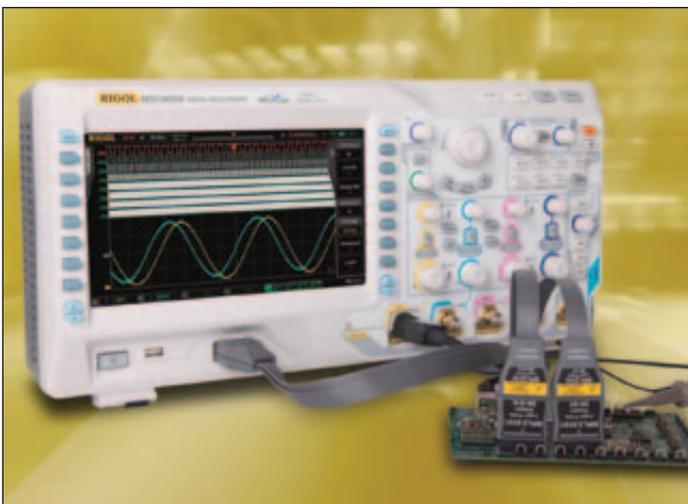


Bild 3: MSO4000 Mixed-Signal-Scopes



Bild 4: DSG3000 HF-Signal-Generator



Bild 5: DP800 Power-Supplies

kopen: Bandbreiten 100, 200, 350 oder 500 MHz, 4 GS/s max. Sample-Rate, UltraVision-Technik mit 140 Mpts Speichertiefe, 110.000 Wfms/s max. Capture Rate. Die Logikkanäle arbeiten mit einer Sample Rate von maximal 1 GS/s pro Kanal und haben eine Speichertiefe von 28 Mpts pro Kanal. Dank des großen Displays können die analogen und digitalen Signale übersichtlich dargestellt werden. Die Geräte sind ausgestattet mit USB und LXI sowie einem VGA-Ausgang.

Lowcost-Signalgeneratoren mit SiFi-Technik

Die innovative SiFi-Technologie (Signal Fidelity) erzeugt störungsarme Arbiträr-Wellenformen Punkt für Punkt mit präzise einstellbarer Sample Rate und niedrigem Jitter (200 ps). Das multifunktionale Gerät vereint Signalgenerator für Standardsignale, Arbiträr-Signalgenerator, Rauschgenerator, Puls-generator, Harmonic-Generator, Analog/Digital-Modulator und Zähler. Es bietet zwei vollständige, unabhängige Generatorka-

näle. Der Arbiträr-Waveform-Speicher beträgt 8 Mpts (Standard) bzw. 16 Mpts (optional); die Sample Rate ist 200 MSa/s bei 14 Bit vertikaler Auflösung.

Auch vielfältige Modulationsarten sind implementiert: AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK und PWM. Die Geräte besitzen USB und LXI.

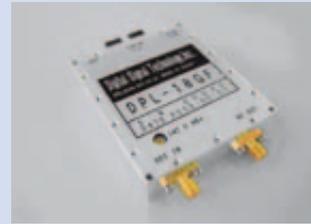
Modulierbare HF-Signalgeneratoren

Für den HF-Bereich gibt es den Signalgenerator für 9 kHz bis 3 oder 6 GHz. Das Gerät hat einen HF-Kanal und einen NF-/Modulations-Kanal. Mögliche Modulationen sind u.a. AM, FM, PWM und optional I/Q. Der entsprechende interne Generator liefert Sinus 0,1 Hz bis 1 MHz, Rechteck 0,1 Hz bis 20 kHz, Dreieck sowie Rampe 0,1 Hz bis 100 kHz. Die Geräte sind ausgestattet mit USB, LXI und GPIB.

Power Supplies

Mit zwei neuen Geräten ergänzt Rigol die DP800-Serie. Das 200-W-Gerät DP811A hat einen

Programmierbare Low-Phase-Noise Synthesizer



Tech-Inter stellte die neuen breitbandigen und rauscharmen Synthesizer DPL-18GF und DPL-18GFH für 1 bis 18 GHz von Digital Signal Technology (DST) aus Japan vor. Bei z.B. 10 GHz ist das Phase Noise bei 100 Hz Offset maximal -73 dBc/Hz groß, bei 1 GHz liegt es sogar unter -90 dBc/Hz. Die Ausgangsleistung ist typisch 10 dBm. Der modulare Aufbau macht es möglich, Frequenzen in Schritten von 10 kHz durch ein Asynchronous- oder SPI-Interface zu wählen. Die Synchronisierung mit einem GPS-Gerät oder mit einer 10-MHz-Referenz ist möglich. Die interne Referenz kann genau eingestellt werden mit einer externen Einstellspannung (Toleranz 2ppm).

Der Synthesizer benötigt 6 V/2 A. Die Abmessungen des Aluminiumgehäuses sind 70x60x17,5 mm³ (LxBxH). Alle RF-Anschlüsse sind SMA-Connectoren; die weiteren Anschlüsse sind mit lötbaren Feed-through-Kondensatoren versehen. Mögliche

Anwendungen sind medizinische Instrumente, Bit-Error-Rate-Testsysteme oder Radar.

Fast-Tuning/Single-Loop Multichannel Synthesizer



Tech-Inter stellte den neuen SMS-B Single-Loop Multichannel Synthesizer von Hunter Technologies vor. Dieser Synthesizer bietet Ingenieuren eine zuverlässige, schnell abstimmbare Multi-Oktave-Frequenzquelle mit Abmessungen von nur 7,4x7,6x1,8 cm³ bei 200 g Gewicht. Dieser Single-Loop Multichannel Synthesizer bedient den ganzen Bereich von 1 bis 20 GHz. Eine Version bis 40 GHz ist verfügbar als Option. Dieses Modul hat serienmäßig einen einzigen SMA-Ausgang; multiple Ports sind optional möglich. Die Schaltgeschwindigkeit liegt um 50 µs. Das Phasenrauschen ist mit 100 dBc/Hz bei 10 kHz Offset sehr niedrig. Der SMS-B ist sehr gut geeignet für Anwendungen wie EW/SIGINT, Radar, Mikrowellenfunk, oder Testmodule.

■ *Tech-Inter GmbH*
verkauf@tech-inter.de
www.tech-inter.de

Kanal mit 20 V/10 A Low-Range oder 40 V/5 A High-Range und Remote Sense. Das 140-W-Gerät DP821A hat zwei Kanäle: Kanal 1 liefert 8 V/10 A, Kanal 2 liefert 60 V/1 A. Ausgestattet sind die

Geräte mit USB Host & Device, LAN, RS-232 und Digital-I/O.

■ *Meilhaus Electronic GmbH*
sales@meilhaus.com
www.meilhaus.com

SEMATRON DEUTSCHLAND

GmbH

www.sematron.de

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

Ihr
Partner
für

ENTWICKLUNG bis 240 GHz
SATELLITENKOMMUNIKATION
FERTIGUNG SYSTEME/GERÄTE
HF-KOMPONENTEN

12-Bit-HDO-Serie erhält Mixed-Signal-Modelle



Teledyne LeCroy kündigte die neuen Modellreihen HDO4000-MS und HDO6000-MS an, die 16 Kanäle mit flexiblen Mixed-Signal-Eigenschaften erstmals mit der 12-Bit-HD4096-High-Definition-Technologie, großen Speichern, einem kompakten Gehäuse und Bandbreiten von 200 MHz bis 1 GHz kombinieren.

Alle High-Definition Oscilloscopes setzen ein großes 12,1-Zoll-Touchscreen-Display mit intuitiver Bedienung ein, das die Bedienung deutlich erleichtert. Umfassende Werkzeuge zur Fehlersuche, automatische Messungen und weitreichende Signalmathematik machen aus den HDO-MS-Oszilloskopen eine leistungsfähige All-in-One-Lösung für die analoge, digitale und serielle Fehlersuche.

Durch die wachsenden Einsatzmöglichkeiten von komplexen Embedded Systemen werden leistungsfähige Mixed-Signal-Analysefähigkeiten bei modernen Oszilloskopen immer wichtiger. Über die 16 integrierten digitalen Kanäle hinaus sind die HDO-MS-Oszilloskope mit speziellen digitalen Debugging Tools ausgestattet. Analoge und digitale Mustertrigger, übergreifende Zeitmessungen auf digitalen und analogen Kanälen, parallele Mustersuche, Logic Gate Emulation und eine Akti-

vitätsanzeige der digitalen Eingänge sind optimal für die präzise Schaltkreisüberprüfung und die schnelle Fehlersuche an komplexen Systemen.

Neue Möglichkeiten

Die neuen Möglichkeiten ergänzen bestmöglich die bestehenden HDO-Funktionen, wie WaveScan-Fehlersuche, History-Mode-Signalwiedergabe, Sequence-Erfassungsmodus und die LabNotebook-Berichterstellung. Softwarepakete für die Spektralanalyse und Messungen in der Leistungselektronik nutzen die Vorteile der 12-Bit-Architektur mit ihrem größerem Dynamikbereich und hochpräzisen Messungen optimal aus.

Die Modelle der HDO4000-MS-Serie verfügen über eine Abtastrate von 2,5 GS/s mit bis zu 50 Mpts Speicher/Kanal in zwei- und vierkanaliger Ausführung mit Bandbreiten von 200 MHz bis 1 GHz. Die HDO6000-MS-Serie umfasst Vierkanalmodelle mit 2,5 GS/s, bis zu 250 Mpts Speicher pro Kanal und Bandbreiten von 350 MHz, 500 MHz und 1 GHz.

Die HD4096-High-Definition-Technologie beruht auf 12-Bit-A/D-Wandlern mit hoher Abtastung, Verstärkern mit optimiertem Signal/Rausch-Verhältnis und einer Systemarchitektur mit sehr geringem Rauschen.

Diese Technologie ermöglicht es High-Definition-Oszilloskopen, Signale bis 1 GHz mit hoher Abtastrate und 16 mal höherer Auflösung zu erfassen und darzustellen.

Weiter verfügen die HDOs über die aus den Teledyne-LeCroy-8-Bit-Oszilloskopen bekannte Standardfunktion ERES (Enhanced Resolution), die die Auflösung um bis zu drei weitere Bits verbessert. Damit stehen dann bis zu 15 Bit Vertikalaufklärung zu Verfügung.

Die Vorteile einer genauen Signaldarstellung und hohen Abtastrate gehen verloren, wenn die entsprechenden Fehlersuch- und Analysefunktionen fehlen. Alle HD-Oszilloskope enthalten daher schon serienmäßig umfassende Analysemöglichkeiten für eine schnelle Fehlersuche und -behebung. Die WaveScan-Signalanalyse durchsucht eine Erfassung auf Runts, Glitches, Nicht-Monotonien und andere Anomalien mithilfe von 20 Suchkriterien. Dabei können genaue Suchkriterien definiert werden, die es ermöglichen, Signale über Stunden oder sogar Tage zu scannen. Der History Mode blickt in die Vergangenheit des Signals zurück, isoliert Anomalien und führt daran Messungen mit Parametern oder Cursors durch. Serielle Trigger- und Decodier-Funktionen spüren gezielt Ereignisse in Bussystemen auf, die Standardtriggern verborgen bleiben. Der Sequence Mode sorgt für eine intelligente Nutzung des Speichers zur Erfassung von schnellen oder weit

auseinander liegenden Ereignisfolgen mit höchster Auflösung. Die LabNotebook-Datenbank ist optimal zur einfachen Speicherung vom Testergebnissen, Messungen und Einstellungen.

Mit mathematischen Funktionen, wie Durchschnittwertbildung, erhöhte Auflösung und FFT, sowie einer Vielzahl von Messparametern misst und analysiert ein HDO Signale in allen Bereichen. Neben den reinen Messungen zeigen Statistiken, Histogramme und Messtrends Signalveränderungen.

Die Software

Die Spektrum Analyzer Software wandelt die Steuerung eines HDOs in die eines Spektrum Analyzers. Sie erlaubt dem Anwender, auf einfache Weise Frequenzbereich, Auflösung- und Darstellung zu verändern. Filter können auf ein Signal angewendet werden, und das HDO zeigt Änderungen der Frequenzsignatur in Echtzeit an. Frequenzspitzen werden automatisch gefunden, markiert und vermessen und dann in einer Tabelle angezeigt. Durch Auswahl eines Wertes in der Tabelle wird dieses Ereignis im Signal angezeigt. Die Spektrogrammdarstellung liefert die Veränderungen des Spektrums über die Zeit.

Die Power Analyse Software misst und analysiert in kürzester Zeit das Betriebsverhalten von Leistungswandlern und Leiterplatten mit automatischen Dämpfungsmessungen und setzt hierzu eine angepasste Benutzeroberfläche für vereinfachte Einstellungen ein. Signalbereiche mit Ein-/Ausschaltvorgängen und Leitungsverlusten werden mit farbigen Signalüberlagerungen hervorgehoben. Für weitere Analysen sind Modi für Messungen an Schaltnetzteilen, Analyse von Regelschaltungen und harmonische Rückstreuungen auf die Stromversorgung in den Geräten integriert.

■ Teledyne LeCroy
www.teledynelecroy.com

Schaltmatrix für komfortable Vektornetzwerkanalyse



Mit der Schaltmatrix R&S ZN-Z84 hat Rohde & Schwarz eine Lösung für die Vermessung von Mehrortkomponenten entwickelt, die bis zu 48 Messtore bietet. Die Matrix wird direkt über den R&S ZNB Netzwerkanalysator angesteuert und bedient. Dank der guten HF-Eigenschaften der Matrix, der hohen Umschaltgeschwindigkeit und der langen Lebensdauer der Halbleiterschalter erhalten Anwender einen einfach zu handhabenden Multiport-Netzwerkanalysator mit hervorragenden Messeigenschaften. Rohde & Schwarz bringt die externe Schaltmatrix R&S ZN-Z84 als Ergänzung für den Netzwerkanalysator R&S ZNB auf den Markt. Sie deckt den Frequenzbereich 10 MHz bis 8,5 GHz ab und verfügt in der Basisversion über sechs Messtore. Gemäß der Anforderung des Anwenders lässt sie sich um Gruppen von je sechs auf bis zu 24 Messtore erweitern. So kann ein Viertor-Modell des R&S ZNB mit zwei 24-Tor-Matrizen auf bis zu 48 Messtore ausgebaut werden.

Anwender in Entwicklung und Produktion vermessen mit dem R&S ZNB in Verbindung mit der R&S ZN-Z84 vor allem Komponenten für den Mobilfunkbereich: Smartphones und Tablet-PCs unterstützen eine Vielzahl von Frequenzbändern und bieten Funktionen wie WLAN, Bluetooth oder GPS. Die erforderlichen Frontend-Module weisen eine hohe Anzahl an HF-Toren oder Torgruppen auf, deren Parameter komplett charakterisiert werden müssen. Diese Anforderung unterstützt die R&S ZN-Z84, da sie die Vermessung der kompletten S-Parameter bis zu 48 Toren ermöglicht.

Da die Firmware des R&S ZNB die Schaltmatrix standardmäßig unterstützt und automatisch erkennt, ist die R&S ZN-Z84 sehr einfach in den Messaufbau zu integrieren. Die Messung ist unkompliziert und flexibel konfigurierbar: Über intuitiv gestaltete Dialogfenster stellen Anwender am großzügigen Touchscreen des R&S ZNB beispielsweise die Nummerierung der Matrix-Tore ein

oder legen benutzte und unbenutzte sowie balancierte Tore fest. Eine zusätzliche Software ist nicht nötig. Die erforderliche Mehrortkalibrierung für Anwendungen mit bis zu 48 Toren erfolgt über automatische Rohde & Schwarz-Kalibriereinheiten mit bis zu acht Toren. Der R&S ZNB führt den Anwender komfortabel durch die einzelnen Schritte des Kalibriervorgangs.

Anwender ermitteln, mithilfe der R&S ZN-Z84 Schaltmatrix S-Parameter von Antennen-I/O-Modulen, Mehrbandfiltern oder Verteilern insbesondere für den Einsatz in Highspeed-Datenübertragungssystemen. Auch für Phasenmessungen an Multi-Antennen-Arrays ist die Messlösung bestens geeignet. Das Gleiche gilt für die Charakterisierung allgemeiner Mehrortmessobjekte wie Mehrfachsplitter, Schaltmodule oder mehradrige Kabel.

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



» HF-Verbinder

- MCX, MMCX, SMP, SSMB
- SMA, 3,5, K
- BNC, TNC, BMA
- N, 7/16 ...

» HF-Adapter

- Within Series
- Between Series
- T-Adaptor
- Snap-On

» HF-Kabel

- Semi-Rigid
- Hand Bendable
- Flexible RG

» Kabelkonfektionen

- Low Loss
- Phase Matched
- Delay Line

» HF-Komponenten

- Fixed Attenuator
- Power Divider
- Matching Pad
- High Power Termination

» VNA-Testkabel bis 40 GHz



CompoTEK

CompoTEK GmbH
Lindwurmstrasse 97a
80337 München

tel +49 89 54 43 23-0
fax +49 89 54 43 23-11

info@compotek.de
www.compotek.de

Generatoren mit Bandbreiten bis zu 160 MHz



Teledyne LeCroy stellte die Erweiterung der populären WaveStation-Serie von arbiträren Signalgeneratoren vor. Es handelt sich dabei um drei neue Modelle mit Bandbreiten bis 160 MHz bei einer Abtastrate von 500 MS/s. Dies sind mehr als die dreifache Bandbreite und die vierfache Abtastrate als bei den bereits verfügbaren Typen.

Alle neuen Modelle haben eine auf 4,3 Zoll vergrößerte Anzeige, ein übersichtliches Bedienfeld

sowie zwei Ausgangskanäle und nutzen zusätzlich eine PC-Software zur einfachen Signalerstellung. Sie bieten 80, 120 und 160 MHz Bandbreite je nach Modell, 14 Bit Auflösung und 16 MPkte Speicher pro Kanal. Für Anwendungen, die einen größeren Speicher erfordern, stehen standardmäßig auf Kanal 2 alternativ 512 MPkte zur Verfügung.

Das intuitive Bedienfeld ermöglicht die einfache Einstellung von Standardkurvenformen

und Ausgabemodi. Der Anwender hat die Auswahl zwischen Sinus, Rechteck, Rampe, Puls und Rauschen. Die Anzeige zeigt alle relevanten Parameter. Die Ausgabe der Signale ist besonders stabil durch die hohe Abtastrate bei hoher Auflösung, die exzellente Zeitstabilität und den geringen Oberwellenanteil.

Eine spezielle PC-Software für die WaveStation erleichtert die Erstellung und Bearbeitung von arbiträren Signalen. Die Soft-

ware kann auf jedem PC verwendet werden und bietet zusätzliche Werkzeuge. Mithilfe von mathematischen Funktionen, digitalen Filtern oder einfach durch Definition von Punkten können Kurvenformen erstellt, angepasst und verändert werden. Ein Freizeichnungswerkzeug erlaubt es, ein Signal per Maus am PC zu zeichnen und über die WaveStation auszugeben.

Die Software bietet außerdem eine bequeme und einfache Möglichkeit, Messkurven, die mit einem WaveAce Oszilloskop erfasst wurden, via USB auf eine WaveStation zu übertragen und dann wieder als Signal auszugeben.

Soll die WaveStation per Fernsteuerung in ein automatisches Testsystem integriert werden, so ist dies standardmäßig über USB oder GPIB möglich. Die Anschlüsse hierfür sowie weitere Kontakte zur Synchronisierung befinden sich auf der Rückseite. Der USB-Anschluss an der Vorderseite dient zur Kontaktierung von externen Speichermedien zur Speicherung von Kurvenformen und Einstellungen.

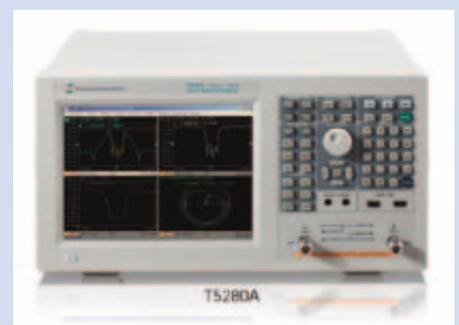
■ *Teledyne LeCroy*
www.teledynelecroy.de

Vertriebsvereinbarung mit Transcom Instruments



Die StanTronic Instruments GmbH mit Sitz in der Wedemark bei Hannover und Vertriebsbüros in Wertheim/Süddeutschland, Frankreich und Grossbritannien hat mit dem in Shanghai/China ansässigen Anbieter von hochwertiger HF-Messtech-

nik eine Vertriebsvereinbarung, gültig für Deutschland, Österreich, die Schweiz, England und Frankreich, unterzeichnet. Die Produktlinie der Transcom Instruments besteht derzeit aus sechs verschiedenen HF-Vektor-Netzwerkanalysatoren mit Bandbreiten zwischen 300 kHz und 8 GHz. Die einzelnen Modelle sind sowohl als Benchtop als auch als portable Versionen verfügbar. Mit Dynamikbereichen von 125 dB, bemerkenswert kleinen Rauschpegeln von -127 dB und Messgeschwindigkeiten von 150 μ s/Messpunkt überraschen diese Modelle. Hinzu kommen geringes Gewicht und sehr kleiner Stromverbrauch. Alle Modelle sind mit einem 10,4-Inch-TFT-Touchscreen ausgestattet und können über die serienmäßig vorhan-



denen Schnittstellen USB, GPIB oder LAN von einem externen PC gesteuert werden. Zusätzlich steht das Softwarepaket „One-Key-Test“ zur Verfügung.

■ *StanTronic Instruments GmbH*
www.stantronic.de

Erweitertes Glasfaser-Visualizer-Tool



Anritsu führte den Fiber Visualizer für seine Network-Master-Plattform MT9090A ein. Damit wird eine Testlösung für den Außendienst geschaffen, die die Durchführung hochgenauer Messungen an Glasfaserkabeln, Verbindern und Spleißstellen während der Installation bzw. Wartung von High-speed-, FTTH-, CATV-, Access-

Mobile-Backhaul-, FTTA-, DAS- und Metro-Netzen erleichtert.

Der Fiber Visualizer, der Außendiensttechnikern eines jeden Qualifikationsniveaus den Zugang zu modernen Testfunktionen ermöglicht, vereinfacht und verkürzt Glasfasertests, indem er automatisch die korrekten Testparameter wählt, Daten analysiert

und eine eindeutige Pass/Fail-Übersicht der Testergebnisse liefert.

Der Fiber Visualizer sichert einen problemlos zu durchlaufenden Prozess, wenn es um Glasfasertests geht. Dazu gehören die Parameterwahl, die Erfassung der Fehlerprotokollierung, die Ereignisanalyse, die Pass/Fail-Abnahme und die Report-Erstellung. Eine grafische Übersicht der gesamten Glasfaser wird nach Testende geliefert, um Benutzern einen unübertroffenen Einblick in die Glasfaser-Verbindung zu gewähren. Eine spezielle Schaltfläche gestattet den schnellen Wechsel zwischen der auf Symbolen basierenden grafischen Übersicht und der OTDR-Kurve, während ein umfassender kundenspezifisch gestalteter PDF-Ergebnisbericht ebenso schnell generiert wird. Die Kombination des Fiber Visualizers mit dem μ OTDR des Network Master MT9090A

garantiert Technikern und Lieferanten die Verfügbarkeit eines kompakten und umfangreichen Testwerkzeugs.

Der Network Master MT9090A verfügt über extrem kurze Totzonen (max. 1 m) und einen Dynamikbereich von bis zu 38 dB. Damit ist auch die Durchführung von Mehrfach-Wellenlängenmessungen (1.310/1.550 nm, gefiltert 1.650 bzw. 1.625 nm) mit Makro-Biege-Detektion und Prüfung der Steckverbinder möglich. Alles in allem handelt es sich um ein batteriebetriebenes Gerät mit den Abmessungen 19x9,6x4,8 cm³ und einer Masse von 700 g.

Benutzer können ihre bereits im Einsatz befindlichen MT9090A kostenfrei aufrüsten. Der Fiber Visualizer ist auch im ACCESS Master-OTDR des Typs MT9083x2 erhältlich.

■ Anritsu Corp.
www.anritsu.com

Fehlerdetektor und andere Verbesserungen

Anritsu hat einen hochempfindlichen Fehlerdetektor sowie andere Ergänzungen für seinen BERT-Signalqualitätsanalysator (Bit Error Rate Tester) MP1800A vorgestellt. Damit werden Multichannel-BER-Messungen bis zu 32,1 Gbit/s möglich. Mit der Empfangsempfindlichkeit von 10 mV (typisch) und der schnellen Auto-Adjust-Funktion, gibt der MP1800A mit seinem neuen Fehlerdetektor den Technikern eine hochpräzise Testlösung zum Messen der Signalintegrität an die Hand.

Der Fehlerdetektor liefert eine Breitband-Bitrate von 2,4 bis 32,1 Gbit/s und verfügt über eine Auto-Adjust-Funktion, die eine gleichzeitige Suche in weniger als einer Sekunde erlaubt. Dabei können die optimalen Werte für BER-Spannungsschwelle und Phasenhöhe für bis zu acht Kanäle automatisch detektiert werden. Die erweiterten Funktionen des MP1800A ermöglichen das gleichzeitige Messen an Testausgängen mit kleiner Amplitude und geringer Öffnung des Augendiagramms für mehrere Kanäle.



Anritsu hat eine 32-Gbit/s-Erweiterungsoption für seinen 4Tap Emphasis MP1825B mit hoher Geschwindigkeit und einem niedrigen Jitterwert für bis zu vier Taps vorgestellt. Dadurch ist der MP1825B in der Lage, eine hohe Emphasis zu erzeugen. Der MP1825B mit neuer Option kann mithilfe des BERT-Signalqualitätsanalysators MP1800A von Anritsu konfiguriert werden, um die Performance von Schaltungen zu messen, wie sie in Highspeed-Netzwerkanwendungen zum Einsatz kommen. Zur Verkürzung von Entwicklungszeit berechnet die Steuer-Software des MP1825B automatisch die

optimalen Emphasis-Einstellungen auf Basis von S21-Parametern, die mithilfe von einem Vektornetzwerkanalysator oder mit einem Simulator durchgeführten Messungen – unter Nutzung der Emphasis-Optimierungsfunktion – erstellt wurden.

Daneben hat Anritsu einen PAM8-Konverter für seinen BERT-Signalqualitätsanalysator MP1800A vorgestellt, zusätzlich zur bereits verfügbaren PAM4-Konvertierungsfunktion. Der MP1800A unterstützt damit die Erzeugung der hochqualitativen Datensignale mit Pulsamplitudenmodulation (PAM) zum exakten Testen einer Highspeed-Datenübertragung mit bis zu 32,1 Gbit/s.

Der MP1800A mit integriertem PAM4- oder PAM8-Konverter eignet sich gut dazu, die Performance der mehrfach synchronisierten Kanäle zu prüfen, die in solchen Highspeed-Netzwerkstrukturen gängige Praxis sind.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com

HF-Generator-Serie schließt Lücke zwischen 3 und 6 GHz



Rigol Technologies stellte seine neue HF-Signalgenerator-Serie DSG3000 vor. Die neue Quelle ist als 3- oder 6-GHz-Modell erhältlich und damit eine Alternative für Kunden aus den Bereichen Wireless Communication, Radar Test, Audio/Video Broadcasting, Ausbildung, Consumer Electronics usw. Aufgrund der guten Standardspezifikationen kann die Quelle bereits ohne zusätzliche Optionen in vielen verschiedenen Anwendungen eingesetzt werden.

Der Funktionsumfang des Generators kann mit vier Optionen erweitert werden. Der hochstabile Ofenquarz (Option OCXO-A08) verbessert die Temperaturstabilität der internen Referenzfrequenz von 0,5ppm auf 5ppb.

Exakte Einstellung

Der Option Power Meter Controller (DSG3000-PMC) ermöglicht eine exakte Einstellung der am Messobjekt eingespeisten Leistung. Hiermit ist es möglich, USB-Power-Meter von verschiedenen Herstellern direkt mit dem DSG3000 zu verbinden und damit Leistungen zu messen. Somit können Einflüsse wie z.B. Kabeldämpfungen oder Verstärkungen, welche im Testsystem zwischen Generator und Messobjekt vorhanden sind, vermessen werden.

Funktionelle Erweiterungen...

... sind die Optionen IQ und Pulse (IQ-DSG3000, PUG-DSG3000). Die Pulsoption des DSG3000 ermöglicht die Aus-

gabe von vordefinierten oder selbsterstellten Pulsfolgen. Die IQ-Option ermöglicht die Generierung und Ausgabe von digital modulierten Signalen. Es können intern generierte Signale, entweder als moduliertes HF- oder auch als Basisband-Signal, ausgegeben werden. Ebenso können externe I- und Q-Basisbandsignale eingespeist und entsprechend auf Frequenzen bis 6 GHz moduliert werden.

Durch die sehr gute Basisausstattung, die guten Spezifikationen, die hohe Flexibilität, welche durch die optionalen Erweiterungen erreicht wird, und das gute Preis/Leistungsverhältnis ist die neue HF-Signalquelle eine sehr gute Alternative zu den am Markt verfügbaren Quellen.

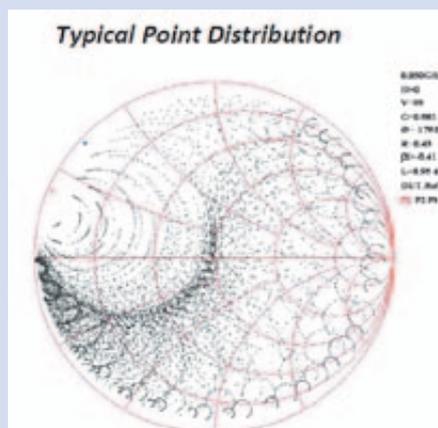
Technische Daten:

- Amplitudengenauigkeit typ. 0,5 dB
 - Ausgangsbereich -130 bis +13 dBm (+25 dBm ALC off)
 - Phasenrauschen typ. -110 dBc/Hz@20 kHz
 - 0,5ppm Frequenzstabilität des internen Referenztakts
 - standardmäßig drei Modulationsverfahren
 - Pulsmodulation On/Off bis zu 80 dB
 - 2U, Montage-Kit erhältlich
 - USB/LAN/GPIB als Standard-Fernsteuerschnittstellen, unterstützt SCPI-Kommandos
 - verschleißfreies elektronisches Dämpfungsglied-Design
- Rigol EU
www.rigol.eu

Load-Pull jetzt auch ab 10 MHz möglich

Herkömmliche Load-Pull-Tuner mit Koaxialtechnik werden umso größer, je niedriger die Frequenz wird, da ja die komplette 360°-Ebene des Smith-Diagramms abgedeckt werden soll. Ein Koaxialtuner bei 100 MHz ist demnach ca. 170 cm lang.

Mit der neuen patentierten LFT-Serie durchbricht Focus Microwaves diese Einschränkung. Load-Pull-Tuner für 10 MHz passen jetzt bequem in ein 19-Zoll-Gestell. Dies gelingt durch die Kombination von drei oder mehr computergesteuerten Drehkondensatoren und Koaxialleitungen. Durch präzise Schrittmotoren werden die Kapazitäten so verändert, dass bei geeig-



netter Kombination der Positionen nahezu das komplette Smith-Diagramm abgedeckt wird. Soll jetzt in einer Load-Pull-Messung ein bestimmter Wert (Gamma/Phase) angefahren werden, ermittelt ein ausgeklügelter Suchalgorithmus die geeignete Kombination von Kapazitätswerten.

Mit diesem Verfahren können Gamma-Werte von 0,96 (SWR 50) erzielt werden. Die Tuner vertragen je nach Anschlusstyp bis zu 250 W CW.

■ Tactron Elektronik
info@tactron.de
www.tactron.de

Einsatz von Mess- und Prüfgeräten, um Verhaltensmodelle von RF-Geräten für den Entwurf von Kommunikationssystemen zu extrahieren

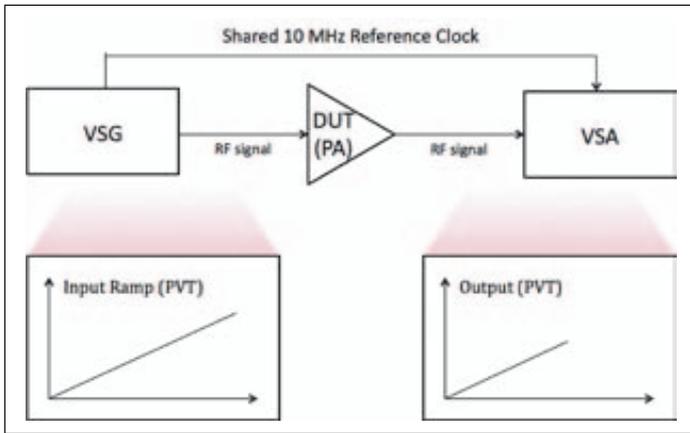


Bild 1: AM-AM/AM-PM kann mithilfe eines Vektorsignalgenerators und -analysators gemessen werden.

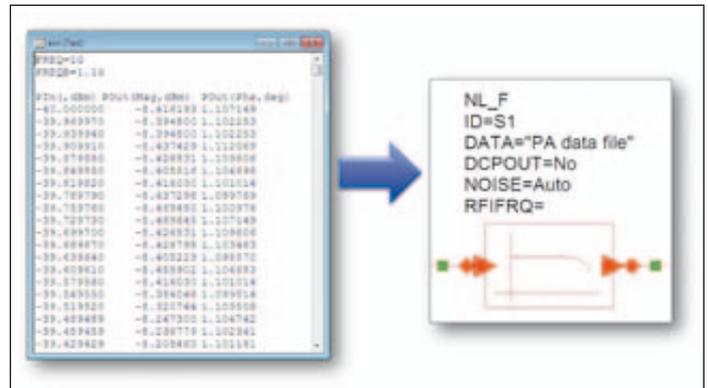


Bild 3: Ein modulierte Signal mit Inhalt bei unterschiedlichen Leistungspegeln wird zum „Trainieren“ des TDNN eingesetzt.

Das Extrahieren von Verhaltensmodellen ist eine Kunst und verlangt Erfahrung sowie detailliertes Wissen zur Messtechnik, aber auch zum RF-Gerät selbst. Dieser Artikel erläutert zwei Verfahren, wie Verhaltensmodelle von RF-Geräten erzeugt werden können. Beim ersten Verfahren wird eine einfache AM-AM- und AM-PM-Modellextraktion mit-

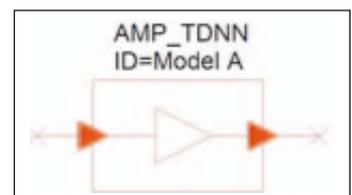


Bild 4: Das TDNN-Modell wird von einem Element im Systemdiagramm repräsentiert, das an andere RF-Komponenten angeschlossen werden kann.

Autoren:
David A. Hall, National Instruments

Janne Roos, AWR – APLAC Finland Division

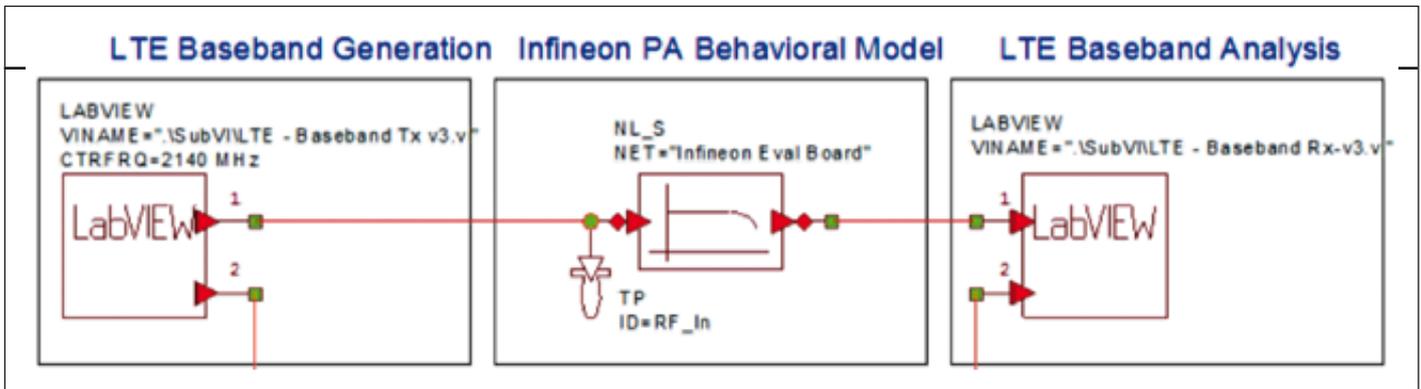


Bild 5: Dieselbe Signalerzeugung und dieselben Analyseroutinen von LabVIEW können in der Simulationsumgebung sowie bei physikalischen Messungen eingesetzt werden.

hilfe von Messtechnik durchgeführt. Dieses Verfahren eignet sich für schmalbandige Anwendungen. Das zweite, komplexere Verfahren baut ein zeitverzögertes, neuronales Netzwerk, kurz TDNN, auf, um das Verhalten von Geräten zu modellieren, die breitbandige, modulierte Signale verwenden.

Verfahren 1: AM-AM- und AM-PM-Extraktion zur Modellierung des Verhaltens von Leistungsverstärkern

Das Messen der Ausgangsamplitude sowie der Phasenmodulation eines aktiven Geräts wie eines Verstärkers ist ein unkomplizierter Prozess, der entweder mit einem Vektornetzwerkanalysator (VNA) oder einer Kombination aus Vektorsignalgenerator (VSG) und -analysator (VSA) durchgeführt werden kann. Dieser Artikel behandelt insbesondere Theorie, Einschränkungen sowie Inbetriebnahme der Hardware zur Durchführung von AM-AM-/AM-PM-Messungen mit einem VSG und VSA.

Die Theorie hinter AM-AM-/AM-PM-Messungen lautet, dass das Verhalten eines aktiven RF-Geräts, beispielsweise eines Leistungsverstärkers, schlicht durch das Messen der Ausgangsamplitude und -phase als Funktion der Eingangsamplitude und -phase prognostiziert werden kann. Um dieses Verhalten zu messen, kommt ein RF-Vektorsignalgenerator zum Einsatz, der mithilfe des Prüflings einen kontinuierlichen, linear steigenden Signalverlauf erzeugt. Dieser Signalverlauf weist einen schrittweise steigenden Leistungspegel auf, jedoch mit konstanter Phase.

Durch den Einsatz eines linear steigenden Signalverlaufs kann das Gerät in linearen sowie nicht-linearen Betriebsbereichen charakterisiert werden.

Wie in Bild 1 zu sehen ist, wird ein Vektorsignalanalysator zur Erfassung des Verstärkeroutputs in Form von I- und Q-Signalen eingesetzt. Leistung und Phase können problemlos aus IQ-Beispielen mithilfe der Gleichungen 1 und 2 berechnet werden.

$$Power_{Sample} = 10 \log \left(20 \frac{r^2}{2} \right)$$

Gleichung 1: Die Echtzeitleistung jedes Beispiels kann aus I und Q berechnet werden.

$$\Theta = \tan^{-1} \left(\frac{Q}{I} \right)$$

Gleichung 2: Die Echtzeitphase ist der Arkustangens von Q/I.

Sobald AM-AM/AM-PM mit einem Vektorsignalanalysator gemessen werden, können die Daten direkt in die Systemsimulationsumgebung importiert werden, um das Verhalten aktiver RF-Komponenten zu modellieren. Wie in Bild 2 zu sehen, setzt das NL_F-Element in der Simulationsumgebung Visual System Simulator™ (VSS) von AWR die AM-AM-/AM-PM-Messungen nativ ein, um ein Verhaltensmodell eines RF-Geräts zu konstruieren.

Vorteile und Einschränkungen von AM-AM/AM-PM

Während die AM-AM-/AM-PM-Extraktion aufgrund der Einfachheit des Extraktionsprozesses eine nützliche Modellierungstechnik darstellt, bringt diese Methode für manche

Anwendungen Einschränkungen mit sich. Wie bereits erläutert, wird bei der Verwendung von AM-AM/AM-PM als Modellierungstechnik vorausgesetzt, dass Amplitude und Phase an den Ausgängen des RF-Geräts direkt auf Basis von Amplitude und Phase eines Signals an den Eingängen des Geräts prognostiziert werden können. Während diese Annahme für schmalbandige Signale oder speicherlose RF-Geräte durchaus ihre Berechtigung hat, kann sie nicht in allen Fällen getroffen werden. Aktive Geräte, z. B. ein Leistungsverstärker, weisen häufig Speichereffekte auf. In diesen Zuständen sind Amplitude und Phase des Ausgangssignals ebenfalls Funktionen des Eingangssignalverlaufs.

Grundsätzlich sind CW-basierte Techniken zur Modellextraktion bei der Verhaltensprognose eines RF-Geräts in der Simulationsumgebung am effektivsten, wenn sie auf relativ schmalbandigen Signalen verwendet werden, wo die Speichereffekte viel geringer sind. Alternative Methoden zur Modellextraktion sollten daher in Erwägung gezogen werden, wenn ein Modell erstellt wird, das der Simulation des Verhaltens eines Breitbandsignals dienen soll.

Verfahren 2: Erstellen eines zeitverzögerten, neuronalen Netzwerks (TDNN) zur Modellierung des Verhaltens eines Leistungsverstärkers

Das zweite Verfahren zur Extraktion von Verhaltensmodellen, das in diesem Artikel vorge-

stellt wird, ist das Erstellen eines TDNN. Es handelt sich dabei um eine gute Methode zur Verhaltensmodellierung eines RF-Geräts, das breitbandige, modulierte Signale verwendet. TDNN setzen intelligente Signalverarbeitung ein, um jedes Beispiel eines IQ-Ausgangs als nichtlineare Kombination des vorhandenen sowie vorhergehenden IQ-Eingangs rechtzeitig darzustellen. Durch Anwenden dieses Mechanismus ist ein TDNN in der Lage, das Speicherverhalten eines RF-Leistungsverstärkers inhärent darzustellen.

Das Verwenden eines TDNN, um aktive RF-Geräte zu modellieren, setzt voraus, dass das TDNN mithilfe einer Reihe von IQ-Ein- und -Ausgangsmustern „trainiert“ wird. In der Regel wird die Fähigkeit des TDNN, das Verhalten des RF-Geräts zu prognostizieren, stark davon beeinflusst, wie sehr sich die Eigenschaften der Trainingssignale mit denen der modellierten Signale decken. Demzufolge ist der erste Schritt bei der Extraktion eines TDNN-Modells der Antrieb eines aktiven RF-Geräts mit einem modulierten Signal sowie das Erfassen der IQ-Ausgangsmuster mit einem RF-Vektorsignalanalysator. Der IQ-Signalverlauf zum Gerät wie auch die IQ-Ausgänge können zum „Trainieren“ des TDNN eingesetzt werden.

Wie in Bild 3 dargestellt, ist eine Methode zum Erschaffen eines hochgenauen TDNN-Modells das Erfassen von IQ-Mustern bei zahlreichen Leistungspegeln. Das Bild zeigt das Profil „Leistung versus Zeit“ des Ausgangs eines Leistungsverstärkers. In diesem speziellen

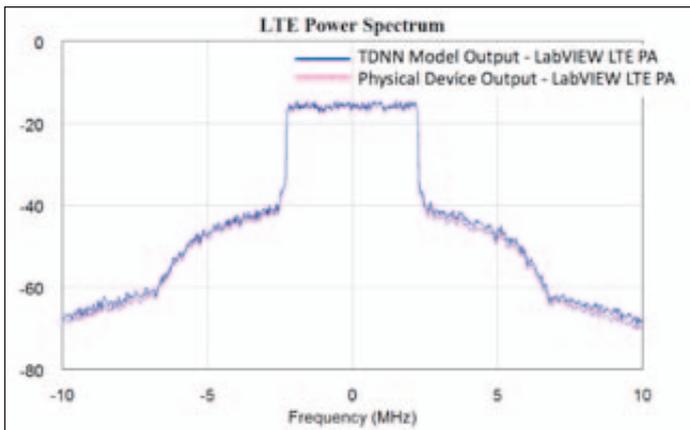


Bild 6: Spektrumprofil eines TDNN-Modells im Gegensatz zur Leistung eines Geräts.

Fall ist das Eingangssignal des Leistungsverstärkers ein modulierte Signal, das über mehrere Leistungspegelschritte einsteigt. Diese Methode erlaubt es Entwicklern, das Verhalten eines Geräts bei einer Vielzahl an Leistungspegeln zu erfassen und ermöglicht es ihnen so, ein genaueres TDNN-Modell zu erstellen.

Um ein Verhaltensmodell eines TDNN zu erstellen, können erfasste IQ-Muster (gemeinsam mit dem ursprünglichen Eingangssignalverlauf) in den Erstellungsassistenten eines TDNN-Modells eingepflegt werden, der sich in der Simulationssoftwareumgebung befindet. Die Software VSS von AWR beispielsweise beinhaltet einen Assistenten, der abgetastete IQ-Daten zum „Trainieren“ und Überprüfen des TDNN einsetzt. Der Wizard erstellt ein TDNN-Modellelement (siehe Bild 4), das in zukünftigen Systemsimulationen verwendet werden kann.

Prüfung der Modellgenauigkeit

Sobald ein Modell extrahiert wurde und in der Simulationsumgebung verfügbar ist, besteht der letzte Schritt im Validieren der Fähigkeit des Modells, die Leistung des tatsächlichen Geräts zu prognostizieren. Eine einfache Möglichkeit, ein Modell zu validieren, ist das Vergleichen seiner Leistung mit dem eigentlichen Gerät für Messungen der Modulationsqualität

wie EVM, und Spektrumsmessungen wie der Nachbarkanalleistung (ACPR). Außerdem ist es für Modelle, die nicht mithilfe von AM-AM-/AM-PM-Messungen (z. B. TDNN) konstruiert wurden, nützlich, das AM-AM/AM-PM des Modells mit dem eigentlichen Gerät zu vergleichen.

Vergleicht man die EVM- und ACPR-Resultate des Modells mit denen des eigentlichen RF-Geräts, muss sichergestellt werden, dass die Signalmessungen zum Antrieb jedes RF-Geräts (dem eigentlichen oder modellierten) identisch sind. Des Weiteren ist es hinsichtlich der Messungen von großer Wichtigkeit, zu gewährleisten, dass identische Messalgorithmen zum Berechnen von EVM und ACPR verwendet werden. Die Gefahr von Differenzen in der Messalgorithmen-Implementierung wird somit ausgeschlossen.

Das Systemdiagramm in Bild 5 zeigt eine Möglichkeit, wie die Einheitlichkeit von Algorithmen gewährleistet werden kann, indem Messroutinen innerhalb der VSS-Umgebung von AWR verwendet werden, die auf LabVIEW von National Instruments basieren. In diesem Fall können die LabVIEW Generation and Analysis Toolkits für WLAN-Standards eingesetzt werden, beispielsweise WCDMA, LTE oder 802.11. Wie in der Abbildung zu sehen, kann LabVIEW-Code direkt innerhalb des VSS-Systemdiagramms verwendet

werden, um Messungen auf Simulationsmodellen durchzuführen.

Kommen die eben beschriebenen Methoden zum Einsatz, ist es leicht, die Fähigkeiten des Modells zu bewerten, um das RF-Verhalten durch Vergleichen der Leistung des Modells mit der des tatsächlichen Geräts zu prognostizieren. Bild 6 zeigt das Spektrumsprofil eines LTE-Signals, das durch ein TDNN-Modell erstellt wird. Es ist unverkennbar, dass das Spektrumsprofil des Modells fast deckungsgleich mit dem tatsächlichen Signalausgang ist. Dies zeigt – wie das spektrale erneute Wachstum beweist –, dass das Modell in der Lage ist, die Leistung des Verstärkers in einem nichtlinearen Bereich zuverlässig zu prognostizieren.

Zu guter Letzt wird in Bild 7 die AM-AM-Leistung des TDNN-Modells mit dem Verhalten des gemessenen Verstärkers selbst verglichen. Die „modellierten“ AM-AM-Messungen werden erstellt, indem ein virtueller Netzwerkanalysator in der Simulationsumgebung eingesetzt wird. Die Abbildung zeigt, dass das TDNN-Modell in der Lage ist, die entsprechende Verstärkung und den passenden Kompressionspunkt des Geräts zu prognostizieren.

Fazit

Es gibt viele Möglichkeiten, ein RF-Gerätemodell für den

Gebrauch in der Simulationsumgebung eines Kommunikationssystems herzustellen, jedoch ist die Modelleextraktion mittels Mess- und Prüfgeräten ein nützlicher und präziser Weg, um Gerätemodelle zu erstellen, mit denen die Systemleistung prognostiziert werden kann. Für Systeme, in denen schmalbandige Signale zum Einsatz kommen, reichen einfache Verfahren wie AM-AM-/AM-PM-Messungen häufig aus, um ein Simulationsmodell zu erstellen. Um Speichereffekte auf Breitbandsignalen zu erfassen, sind jedoch komplexere Methoden wie die TDNN-Modellierung geeigneter sowie genauer, um ein Gerätemodell zu bauen. Die Fähigkeit des Modells, die Leistung des tatsächlichen RF-Geräts zu prognostizieren, kann validiert werden, indem eine Hardware-/Softwarelösung, beispielsweise die LabVIEW-basierten Messroutinen von NI innerhalb der VSS-Umgebung von AWR, verwendet wird.

Ob nun das einfache AM-AM-/AM-PM-Verfahren oder das TDNN-Verfahren zum Einsatz kommt, dieser Artikel zeigt, dass Modelle, die mit Messtechnik extrahiert werden, häufig fähig sind, sehr effizient und präzise die Leistung des RF-Geräts selbst zu prognostizieren. Somit wird Entwicklungszeit eingespart und demzufolge werden Kommunikationsprodukte mit einer höheren Leistung produziert. ◀

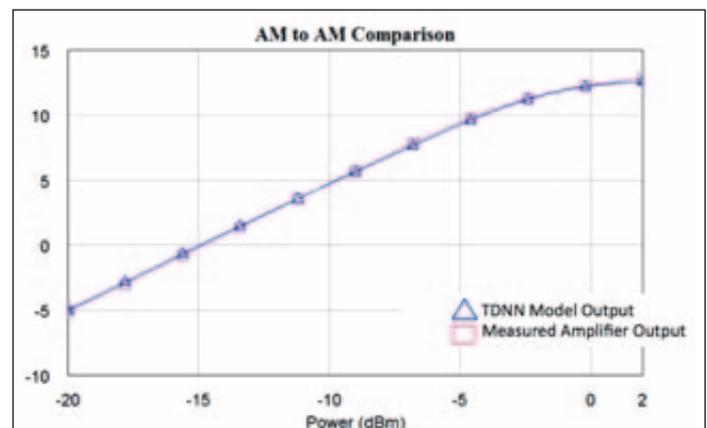
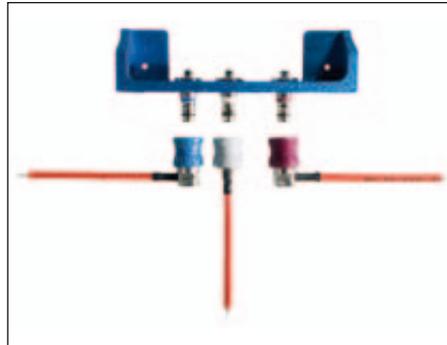


Bild 7: Die AM-AM-Antwort des TDNN-Modells entspricht nahezu exakt der Leistung des tatsächlichen Geräts.

Wasserdichte Schnellraststeckverbinder und Steckverbinder für hohe HF-Leistungsübertragung



Der neue wasserdichte Schnellraststeckverbinder

Der von IMS Connector Systems neu entwickelte, wasserdichte Schnellraststeckverbinder basiert auf der am Markt bewährten IMS CS Steckverbinder-Serie QLS Advanced. Beim Einsatz in Außenbereichen bietet dieses Steckverbindersystem einen hervorragenden Schutz vor Witterungseinflüssen und ein sehr gutes HF-Verhalten bis zu 18 GHz. Verschiedene Farbkodierungen auf Stecker- und Buchsenseite unterstützen die Anwendung von nebeneinanderliegenden Mehrfachschnittstellen. Mit einer Baugröße von nur 11 mm Außendurchmesser in gestecktem Zustand ist dieses Stecksystem selbst bei kleinen Gerätebaugrößen ideal für Innen- und Außenanwendungen. Die hohe Packungsdichte, einfache Montage und die hohen Kontaktkräfte erfüllen selbst höchste Ansprüche.

Technische Eigenschaften

- IP67 Wasserdichtigkeit gem. IEC 60529 in gestecktem Zustand
- Frequenzbereich: DC – 18 GHz
- Rückflussdämpfung: DC – 3 GHz ≥ 32 dB
- Steckzyklen: ≥ 100
- Betriebstemperaturbereich: -40 °C + 85 °C

Anwendungen

- Ideal für den Einsatz in Basisstationen
- Einsetzbar bei Anwendungen mit hoher Luftfeuchtigkeit, wie z.B. luftgekühlten Schaltschränken für den Innenbereich
- Optimal für mastmontierte „Radio Units“ oder entsprechenden Außenanwendungen mit kleinem Steckinterface
- Schutz von Steckverbindungen innerhalb der Außenantennen, im Falle von Kondenswasser- und Tropfwasserbildung

- Zuverlässige Verbindung bei „Small-Cell“ Antennen und Geräten wie Wi-Fi, W-LAN und WiMAX Anlagen
- Einsatz bei wasserempfindlichen industriellen HF-Anwendungen

Das Produktspektrum beinhaltet verschiedene Kabelvarianten wie RG316, RG402, RG 405. MES Electronic unterstützt seine Kunden auch bei der Erarbeitung individueller Lösungen.

P-SMP - Steckverbinding zur hohen HF-Leistungsübertragung

Diese von IMS Connector Systems entwickelte P-SMP Steckverbinding ermöglicht eine hervorragende Übertragung hoher HF-Dauerleistung von 200 W bei 2,2 GHz. Der geringe Abstand zweier Leiterplatten von 12,6 mm wird mit einem 3-Komponenten-Konzept - zwei Leiterplatten oder Gehäusesteckverbinder und einem Adapter (Bullet) - erreicht. Typischerweise wird eine Leiterplattenseite mit einem Rast-Verbinder-Typ (Limited Detent) und die Zweite mit einem Gleit-Verbinder-Typ (Smooth Bore) ausgestattet. Dieses kompakte und anwendungsorientierte Design erlaubt einen optimalen axialen und radialen Toleranzausgleich zwischen zwei Leiterplatten bei ähnlicher Baugröße wie die der SMA-Steckverbinder.



Eine hohe Zuverlässigkeit wird durch die robuste Konstruktion gewährleistet.

Die sehr gute HF-Anpassung dieser P-SMP Steckverbinding erlaubt den Einsatz von Anwendungen bis zu 10 GHz. Individuelle Leiterplattenabstände können durch die große Bandbreite an unterschiedlichen Bullet-Längen abgedeckt werden. Das Produktspektrum wird für Leiterplatten-Verbindungen verwendet und kann aber auch als Leiterplatten-Kabelverbindungen, z.B. bei Leistungsverstärker in Basisstationen eingesetzt werden.

IMS Connector Systems bietet ein breites Produktportfolio an geraden und gewinkelten Kabelsteckverbindern, Gehäuseverbindern, Leiterplattenverbindern in SMD und THR (Through Hole Reflow) Technologie, Bullets und Adapter.

Technische Eigenschaften

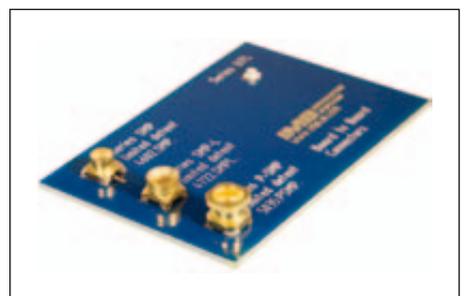
- Impedanz: 50 Ohm
- Frequenzbereich: DC – 10 GHz
- Rückflussdämpfung: ≥ 20 dB @ DC bis 3 GHz; ≥ 26 dB @ 3 bis 6 GHz
- Übertragbare HF-Leistung: bis zu 200 W @ 2,2 GHz
- Steckzyklen: ≥ 500 (Type: limited detent)
- Weitere Details stehen in den Produktdatenblättern zur Verfügung

Anwendung

- Geeignet zur hohen HF-Leistungsübertragung bis 200W @ 2,2GHz und minimalen Bauraumverhältnissen zwischen zwei Leiterplatten oder Leiterplatte und Kabelverbinding.
- Typische Anwendungen sind Leistungsverstärker in Basisstationen.

Zu beziehen über:

■ *MES Electronic Connect GmbH & Co KG*
info@mes-electronic.de
www.mes-electronic.de



Neue Clips für Schirmungen



Harwin hat sein Sortiment an oberflächenmontierbaren RFI/EMV-Schirmungsclips aus der bewährten Produktfamilie EZ-Boardware um vier Größen erweitert und ermöglicht so auch die Befestigung von äußerst kompakten und flachen Schirmungsgehäusen und Miniatur-Sammelschienen auf der Leiterplatte.

Die vielseitigen Clips werden im Blistergurt auf Rolle geliefert, sodass bei der automatischen Bestückung mit SMT-Standardwerkzeugen gearbeitet werden kann, was Kosten spart und die Qualität erhöht. Die Schirmung wird dann einfach während der

Endmontage entweder per Hand oder Automat aufgesteckt – die Schirmungsgehäuse können ebenso einfach wieder abgezogen werden, was besonders bei Nach- oder Wartungsarbeiten sehr praktisch ist.

Das erweiterte Angebot der konstruktiv robusten Halteklammern für Schirmungsgehäuse aus der EZ-BoardWare-Familie besteht jetzt aus sieben verschiedenen Größen und kann Wanddicken von 0,13 bis 1 mm aufnehmen. Die Mindesthöhe der Schirmungsgehäuse kann winzige 0,8 mm betragen.

Die Vierpunkt-Haltesicherung der EZ-BoardWare-Clips bie-

Neue Schnellsteckklammern

Die Serie ETBM 3 von ECE (Vertrieb: Telcona GmbH) wurde entwickelt, um die Verdrahtung von Telekommunikationsgeräten, Steuergeräten, POS-Terminals etc. noch einfacher, zuverlässiger und schneller zu gestalten. Die Blocks sind bei einem Pinabstand von 3,5 mm mit bis zu 20 Polen anreihbar und somit sehr Platz sparend. Sie nehmen Drähte mit einer Dicke von 26 bis 16 AEWG auf. Der maximale Strom pro Kontakt beträgt 5 A, die maximale Spannung 300 V AC. Durch die verschiedenen Farben kann eine sehr einfache



wand- oder deckelartige Ausführungen. Die Kontakte sind aus Messing verzinkt hergestellt. Für das Gehäuse wird feuerhemmender UL-94V-0-Grad-Kunststoff verwendet. Die Isolationsspannung liegt bei min. 2.000 V AC.

■ *Telcona GmbH*
info@telcona.com
www.telcona.com

tet nicht nur ausgezeichnete Stoß- und Vibrationsfestigkeit, sondern auch einen exzellenten elektrischen Kontakt. Durch die automatische Bestückung der Clips werden einzelne nachträgliche Löt- und Entlötarbeiten überflüssig, was das Beschädigungsrisiko für die Leiterplatten erheblich senkt.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die hier aufgesteckte Schirmung aus einer zur Leiterplatte hin offenen Box mit fünf Seiten besteht, was kostengünstiger ist als einzelne

wand- oder deckelartige Ausführungen.

■ *Harwin Europe*
www.harwin.com

Kundenspezifische Lüfter



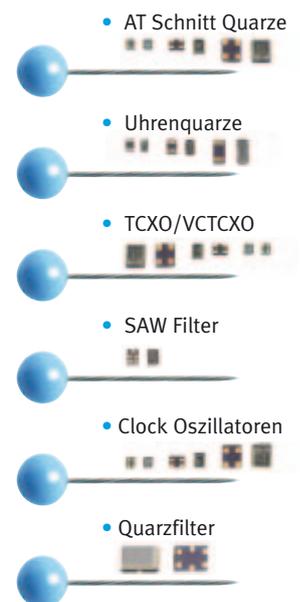
Telemeter Electronic bietet nicht nur herkömmliche Lüfter, sondern auch speziell auf Kundenbedürfnisse abgestimmte Produkte. Diese werden so konfektioniert, dass sie optimal auf die jeweilige Einbausituation vorbereitet und direkt einsetzbar sind. Das spart Zeit

und vor allem Kosten. Die Lüfter können beispielsweise mit einem externen Termistor ausgestattet werden. Damit lässt sich die Temperatur vom Anwender direkt dort überwachen, wo diese entsteht. Außerdem sind extrem energiesparende Lüfter verfügbar, wiederum andere sind mit 16 dB (A) sehr leise. Bei einer schraubenlosen Lüftermontage kann sogar im Vergleich zu einer kontinuierlichen Befestigung eine Geräuschredu-

zierung von bis zu 9 dB (A) erreicht werden. Ebenso sind sie viel vibrationsärmer und besitzen eine hohe Lebensdauer. Spezielle Kabellängen mit Aderendhülsen oder mit Steckern (JST, Molex, AMP usw.) sind für Telemeter Electronic einfach zu realisieren. Zusätzlich können die Litzen mit einem Schutzschlauch versehen werden, oder die Stecker können direkt im Lüftergehäuse integriert werden. Auch eine individuelle Kabelbeschriftung ist möglich.

■ *Telemeter Electronic GmbH*
www.telemeter.info

Ein rundes Programm



www.telcona.de
info@telcona.de

TELCONA
 BEST IN ELECTRONIC COMPONENTS

Einfluss von Oszillatoren mit extrem niedrigem Phasenrauschen auf die Systemleistung



Für einen Elektroingenieur wäre die ideale Welt eine Welt ohne Rauschen. Was aber ist Rauschen? Was versteht man unter elektrischem Rauschen? Oder – näher am Thema dieser Abhandlung: Was ist Phasenrauschen? Als Techniker wissen wir intuitiv, dass ein niedriger Rauschpegel in einem System besser ist als ein hoher.

*Autoren:
Christian Dunger, Produktmarketing FCP
bei WDI
Ramon M. Cerda, Technischer Direktor
bei Crystek Corporation, USA*

Wir müssen allerdings dieses Rauschen irgendwie quantitativ in Einheiten und Begriffen erfassen, die für uns alle akzeptabel sind – und das werden wir tun. Wir werden auch den Unterschied hinsichtlich der Phasenrauschleistung von Massenprodukten gegenüber preisgünstigen Hochleistungs-Quarzoszillatoren untersuchen. Um ein System zu entwickeln, ist es notwendig, Kosten und Nutzen verschiedener Oszillatoren gegeneinander abzuwägen. Oft unterscheiden sich zwei Wettbewerbssysteme stark in ihrer Leistung, NICHT aber im Preis. Die Phasenrauscheigenschaften eines Oszillators dominieren die gesamte Systemleistung, und Mehrkosten von wenigen Euro für den Oszillator können ein mittelmäßiges System in ein herausragendes verwandeln.

Allerdings kann ein Ingenieur die Leistungsdaten des Oszillators auch leicht zu hoch ansetzen, und deshalb ist es entscheidend,

genau zu verstehen, wie Phasenrauschen (oder Jitter) des Oszillators die Systemleistung einschränkt. Ein Tutorial über Phasenrauschen und Jitter soll helfen, dieses Verständnis zu entwickeln.

Phasenrauschen und Jitter bei Oszillatoren – Tutorial

Unter Phasenrauschen in einem Oszillator versteht man die schnellen, regellosen Schwankungen der Phasenkomponente des Ausgangssignals. Für dieses Signal gilt folgende Gleichung:

$$U(t) = A_0 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot t + \Delta\phi(t))$$

Gleichung 1

Wobei:

A_0 = nominale Spitzenspannung

f_0 = nominale Grundfrequenz

t = Zeit

$\Delta\phi(t)$ = Zufallsabweichung der Phase vom Nominalwert – das „Phasenrauschen“

$\Delta\phi(t)$ (siehe oben) stellt das Phasenrauschen dar, aber A_0 bestimmt den Signal/Rausch-Abstand (Signal to Noise Ratio, SNR). Dies wird in Bild 1 veranschaulicht.

Das Grundrauschen

Rauschsignale sind stochastisch und im weiteren Sinne kann man unter Rauschen jedes unerwünschte Signal verstehen, das das Hauptsignal, das verarbeitet oder generiert werden soll, stört. Es kann alle physikalischen Parameter, wie Spannung, Strom, Phase, Frequenz (oder Zeit) usw. stören. Das Ziel ist daher eine Maximierung des Signals und eine Minimierung des Rauschens, um einen hohen Signal/Rausch-Abstand (SNR) zu erreichen.

Die Rauschstärke wird quantitativ dargestellt als:

$$P_N = k \cdot T \cdot \Delta f = k \cdot T \cdot B$$

Gleichung 2

Wobei:

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

T = absolute Temperatur in Kelvin

$\Delta f = B$ ist die Bandbreite, in der die Messung erfolgt, angegeben in Hertz

Liegt kein Signal vor, besteht thermisches Grundrauschen. Dieses Grundrauschen kann in verschiedenen Einheiten dargestellt werden: Watt, V_2/Hz , V/\sqrt{Hz} , dBm/Hz, um nur einige zu nennen. Für Oszillatoren empfiehlt es sich, dBm/Hz zu verwenden, um die Rauschdichte zu definieren.

Vor der Bestimmung von dBm/Hz muss zunächst dBm bestimmt werden. dBm bezieht sich auf Dezibel über 1 Milliwatt in einem 50-Ohm-System.

Daraus folgt also: 1 Milliwatt entspricht 0 dBm. Aus Gleichung 2 erhalten wir die Stärke des thermischen Rauschens, und durch Einsetzen der Werte für k und T (290 K) ergibt sich:

$$P_N = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 \cdot B = 4 \cdot 10^{-23} \cdot B$$

Gleichung 3

Dabei ist B die Bandbreite, die von Interesse ist und für die wir im Folgenden 1 Hz verwenden, um das Ergebnis zu normieren. Mit dem Wissen, dass 1 dbm = $10 \times \log(P_N/1 \text{ mW})$ ist und unter Verwendung des vorstehenden Ergebnisses erhalten wir:

$$P_N/dBm = 10 \cdot \log[(4 \cdot 10^{-21}/1 \cdot 10^{-3}) \cdot B] = 10 \cdot \log(-17,4) + \log(B) = -17,4 + \log(B)$$

Gleichung 4

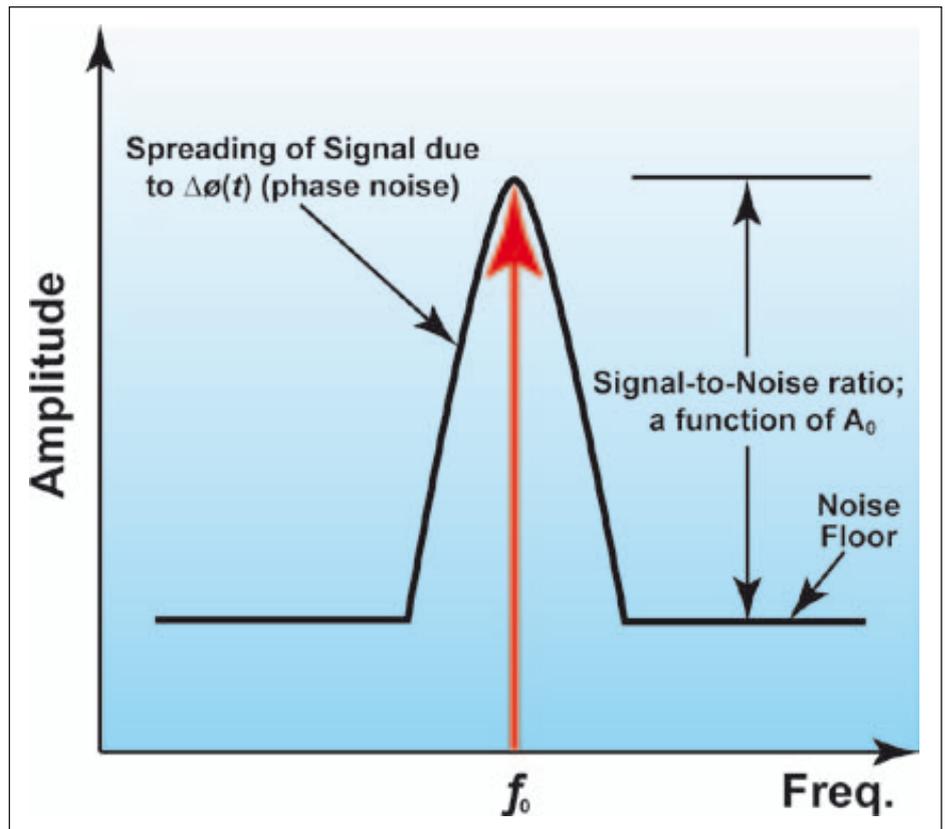


Bild 1: Signal/Rausch-Abstand (SNR)

Bei Festlegung der Bandbreite B auf 1 Hz erhalten wir das Endergebnis in dBm/Hz, und da $\log(1)$ Null ist, ergibt sich ein Wert von -174 dBm/Hz. Dies ist die Leistungsdichte für thermisches Rauschen eines 1Ω-Widerstands bei 290 °K, gemessen bei einer Bandbreite von 1 Hz. Wenn ein Oszillator eine Ausgangsleistung von 1 mW oder 0 dBm hat, gilt:

$$-174 \text{ dBm/Hz} = -174 \text{ dBc/Hz}$$

Dabei bedeutet dBc Dezibel im Verhältnis zum Trägerpegel (Carrier). Dieses Ergebnis besagt, dass der beste für das Grundrauschen eines 0-dBm-Oszillators erzielbare Wert -174 dBc/Hz bei 290 °K beträgt.

Allgemein kann dBm mit Hilfe der folgenden Gleichung in dBm/Hz umgerechnet werden:

$$P_N/dBm /Hz = P_N/dBm - 10 \cdot \log(B)$$

Gleichung 5

und dBm/Hz in dBm mit der Gleichung:

$$P_N/dBm = P_N/dBm /Hz + 10 \cdot \log(B)$$

Gleichung 6

Beispiel:

Welcher Rauschleistung in dBm/Hz entspricht -50 dBm bei einer Bandbreite von 1 kHz?

Lösung:

$$-50 \text{ dBm/Hz} - \{10 \times \log(1000)\} \text{ dBm/Hz} = -50 \text{ dBm/Hz} - \{10 \times 3\} \text{ dBm/Hz} = -80 \text{ dBm/Hz}$$

Rauscheigenschaften

Rauschen bei einem Träger kann in zwei Kategorien unterteilt werden, regellos oder deterministisch. Regelloses „weißes“ Rauschen erhöht die Bandbreite des Trägers, während deterministisches Rauschen Seitenbänder auf dem Träger ausbildet, wie aus Bild 2 ersichtlich ist.

Durch Addieren der deterministischen Komponente zu Gleichung 1 ergibt sich nun:

$$U(t) = A_0 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot t + \Delta\phi(t)) + m_d \cdot \sin(2\pi \cdot f_d \cdot t)$$

Gleichung 7

Wobei m_d die Amplitude des deterministischen Signals ist, die den Träger phasenmoduliert, und f_d die Frequenz des Steuersignals darstellt.

Rauschen hat eine unendliche Bandbreite. Deshalb gilt: je größer die Bandbreite des Messgeräts, mit der eine Trägerfrequenz mit Rauschen gemessen wird, desto höher das gemessene Rauschen.

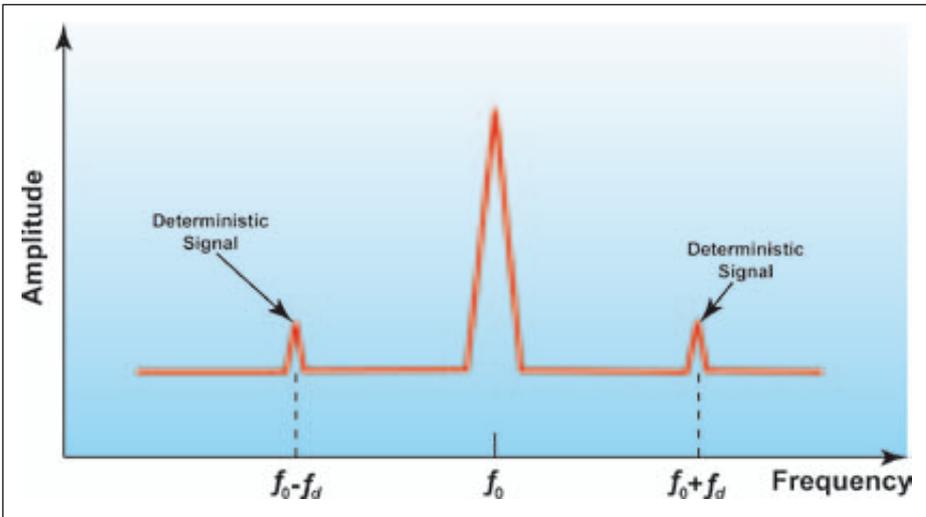


Bild 2: Deterministisches Rauschen bildet Seitenbänder auf dem Träger

Beispiel:

Bei Veränderung der Auflösungsbandbreite (die der physikalischen Bandbreite des IF-Kanals entspricht) auf einem Spektralanalyser ändert sich die Rauschstärke. Daher müssen wir für die Spezifizierung der Spektralreinheit eines Oszillators oder einer Signalquelle eine für alle akzeptable Messbandbreite festlegen.

Die Industrie hat eine Korrelationsbandbreite von 1 Hz für Phasenrauschmessungen festgesetzt, die als normierte Frequenz bezeichnet wird. Es gibt wenige Spektralanalysen mit einer Auflösungsbandbreite BSA von 1 Hz. Ein derartiger Spektralanalyser ist sehr kostspielig. Tatsächlich wird das Messgerät umso teurer, je näher am Träger die Messung stattfinden soll. Ein Spektralanalyser gibt an, wie nahe am Träger die Messung erfolgen kann (bezeichnet als die niedrigste mögliche Auflösungsbandbreite). Oberhalb dieser Maximalfrequenz kann der Messwert mit folgender Gleichung auf 1 Hz normiert werden:

$$P_N/\text{dBm}/\text{Hz} = -P_N/\text{dBc} - 10 \cdot \log(B_{SA})$$

Gleichung 8

Beispiel: Gegeben sei ein Punkt, der bei einem Frequenz-Offset von 10 kHz vom Träger bei -40 dBc liegt. Zusätzlich wird die Auflösungsbandbreite des Messgeräts auf 1 kHz eingestellt. Wie hoch in dBc/Hz ist das Phasenrauschen an diesem Punkt?

Antwort aus Gleichung 8: -70 dBc

Daher beträgt das Phasenrauschen bzw. $L\{10 \text{ kHz}\}$ an diesem Punkt -70 dBc/Hz bei einem Frequenzoffset von 10 kHz.

Da das Rauschspektrum eines Signals um die Trägerfrequenz herum symmetrisch ist, genügt es, eine Seite zu spezifizieren. Dieses

einseitige Spektrum wird als „Single Side Band (SSB)“-Spektrum bezeichnet. Daher kann die Spektralreinheit eines Signals durch das entsprechende SSB-Phasenrauschdiagramm vollständig quantitativ dargestellt werden, wie aus Bild 3 ersichtlich ist.

Diesem SSB-Diagramm wurde das Script $L\{f\}$ zugewiesen, und es ist definiert als die Hälfte der Summe beider Seitenbänder. $L\{f\}$ wird in Dezibeleinheiten unter dem Träger pro Hertz (dBc/Hz) gemessen und definiert sich aus

$$L\{f\} = 10 \cdot \log[(P_{sb}(f_0 + \Delta f, 1\text{Hz})) / P_c]$$

Gleichung 9

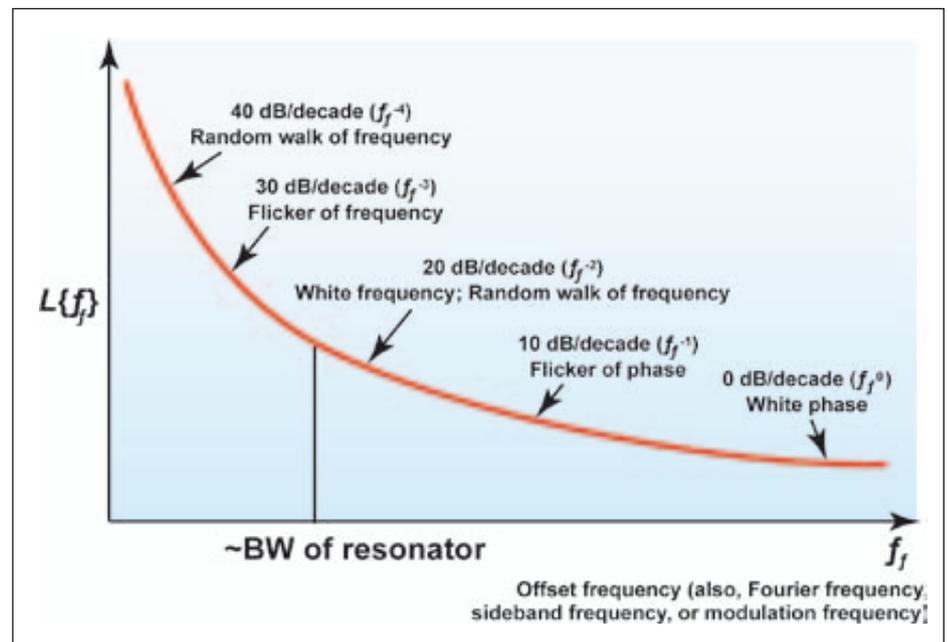


Bild 3: Typisches SSB-Phasenrauschen eines Quarzoszillators vs. Offset vom Träger

Dabei steht PSB ($f_0 + \Delta f, 1 \text{ Hz}$) für die Signalstärke bei einem Frequenz-Offset von Δf zum Träger bei einer Messbandbreite von 1 Hz.

Nachstehend die drei am meisten verbreiteten Arten, Phasenrauschen zu definieren:

1. Der am häufigsten benutzte Begriff zur Beschreibung der charakteristischen Zufälligkeit der Frequenzstabilität.
2. Die kurzfristige Frequenzinstabilität eines Oszillators im Frequenzbereich.
3. Das Spitzenträgersignal des Rauschens bei einem bestimmten Abstand zum Träger, ausgedrückt in dB unterhalb des Trägers bei einer Bandbreite von 1 Hz (dBc/Hz).

Jitter

Bisher drehte sich die Diskussion um das Rauschen innerhalb des Frequenzbereichs. Die Rauschleistung eines Oszillators im Bereich Zeit nennt man Jitter. Dabei ist zu beachten, dass die Eigenschaften Phasenrauschen und Jitter eines rauschenden Oszillators miteinander in Verbindung stehen; generell gilt: je höher das Phasenrauschen im Oszillator, umso größer auch der Jitter.

Jitter ist eine Abweichung im Nulldurchgang eines Signals oder eine Abweichung in der Periode des Signals. Jitter besteht – wie das Rauschen auch – aus zwei Hauptkomponenten, einer vorhersehbaren und einer zufälligen. Die vorhersehbare Komponente des Jitters wird als deterministischer Jitter bezeichnet. Die Zufallskomponente des Jitters wird als zufälliger Jitter bezeichnet. Zufälliger Jitter hat seine Ursache im

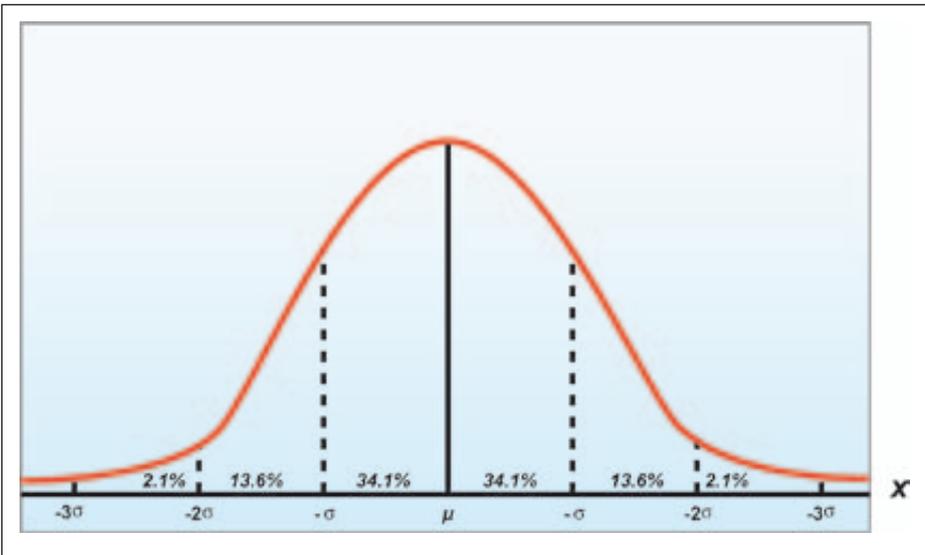


Bild 4: Gauß'sche Verteilung

Beispiele für deterministischen Jitter sind:

1. Periodischer (PJ) oder sinusförmiger Jitter – z.B. durch Stromdurchführung verursacht
2. Symbolübersprechen (inter symbol interference, ISI) – z.B. durch Kanaldispersion des Filters
3. Tastverhältnisverzerrung (duty cycle distortion, DCD) – z.B. durch asymmetrische Anstiegs- und Abfallzeiten
4. Unterschwingung(en) des Oszillators – z.B. durch „Straight-Multiplication-Design“ des Oszillators
5. Unkorrelierter periodischer Jitter – z.B. durch Übersprechen durch andere Signale
6. Korrelierter periodischer Jitter

Gesamtjitter (TJ)

Der Gesamtjitter (TJ) ist die Summe aller unabhängigen Jitterkomponenten.

$$\text{Gesamtjitter (TJ)} = \text{Zufälliger Jitter (RJ)} + \text{Deterministischer Jitter (DJ)}$$

Einfluss des Phasenrauschens/ Jitter auf das System

Phasenrauschen oder Jitter eines Oszillators hat einen direkten Einfluss auf die Systemleistung. In einem Hochfrequenz-Kommunikationssystem beeinflusst hohes Phasenrauschen die Kommunikationsdistanz, verursacht Störungen von Nachbaranlagen und die Bitfehlerrate steigt, um nur einige zu nennen. Für die heutigen hochentwickelten Hochgeschwindigkeits-A/D-Wandler kann ein sauberes Taktsignal in eine höhere „effektive Anzahl an Bits“ (effective number of bits, ENOB) umgewandelt werden. Die Genauigkeit eines A/D-Wandlers wird durch die Reinheit des verwendeten Taktgebers und dessen Signal/Rausch-Abstand (SNR) ermöglicht. Deshalb ist ein Taktgeber mit sehr

Erläuterung zu Bild 4

Bild 4 veranschaulicht die Gauß'sche Verteilung. Mathematisch stellt sich diese Funktion dar wie folgt:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Die Gauß'sche Verteilung hat folgende Eigenschaften:

- Gauß-Verteilung
- Mittelwert: μ
- Streuung: σ^2
- Standardabweichung: σ

Die Gauß'sche Verteilung wird gemeinhin auch als „Normalverteilung“ bezeichnet; man spricht oft von einer „glockenförmigen Kurve“. Es ist zu beachten, dass innerhalb $\pm 1\sigma$ der Gauß-Verteilungskurve 68,2 % der zufälligen Ereignisse auftreten und dass 99,6 % innerhalb von $\pm 3\sigma$ auftreten.

Warum weist Jitter die Kennlinie einer Gauß'schen Verteilungsfunktion auf?

Die Antwort darauf ist folgende: Zufälliger Jitter ist das Ergebnis einer Anhäufung zufälliger Prozesse wie zum Beispiel thermisches Rauschen, Schrotrauschen, Flicker usw. All diese Geräuschquellen tragen zum Gesamtjitter bei, der am Ausgang eines Oszillators beobachtet wird. Der zentrale Grenzwertsatz sagt aus, dass die Summe vieler voneinander unabhängiger Zufallsereignisse (Funktionen) zu einer Gauß'schen Verteilung konvergiert, wie in Bild 5 dargestellt.

Deterministischer Jitter (DJ)

Deterministischer Jitter (DJ) hat eine nicht-Gauß'sche Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (probability density function, PDF) und ist gekennzeichnet durch seine begrenzte Spitze/Spitze-Amplitude. Deterministischer Jitter wird in Zeiteinheiten von Spitze zu Spitze ausgedrückt.

regellosen „weißen“ Phasenrauschen, während deterministischer Jitter vom deterministischen Rauschen kommt.

Zufälliger Jitter (Random Jitter RJ)

Zufälliger Jitter (random jitter, RJ) ist durch eine Gauß'sche Verteilung (Normalverteilung) gekennzeichnet und gilt als unbegrenzt. Daraus folgt, dass er im Allgemeinen die langfristige Gerätestabilität beeinflusst. Da es viel Zeit beansprucht, durch „Peak-to-Peak“-Messungen (Spitze/Spitze) statistisch aussagefähige Ergebnisse zu erzielen, wird zufälliger Jitter normalerweise als Effektivwert gemessen.

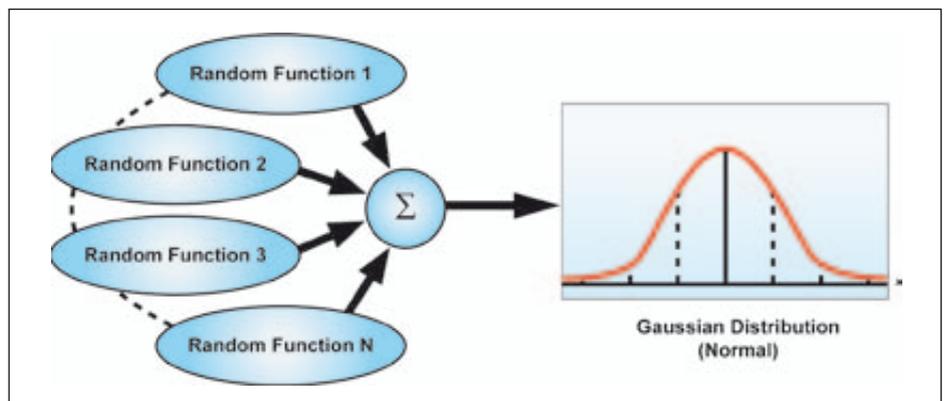


Bild 5: „Central Limit“-Theorie. Die Summe aller von einander unabhängigen Zufallsereignisse (Funktionen) konvergieren zu einer Gauß'schen Verteilung

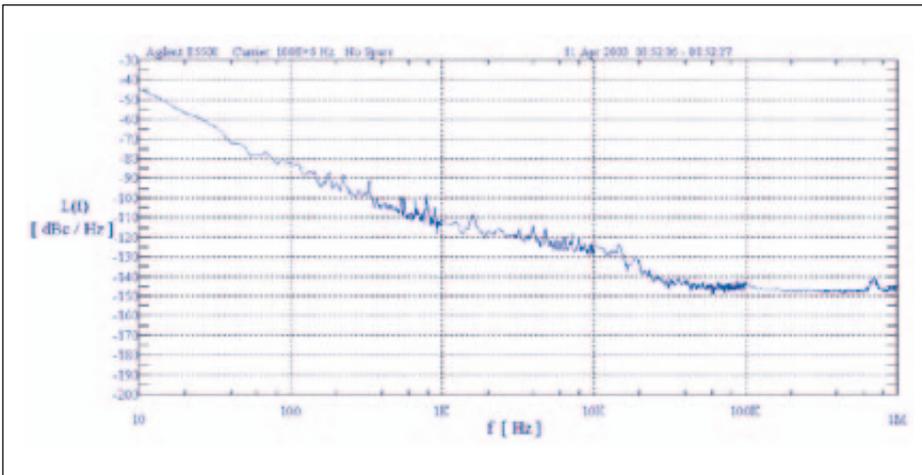


Bild 6: Typisches SSB-Phasenrauschen eines Quarzoszillators aus Massenproduktion

niedrigem Jitter erforderlich, um einen guten Signal/Rausch-Abstand (SNR) zu erhalten.

Bei A/D-Wandlern begrenzt der Jitter den Signal/Rausch-Abstand (SNR) nach der folgenden Gleichung:

$$\text{SNR/dB} = -20 \cdot \log(2\pi \cdot f_0 \cdot t_{j,\text{RMS}})$$

Gleichung 10

Wobei f_0 die jeweilige analoge Eingangsfrequenz ist, $t_{j,\text{RMS}}$ der Effektivwert des Jitters ist.

Wenn wir die Gleichung 10 nach dem Term „Jitter“ auflösen, erhalten wir:

$$t_{j,\text{RMS}} = 10^{-\text{SNR}/20} / 2\pi \cdot f_0$$

Gleichung 11

Beispiel:

Wird bei einem angenommenen Eingangssignal von 80 MHz ein Signal/Rausch-Abstand (SNR) von 75 dB benötigt, dann darf der Taktgeber höchstens einen Jitter von 470 Femtosekunden (fs) haben. Dies

zeigt, dass Jitter der einzige Faktor ist, der die Leistung des Datenwandlers begrenzt.

Wir werden nun die Phasendifferenz zweier Oszillatoren vergleichen, der eine ein Massenprodukt, der andere einer mit extrem niedrigem Phasenrauschen. Dass manche Oszillatoren die Bezeichnung „extrem niedriges Jitter“ tragen, könnte durchaus daran liegen, dass Leistungsdaten beschönigt werden. Nach unserer Meinung ist nur bei einem Grundrauschen von -160 dBc/Hz bei 10 kHz, und niedriger als -130 dBc/Hz bei 1 kHz Offset, die Bezeichnung „Oszillator mit extrem niedrigem Phasenrauschen“ gerechtfertigt. Diese Art von Phasenrauschen wird von vielen OCXOs mit SC-Schnitt-Quarzen und Frequenzen unter 50 MHz mühelos erreicht. Heute kann man einen 5x7 mm-Oszillator aus Massenproduktion mit einer Stabilität von ±50ppm für weniger als \$ 0,80 kaufen. Welche Art von Phasenrauschen zeigt dieser typische Taktgeber aus Massenproduktion?

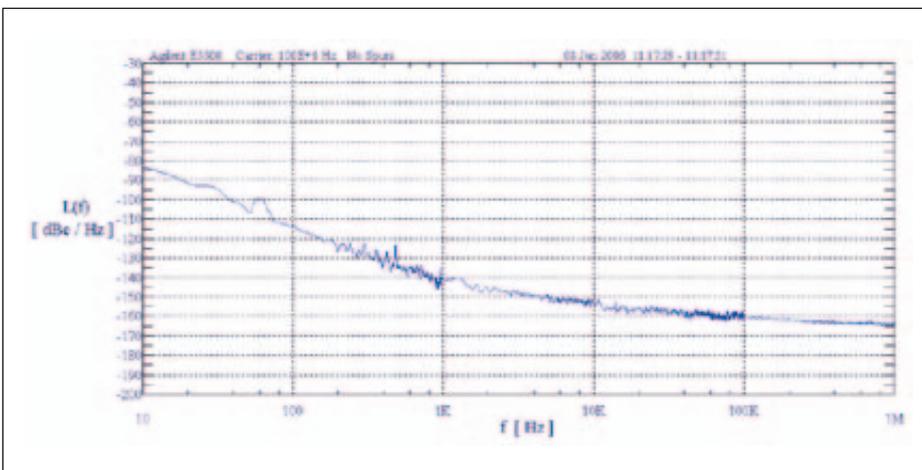


Bild 7: SSB-Phasenrauschen eines echten „ultra-low“-Jitter Quarzoszillators (CRYSTEK CCHD-950)

Die Oszillatoren der Crystek-Reihe CCHD-950 (Taktgeber) und CVHD-950 (VCXO) wurden als kostengünstige Oszillatoren und VCXOs mit niedrigem Jitter ausgelegt. Diese Oszillator-Familie verwendet diskrete Komponenten, um Jitter im „Subpicosekunden“-Bereich zu einem vernünftigen Preis zu realisieren. Bild 6 und 7 stellen tatsächliche SSB-Phasenrauschdiagramme eines Taktgebers aus Massenproduktion und dem CCHD-950 bei 100 MHz dar. Es ist zu beachten, dass es beim Vergleich von Jitter-Spektren unterschiedlicher Oszillatoren nicht ausreicht, lediglich den angegebenen Jitter von 1 ps (12 MHz bis 20 MHz) zu betrachten. Beide Oszillatoren auf den Bildern 6 und 7 erreichen dieses Spektrum, aber der CCHD-950 ist bezüglich Phasenrauschen und Breitband-Jitter dem Massenprodukt deutlich überlegen.

Oszillatortechnik, mit der extrem niedriges Phasenrauschen erreicht werden kann

Ein Oszillator aus Massenproduktion ist nicht mehr als ein ASIC und ein Quarzkristall-Rohling. In den meisten Fällen besitzt er nicht einmal einen inneren Bypass-Kondensator. Der Quarzrohling ist ein im AT-Schnitt hergestellter Streifen mit einem Q von etwa 25 K~45 K. Dieser niedrige Q-Wert begrenzt das sog. „Close-in-Phasenrauschen“. Der ASIC mit all seinen Transistoren begrenzt das Grundrauschen auf etwa -150 dBc/Hz. Andererseits nutzt ein „echter“ Oszillator mit extrem niedrigem Phasenrauschen eine diskrete Hochleistungs-Oszillator-Topologie mit einem Q von über 70 K und weist damit exzellentes „Close-in-Phasenrauschen“ auf. Die diskrete Oszillatortopologie stabilisiert das Signal-Rausch-Verhältnis, wodurch das Grundrauschen niedriger ist als -160 dBc/Hz. Daher wird herausragende Leistung mit Quarzen mit sehr hohem Q-Wert und einer guten, diskreten Topologie erzielt. Dieses niedrigere Phasenrauschen kostet einen Mehrpreis von etwa \$ 10,00. Allerdings ist dies in den meisten Fällen kein hoher Preis angesichts der Verbesserungen, die dadurch erreicht werden können.

Literaturhinweise

Brannon, Brad, „Sampled Systems and the Effects of Clock Phase Noise and Jitter“, Analog Devices App. Note AN-756

Poore, Rick, „Phase Noise and Jitter“, Agilent EEs of EDA, May 2001

Vig, John R. „Quartz Crystal Resonators and Oscillators“

SMT-Hochpassfilter



Das Hochpassfilter RHP-700+ von Mini Circuits in 50-Ohm-Technik ist ein SMD mit den Maßen 0,35 x 0,35 x 0,15 Zoll. Der Nennbereich ist 700 MHz bis 3 GHz. Anwendungsbereiche sind beispielsweise die Mobilkommunikation und die Welt- raumforschung (Radioteleskopie).

Wichtige technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Eingangsleistung max. 500 mW
- Unterdrückung von DC bis 500 MHz min. 20 dB, typ. 30 dB
- Einfügedämpfung bei 1 GHz typ. 0,2 dB
- SWR im Stopband typ. 20
- SWR im Durchlassbereich typ. 1,5

Feste Dämpfungsglieder mit hoher Genauigkeit



Die festen Dämpfungsglieder der RCAT-Serie von Mini-Circuits sind für 50 Ohm Systemimpedanz und Leistungen bis 2 W ausgelegt. Ihre Einsatzbandbreite reicht bis 20 GHz. Das keramische Gehäuse vom Typ LTCC misst lediglich 2,25 x 2,25 x 1,1 mm².

Hohe Präzision und Beständigkeit zeichnen die kleinen monolithischen Attenuatoren aus. Dazu trägt ein patentierter Fertigungsprozess bei. Eine Kupferbeschichtung hält den Wärmewiderstand sehr gering.

Anwendungsmöglichkeiten finden sich in den Bereichen Cellular Radio, PCS, Radar, Wehrtechnik und Laborbetrieb.

Diese Bauelemente werden vielfach getestet, z.B. auf Eigenresonanzen, thermisches Schockverhalten, Vibration, Beschleunigung oder mechanischen Schock. Beispielsweise der Attenuator RCAT-15+ verträgt bis zu 1,6 W Eingangsleistung. Er weist ein sehr flaches Frequenzverhalten von DC bis 20 GHz auf. Er kann bleifrei gelötet werden.

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +125 °C
- Lagertemperaturbereich -65 bis +150 °C

- minimale Dämpfung bei 1 (10, 20 GHz): 14,6 (15,4, 18) dB
- maximale Dämpfung bei 1 (10, 20 GHz): 15,6 (16,6, 20) dB
- Return Loss bei 1 (10, 20 GHz): 30 (19,9, 14,6) dB
- SWR in 2,15 (1,91, 1,65, 1,48, 1,27) bei 50 (500, 1.000, 2.000, 3.000 MHz)
- SWR out 1,27 (1,1, 1,47, 2,36, 1,8) bei 50 (500, 1.000, 2.000, 3.000 MHz)
- Stromaufnahme an 5 V typ. 95 mA, max. 120 mA

Bidirektionaler Richtkoppler für 250 W



Bei dem Richtkoppler SGBDC20-33HP+ von Mini-Circuits handelt es sich um eine 50-Ohm-SMT-Baugruppe mit nominell 20 dB Koppelfaktor. Der zweiseitige Kopppler ist in einem Frequenzbereich von 300 MHz bis 3 GHz einsetzbar. Korrekt angepasst am Ausgang ist eine Durchgangsleistung bis 250 W möglich, bei offenem oder kurzgeschlossenem Ausgang deutlich weniger.

Der Richtkoppler weist trotz seiner zwei Mess-Ausgänge (Forward und Reverse) eine geringe Einfügedämpfung auf. Dazu trägt auch das SWR von nur typisch 1,1 bei.

Der Richtkoppler besitzt ein Gehäuse mit etwa 56 x 25 mm² Footprint. Anwendungen liegen in den Bereichen Radar, Wehrtechnik, Satellitentechnik und Labor.

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +100 °C (Gehäusetemperatur)
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Coupling 19,8...25,6 dB je nach Frequenz
- Coupling Flatness max. ±0,75 dB
- Directivity typ. 21...26 dB je nach Frequenz
- Return Loss typ. 32,2 (30,7, 23,6) dB bei 0,3...0,7 (0,7...2,7, 2...3) GHz

Koaxialer Slope Equalizer



Der 50-Ohm-Slope Equalizer ZWQ-3-222N+ von Mini Circuits ist für den Frequenzbereich 950 bis 2.150 MHz (L Band)

vorgesehen. Man kann ihn sich als Attenuator mit integriertem Filter vorstellen. Die Abweichung zwischen den Dämpfungen beträgt maximal 0,4 dB. Das Gehäuse ist mit koaxialen Anschlüssen versehen (N-M/F).

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Eingangsleistung max. 20 dBm
- Einfügedämpfung max. 5,9 (3,3, 1,7) dB bei 950 (1.500, 2.150) MHz
- SWR in/out typ. 1,1, max. 1,6

Rauscharmer Verstärker



Der rauscharme Breitbandverstärker ZX60-P103LN+ von Mini Circuits hat ein typisches Rauschmaß von 0,5 dB bei 1 GHz. Dies wurde mit E-PHEMT-Technologie erreicht. Der Verstärker ist zwischen 50 MHz und 3 GHz einsetzbar. Geringes Rauschen und Breitbandigkeit schließen einen hohen Dynamikbereich bei relativ geringer DC-Leistungsaufnahme nicht aus. Für 1 GHz wird ein typischer IP3 von 29,9 dBm angegeben.

Das Gehäuse ist robust, schirmend und mit koaxialen Anschlüssen versehen. Es misst nur 0,75 x 0,75 Zoll. Der Eingang ist ESD-geschützt. Damit erschließen sich vielseitige Anwendungsmöglichkeiten für diesen Low-Noise- und auch Low-Cost-Verstärker in 50-Ohm-Technik, etwa als Frontend, in zellularen oder Bluetooth-Anwendungen und im Labor/Testbereich.

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Versorgungsspannung max. 5,5 V
- Eingangsleistung max. 21 dBm
- DC-Leistungsaufnahme 660 mW
- Verstärkung typ. 25,2 (20,3, 15,6, 10, 6,9) dB bei 50 (500, 1.000, 2.000, 3.000 MHz)
- Rauschmaß typ. 1,2 (0,4, 0,5, 0,6, 1) dB bei 50 (500, 1.000, 2.000, 3.000 MHz)
- SWR in 2,15 (1,91, 1,65, 1,48, 1,27) bei 50 (500, 1.000, 2.000, 3.000 MHz)
- SWR out 1,27 (1,1, 1,47, 2,36, 1,8) bei 50 (500, 1.000, 2.000, 3.000 MHz)
- Stromaufnahme an 5 V typ. 95 mA, max. 120 mA

■ Mini Circuits
www.minicircuits.com

Neue Serien von Ultra-Breitband-SMT-Induktivitäten



AVX präsentierte zwei neue Serien von Ultra-Breitband-Induktivitäten. Die neuen Induktivitäten der Serien GLM und GLN zeichnen sich aus durch extrem geringe Verluste und hervorragende Anpassung über mehrere Oktaven des Frequenzspektrums hinweg aus.

Diese SMT-Induktivitäten wurden speziell für Anwendungen entwickelt, die verlässliche und reproduzierbare Ultra-Breitband-Eigenschaften bis 40

GHz erfordern. Sie bieten maximale Impedanz bei kompakten Abmessungen und eignen sich ideal für z.B. Datenkommunikation, optische Empfängerbaugruppen, Transimpedanzverstärker und Messgeräte. Die Induktivitätsserien GLM und GLN sind in den Größen M und N verfügbar und für den Temperaturbereich von -55 bis $+125$ °C spezifiziert. Sie bieten mehrere entscheidende Vorteile, wie ebener Frequenzgang, hervorragende Einfügungs- und

Ultra-Oszillatoren mit verbesserten Eigenschaften



Zur Auswahl stehen Frequenzstabilitäten von 50 und 100 ppm über dem industriellen Temperaturbereich (-40 bis $+85$ °C) in einem Standard-SMD-Gehäuse mit der Größe von $5 \times 3,2$ mm².

Mit geringerem Phasenrauschen und Jitter ist die neue XpressO-Ultra-Serie für anspruchsvollste Anwendungen geeignet, beispielsweise im Bereich moderner Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungen. Die XpressO-Ultra-Serie weist verbesserte Jitter-Werte von nur typ. 250 fs im Vergleich zu typ. 750 fs (12 kHz bis 20 MHz) der XpressO-Standardserie auf. Die erste freigegebene Konfiguration der XpressO-Ultra-Serie ist mit einem Frequenzbereich von 16 kHz bis 1,5 GHz und LVPECL-Ausgangssignal bei 3,3 V erhältlich.

Lieferzeiten innerhalb weniger Tage für Muster und von zehn Tagen für Serienmengen ermöglichen Entwicklern schnellere Produktentwicklungen. XpressO-Ultra-Oszillatoren eignen sich optimal für Gigabit-Ethernet-Anwendungen mit hohen Anforderungen, wie 40-GbE- und 100-GbE-WAN/LAN, 16-Gb- und 32-Gb-Fibre Channel, 6-Gb/s- und 12-Gb/s-SAS/SATA-Speicher sowie optischen Transportnetz-Anwendungen.

■ **WDI AG**
info@wdia.ag
www.wdia.ag

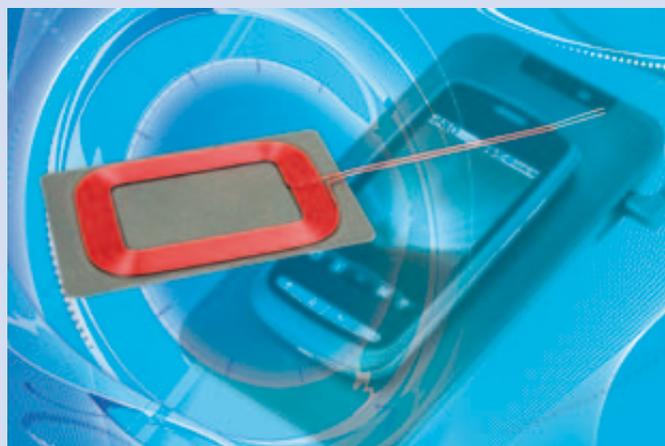
Rückflussdämpfung, robuster Eisenpulverkern und bleifreie, RoHS-konforme Anschlüsse.

■ **AVX Corporation**
info@avx.com
www.avx.com

Drahtlos-7-V-Akkulader-Empfängerspule

Die neue WPC-konforme (Wireless Power Consortium) Drahtlos-Akkulader-Empfängerspule IWAS-4832EC-50 auf Eisenpulverbasis von Vishay ist für den Einsatz mit oder ohne Magnethalterung optimiert. Die robuste Empfängerspule zum Laden von 7-V-Akkus mobiler Geräte besitzt eine hochpermeable Ummantelung und ermöglicht Wirkungsgrade von über 75%. Sie ist ab sofort über den Distributor Rutronik erhältlich.

Der Eisenpulverkern mit hoher Sättigungsfeldstärke verhindert, dass die Funktion der Empfängerspule durch eine Permanentmagnet-Hal-



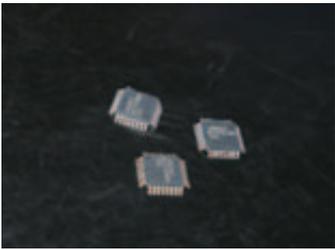
terung beeinträchtigt wird und dass empfindliche Bauteile oder Akkus durch parasitäre Magnetfelder gestört

oder beschädigt werden. Diese Eigenschaft ist besonders interessant für Wireless-Power-Basisstationen und -Emp-

fänger. Vishays neue Spule IWAS-4832EC-50 ist Ferritspulen überlegen, da sie erst bei einer Feldstärke von 4000 Gauss einen Sättigungsgrad (Induktivitätsverlust) von 50% erreicht. Das RoHS-konforme Bauteil hat eine Induktivität von $16,2 \mu\text{H} \pm 5\%$ bei 200 kHz, einen DCR von 366 mΩ bei $+25$ °C und eine Güte (Q) von mindestens 30 bei 200kHz. Die Zuleitungen haben eine Länge von 50 mm, davon sind 10 mm abisoliert und verzinkt.

■ **Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH**
www.rutronik.com

Freescale MC13150 Wireless IC



Die Tech-Inter GmbH kündigte die Verfügbarkeit des MC13150-Halbleiters an, ein Schmalband-FM-Coilless-Detector-IF-Subsystem für GSM und andere analoge Anwendungen.

Der heutige Hersteller ist Lansdale; der Halbleiter wurde vorher von Freescale Semiconductors entworfen und hergestellt. Er wird nun gemäß Lansdales Product-Life-Cycle-System produziert und ist damit übereinstimmend in „Form, Fit & Function“ des Originals.

Schmalband-Single-Conversion-FM-Empfänger

Die MC13150-Reihe beinhaltet Schmalband-Single-Conversion-FM-Empfänger mit sehr

niedrigem Energieverbrauch und eine getrennte Intermediate Frequenz (IF). Das IC kann verwendet werden für Single-Conversion oder als Backend, etwa in 900-MHz-Telefonen. Er enthält Mischer, Oszillator, Extended Range Received Signal Strength Indicator (RSSI), RSSI-Puffer, IF-Verstärker, IF-Limiter und einen einzigartigen Coilless-Quadraturdetektor. Dieser besitzt einen PLL-Oszillator auf die IF und Ausgänge für das Audiosignal und zum Einstellen des Oszillators.

Exzellente Hochfrequenzleistung

Exzellente Hochfrequenzleistung sichert Motorolas MOSAIC-1.5-RF-Bipolarprozess. Der MC13150 hat einen integrierten Colpitts-VCO. Der Doppelbalancemischer gewährleistet einen hervorragenden

IP3 und funktioniert bis über 200 MHz.

Der IF-Verstärker ist getrennt, damit die Anwendung von zwei Low-Cost-Cascaded-Filtern möglich ist. Als RSSI-Output erscheint die Summe von beiden IF-Sektionen. Der Quadraturdetektor ist ein einzigartiger Entwurf, welcher konventionelle einstellbare Quadraturspulen unnötig macht.

LQFP-32-Pin-Package

Der MC13150 in einem LQFP-32-Pin-Package ist entworfen für batteriebetriebene bzw. mobile Anwendungen, wie Systemen für das Tracking von Tieren, für die Überwachung von Babys, Sicherheitsgeräten, Daten-Links oder anderen Anwendungen.

■ Tech-Inter GmbH
www.tech-inter.de

© 2013 AWR Corporation. All rights reserved.



A National Instruments Company™

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

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

Finden Sie heraus, was AWR für Sie tun kann:

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

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

AWR
Germany

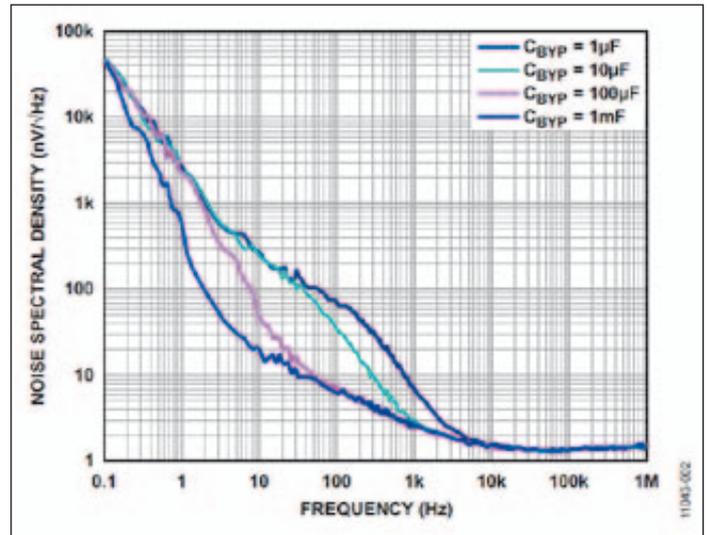
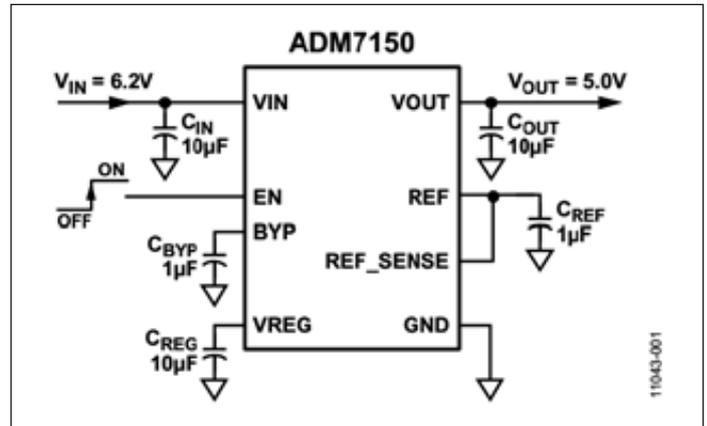
Olivier Pelhatre
olivier@awrcorp.com
+49 170 916 4110

Extrem rauscharme HF-LDOs reduzieren das Phasenrauschen in breitbandigen Kommunikationssystemen



Die LDOs bieten beste Voraussetzungen für die Versorgung von VCOs mit geringem Phasenrauschen und für die Speisung von Taktbausteinen mit niedrigem Jitter in Mikrowellensystemen. Analog Devices, Inc. gab die Einführung extrem rauscharmer Low-Dropout-Spannungsregler (LDOs) für Hochfrequenz-Signalverarbeitungs-Bausteine bekannt. Die Bausteine ADM7150/1 können mit Spannungen zwischen 4,5 V und 16 V betrieben werden, liefern einen Ausgangsstrom bis 800 mA und unterstützen Ausgangsspannungen von 1,5 bis 5,0 V. Zum stabilen Betrieb

benötigen sie am Ausgang einen keramischen 10- μ F-Kondensator. Die LDOs weisen am Ausgang eine spektrale Rauschdichte von 1,4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (von 10 kHz bis 1 MHz) auf. Dies bewirkt eine deutliche Verringerung des Phasenrauschens von VCOs in Mikrowellen-Richtfunkenanwendungen, Satellitenkommunikations-Systemen, Rüstungselektronik und anderen Breitband-Anwendungen. Für den Einsatz in präzisen analogen Front-End-Messsystemen kann ein vom Anwender einstellbarer CBYP darüber hinaus das niederfrequente 1/f-Rauschen deutlich absenken (8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ bei 100



Oben eine typische Applikation unten verschiedene Verläufe der Rauschdichte, je nach C_{BYP}

Hz). Abgesehen von ihrem geringen Rauschen überzeugen die Bausteine ADM7150/1 durch ihre Netz- und Lastausregelung von 0,01%/V bzw. 0,4%/A mit einem Keramik-Ausgangskondensator von 10 μ F. Ein weiteres Merkmal der neuen LDOs ist der hohe PSRR-Wert (Power-Supply Rejection Ratio), der von 1 kHz bis 100 kHz mehr als 90 dB beträgt und bei 1 MHz immer noch über 60 dB liegt. Dies sorgt für die effektive Ausfilterung der Restwelligkeit von Gleichspannungswandlern und spart überdies Platz, weil die normalerweise erforderlichen diskreten Filterbausteine mit minimalen Abmessungen gewählt werden können.

Der ADM7150 ist in einem 3x3 mm 8-pin-LFCSP Gehäuse sowie in 8-pin SOIC-Gehäusen lieferbar. Anwendungen ergeben sich in folgenden Bereichen (u.a.):

- Kommunikation und Infrastruktur
- Kabel-DAC-Treiber
- Mikrowellen-Links
- Rauschempfindliche Applikationen mit geregelter Betriebsspannung:
 - Mischer
 - PLL-Schaltungen
 - VCOs
 - PLLs mit integrierten VCOs

■ Analog Devices
www.analog.com/cic

Technische Daten des ADM7150

Eingangsspannung	4,5 bis 16 V
Ausgangsspannung	0,5 V max
Wählbare	
Ausgangsspannungen	1,8, 2,8, 3, 3,3, 4,5, 4,8, 5 V
Power Supply Rejection	
bei 400 mA	>90 dB von 1 kHz bis 100 kHz
	>60 dB bei 1 MHz
Drop out Voltage	0,6 V bei 5 V und 800 mA Last
Ruhestrom	4,3 mA ohne Last
Shtdown current	0,1 μ A
Spannungsgenauigkeit	$\pm 2\%$ bei Schwankungen von Netzspannung, Last und Temperatur

Test & Measurement

Noise System Verification using Passive Standards

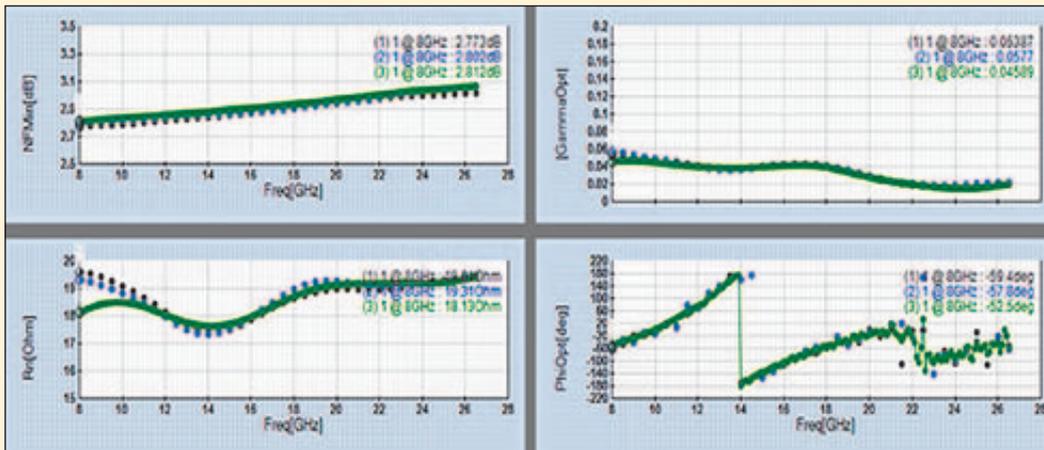


Figure 1: Noise parameter results of a passive 3-dB matched attenuator

Load-pull and Noise test sets are invaluable for characterizing amplifiers and oscillators, by allowing the load and source impedance to be varied to a device under test (DUT). These test sets must be calibrated, however, and whereas in load pull the so called “back-to-back” verification is an objective measure for accuracy, in the case of noise measurements there is no simple method for doing so; such a test will require a different calibration technique involving some form of “noise standard”. Known active noise standards are avalanche diodes (noise sources) that must be calibrated in specially equipped standard laboratories, such as the NIST in Boulder, Colorado. Passive-

noise standards are easier to manufacture, knowing that passive components, which are not comprising other than thermal noise sources, have a known noise figure and the available power they generate is just that: white thermal noise. Any attenuator or termination can be such a noise standard. In either case, for a device or component to serve as a noise standard, its electrical and physical properties must be precisely known so that its noise characteristics,

mainly the four noise parameters (F_{min} , R_n , $|G_{opt}|$, and Γ_{opt}), can be determined at a known and controlled temperature.

2. Results

Practical noise standards are those that users can produce themselves, from known materials and with known dimensions. Attenuators with different values, such as 3-dB, 6-dB and 9-dB, have been used as passive noise standards for tuner based

noise test sets. The theoretical and measured noise parameter results of a 3-dB attenuator are shown in Figure 1.

Multiple measurement samples were taken consecutively for each DUT to capture the repeatability of the noise system. As can be seen from the measured results, the maximum variation of NF_{min} , occurring at the highest frequency point of 26.5 GHz, is 0.16 dB or ± 0.08 dB. This variation is due to the uncertainty in reading noise power from the power detector of NFM. The variation of noise resistance is well within 2.5%. Both repeatability and accuracy of the G_{opt} are excellent in all cases. It should be pointed out that as these attenuators are well matched (return loss of 25 dB or higher), the G_{opt} points are concentrated in the center of Smith chart; it is very challenging to find the correct phase of G_{opt} . Despite this fact, the Focus Microwaves extraction math predicts accurately Γ_{opt} in all cases.

While passive matched noise standards are a useful test to

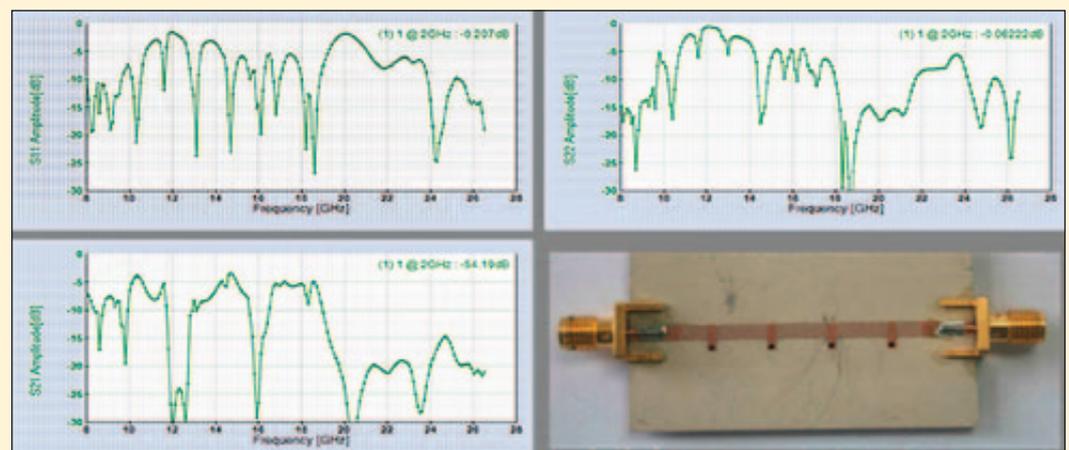


Figure 2: S-parameters of non-matched band-pass filter

Matthias Beer,
Hoang V. Nguyen,
Neven Misljenovic,
Bryan Hosein
Christos Tsironis
Focus Microwaves Inc.,
Canada
matthias@
focus-microwaves.com

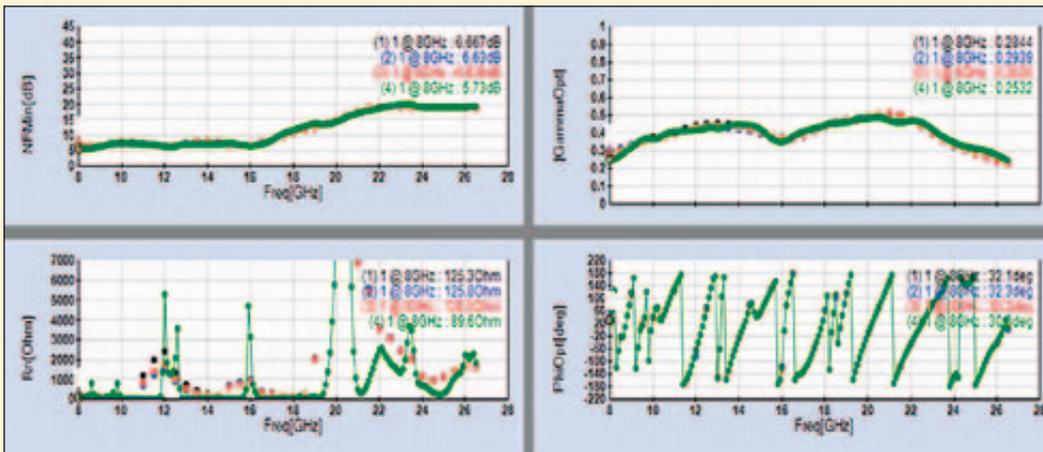


Figure 3: Noise parameter results of a passive non-matched band-pass filter

verify the system setup as well as the noise extraction algorithm, they might not always represent the reflection characteristic of many practical active devices such as field effect transistors (FETs) with a capacitive behavior at the input and output terminals. To mimic this behavior, a passive non-matched band-pass filter (s-parameters are shown in Figure 2) is used as passive standard to carry out the measurement; results are shown in Figure 3.

3. Conclusions

Noise standards provide an independent verification tool for noise system calibration and measurement accuracy. Noise parameters produced from passive standards are easily verifiable based on measurements and on mathematical calculations of noise parameters for passive device. Matched and non-matched passive standards are suitable to verify the repeatability and accuracy of a noise measurement system and constitute a standard tool to validate a system setup and gain confidence before performing more complex measurement routines on active devices.

ability and accuracy of a noise measurement system and constitute a standard tool to validate a system setup and gain confidence before performing more complex measurement routines on active devices.

References

[1] Hoang V. Nguyen, Neven Misljenovic, Bryan Hosein, and Christos Tsironis, "Noise System Verification using Noise Passive

Standards," 18th Journées Nationales Microondes, Paris, France, May 14-17, 2013.

[2] D. M. Pozar, Microwave Engineering, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 1998.

[3] R. Lane, "The determination of device noise parameters", Proc. IEEE, vol. 57, pp. 1461, Aug. 1969

[4] V. Adamian, and A. Uhlir, "A novel procedure for receiver noise characterization",

IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. IM-22, no. 2 pp. 181-182, June 1973.

[5] Hoang V. Nguyen, Neven Misljenovic, and Bryan Hosein, "Efficient noise extraction algorithm and wideband noise measurement system from 0.3 GHz to 67 GHz," 81st Microwave Measurement Conf. (ARFTG), Seattle, WA, USA, June 2013.

[6] "Noise measurements using the computer controlled microwave tuner system," Focus Microwaves Application Note 1-90.

Test & Measurement

Agilent Introduces FieldFox Pulse Measurements to Simplify Radar Field Testing



Agilent Technologies Inc. introduced a pulse measurement option for its FieldFox handheld analyzer that is designed to further simplify radar field testing. With the new pulse-measurement option, Agilent's FieldFox analyzers allow users to carry a single instrument into the field to verify and measure radar pulse

characteristics, S-parameters, spectrum analysis and transmitter power. Moreover, all measurements made with FieldFox are consistent with those of benchtop analyzers.

The FieldFox pulse measurement option efficiently characterizes radar signal quality by leveraging Agilent U202x peak-power sensors (available in 18- and 40-GHz models). Working together, the pulse measurement mode and U202x enable maintenance crews to check radar signal quality without having to carry a heavy benchtop instrument into the field. With a single push of a button, users can perform pulse characterization in the field and obtain all key performance indicators.

The FieldFox calibration engine now features ECal module

support. ECal support reduces calibration time and the need to make multiple connections during testing, while also providing for greater consistency between measurements. For FieldFox users, that translates into fewer human errors and increased accuracy.

Efficient Radar Field Test

FieldFox analyzers boast a number of features that help simplify radar field testing. They include InstaAlign, a built-in spectrum analyzer with time gating (Option 238), burst trigger and pre-trigger, and verification of most RF pulse transmitters in the field.

InstaAlign is a spectrum analysis technique to accurately mea-

sure radar spectrum and power without time-consuming amplitude alignment and instrument warmup. The time-gating function, specifically geared toward engineers testing the pulse characteristics of their radar systems, allows users to view both frequency and time domain at the same time. With time gating and burst trigger/pre-trigger capabilities, Agilent's FieldFox analyzers can measure very narrow RF pulses (less than 1 μs wide) with sweep time as small as 8 μs. Agilent also offers a suite of economical microwave waveguide calibration kits to support C, X, Ku and K band radar, satellite and microwave backhaul communication measurements.

■ Agilent Technologies Inc
www.agilent.com

Test & Measurement

Telemakus 13 GHz USB Controlled Attenuator from RFMW



RFMW, Ltd. announces sales support for a USB controlled, RF, digital step attenuator from Telemakus. The TEA13000-12 is based on an analog circuit dri-

ven by a 16-bit ADC providing extremely fine control down to ~0.03 dB step size. This fine resolution of the TEA13000-12 is needed for applications requi-

ring cancellation or automatic level control (ALC) functions. Covering a broad bandwidth, the Telemakus TEA13000-12 spans 100 MHz to 13 GHz with 2 dB typical insertion loss and 30 dB dynamic range.

Not much larger than a standard thumb drive, the TEA13000-12 is the smallest USB controlled DSA on the market and weighs less than an ounce. Its small size belies its functionality as the device uses on-board flash memory to store a user friendly graphical interface that runs on Windows based PCs. The internal memory also stores a user guide and example APIs for use

in designing customer specific ATE systems that are easily configured using additional Telemakus USB controlled products such as synthesized signal generators, power meters, switches, amplifiers and vector modulators. Each Telemakus USB controlled test device comes with a 3 foot long, high retention force USB cable, T-CABLE-3, which is factory recommended for consistent, repeatable operation.

■ *Telemakus Stocking Distributor*
RFMW, Ltd.
info@rfmw.com
www.rfmw.com

Wireless

PathCheck Mobile Application For IP Backhaul Link Planning



Trango Systems, Inc., provider of high-capacity point-to-point microwave backhaul solutions, announced that the company has released a mobile application called PathCheck for IP backhaul link planning.

This mobile application aids in the design of point-to-point microwave links, based on Trango Systems' lineup of backhaul radios. PathCheck

is available for download on the App Store for the iPhone, iPad, and iPad Mini.

PathCheck includes two path calculation modules. The 'Quick Calc' module provides point-to-point link and reliability calculations based on distance, frequency, antenna size, and rain region. The 'Path Profile' module enables users to enter end point coordinates (lat. and long.) or to use GPS location services. The application displays the terrain profile and fresnel zone so that users can see if there is a clear radio line-of-sight between points. In addition to terrain, the 'Path Profile' module also displays a table showing link availability (reliability) and capacity for various modulation levels up to 1024QAM.

■ *Trango Systems*
www.trangosys.com

New Low Loss 4x2 Hybrid Diplexer for Low PIM Head End DAS Applications



Microlab is adding a new Hybrid Diplexer to its popular Hybrid Combiner Product Line. Microlab Hybrid Combiners are known for their low PIM, low loss, and high isolation which make them ideal for efficiently combining RF signals particularly in active and passive DAS deployments. The new CM-20 is an integrated 4x2 hybrid multi-band combiner with a unique design that combines two low band signals within 698-960 MHz with two high band signals within 1710-2170 MHz. This configuration allows combining of multiple carrier frequencies onto a common antenna. Perfect for combining LTE-700 MHz, SMR-800 MHz, or Cellular-850 MHz with PCS-1900 MHz, and AWS-2100 MHz. This product is packaged in a compact design

with either N-type or 7-16 DIN female connector interface.

"Capable of handling power levels up to 50 Watts per input, this assembly induces very little passive intermodulation (PIM) distortion", says Karl Hricko, Product Manager. "This is a versatile combiner/diplexer assembly combining multiple high and low band frequencies. The CM-20 can be utilized as a multi-band neutral host point of interface building block in DAS trays and DAS interface panels." Multiple CM-20 assemblies can be custom configured into 19" rack mountable trays to suit your installation requirements.

■ *Microlab*
www.microlab.fxr.com/products/hybrid-couplers/hybridmatrices

Wireless

Trango Introduces The Lynx Series With Full Gigabit Capacity

Trango Systems, Inc., a provider of high-capacity point-to-point microwave backhaul solutions is introducing the new Lynx series of products, capable of true 1 Gbps system throughput and up to 1.5 Gbps. Trango has announced today that the company is in full production and shipping the new Lynx series of wireless backhaul systems.

The Lynx series point-to-point microwave radios are available for all worldwide standard licensed frequency bands from 6 to 42 GHz. Lynx series base

line models include 440 Mbps available throughput, Physical Link Aggregation (PLA) which enables 2+0 operation at the physical link level, and a programmable packet buffer up to 2 MB to absorb „bursty“ traffic and improve TCP performance. Optional Lynx capabilities include throughput speeds of 761 Mbps full duplex and 256-bit AES hardware encryption.

The Lynx series is available in two form factors. The Apex Lynx is an all-outdoor system and the Giga Lynx is a split-mount



system. Both systems offer fiber and copper Gigabit Ethernet interfaces with in-band and out-of-band management. Lynx products offer other outstanding features including modulation levels up to 1024QAM,

Advanced Adaptive Coding and Modulation (AACM), comprehensive management and monitoring capabilities, and industry leading system gain.

■ *Trango Systems*
www.trangosys.com

Software

Agilent Technologies' Signal Studio Software Enables Cost-Effective WLAN DFS Testing

Agilent Technologies Inc. introduced dedicated dynamic frequency selection (DFS) radar-profile creation software to provide engineers performing DFS testing with pre-defined radar signals that support profiles defined by multiple regulatory agencies. DFS is a spectrum-sharing mechanism for wireless devices operating in the unlicensed 5-GHz band with military and radar systems. By monitoring spectrum, it is able to switch the wireless device to a different frequency or channel when a military or radar device is detected on the channel currently in use. DFS is particularly critical for enabling 802.11ac WLANs to coexist with radar systems.

DFS testing ensures the compliance of wireless devices operating in the 5-GHz band with DFS requirements of published standards from around the world. Agilent's new N7607B Signal Studio for DFS Radar Profiles software provides an easy-to-use,

cost-effective solution for WLAN DFS testing. Based on Agilent's general-purpose vector signal generators, it can be used to generate DFS radar signals compliant with FCC-, ETSI- and TELEC-defined profiles. Additionally, it can create a Trial List table with unique trials and features user-editable parameters within a standard defined range that can be saved and recalled for repeatability tests. The N7607B can be teamed with the N7617B Signal Studio for WLAN 802.11a/b/g/n/ac, which is used for WLAN test signal creation, and integrated with a signal generator, signal analyzer and other general-purpose hardware to set up a total solution for WLAN performance test, including DFS functional testing. For existing Agilent signal generator or signal analyzer customers, this capability results in a dramatic cost savings.

■ *Agilent Technologies Inc*
www.agilent.com

100 W Low PIM Termination from P1dB



features low PIM performance of <math><163\text{ dBc}</math> @ +43 dBm/ tone. VSWR performance is 1.09:1 from a 7/16 female connector. The P1LP-Term-716J100W from P1dB continues the expansion of P1dB's family of Low PIM offerings, including cable assemblies, adapters, attenuators, and now terminations. The P1LP-Term-716J100W is well suited for a variety of base station

RFMW, Ltd. announces design and sales support for P1dB's 100 Watt, low PIM termination.

Covering 0.8 to 2.6 GHz, the P1dB P1LP-Term-716J100W

applications, test and measurement, and systems testing.

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

Components

Next-generation WPC 1.1 Wireless Power Receiver for Portable Applications



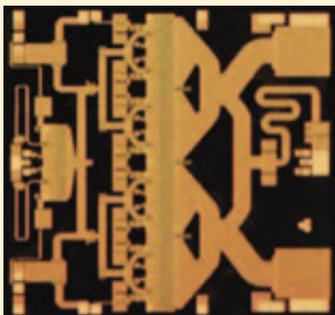
external component count and board space. The high-efficiency, cost-effective design is ideal for use in high-volume portable devices where battery life and physical size are a primary concern, such as in smartphones, tablets, and related accessories.

Integrated Device Technology, Inc. (IDT) announced a new wireless power receiver meeting the Wireless Power Consortium's (WPC) 1.1 "Qi" specification and optimized for high-volume portable consumer applications. The IDTP9025 is a single-chip wireless power receiver IC certified to meet the requirements of the WPC 1.1 specification, offering improved foreign object detection (FOD) compared to earlier versions of the standard. The highly-integrated device includes an onboard synchronous full-bridge rectifier and low-resistance low-dropout (LDO) regulator, enabling customers to achieve excellent power transfer efficiency with minimal

For added control, IDTP9025 is capable of passing communication and power transfer information to a local microcontroller, as well as fault and safety monitors, through the integrated I2C port. This allows the customer to build custom control algorithms and user interfaces to enhance the user experience. In addition to an evaluation kit with WPC-certified reference design, IDT supports its customers with a design-in guide and powerful support tools to further ease the development process.

■ *IDT*
www.wirelesspowerbyidt.com
www.idt.com

80 W GaN Amplifier for S-Band Radar from TriQuint Semiconductor

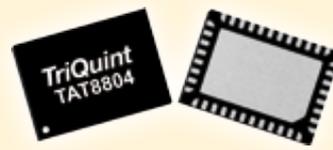


GHz with up to 80 W pulsed Psat and power added efficiency as high as 56%. Using 0.25 μ m GaN technology, this two-stage amplifier provides 25 dB of gain while drawing only 125 mA from a 30 V source. The TriQuint TGA2814 is available in DIE format for applications requiring high output power with high power added efficiency.

■ *TriQuint Semiconductor*
Stocking Distributor
RFMW, Ltd.
info@rfmw.com
www.rfmw.com

RFMW, Ltd. announced design and sales support for the TGA2814, S-Band amplifier from TriQuint Semiconductor. The TGA2814 covers 3.1 to 3.6

TriQuint High Gain Power Doubler available from RFMW



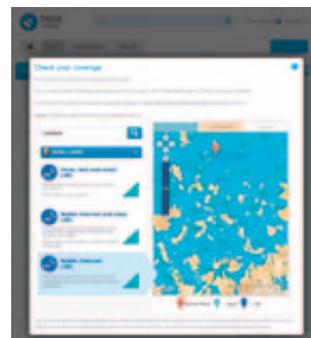
RFMW, Ltd. announced design, sales support and availability of TriQuint Semiconductor's TAT8804D1H ultra-linear GaAs amplifier MMIC intended for output stage amplification in CATV infrastructure applications where flat gain and low distortion are key considerations. This 12 V power doubler features 21 dB gain at 1200

MHz with a P1dB of 34 dBm. The TAT8804D1H high gain allows it to replace two existing competitor's amplifiers thereby reducing part count, board space and overall BOM cost while reducing power dissipation by up to 30%. TriQuint's TAT8804D1H comes in a 40-pin, 5x7 mm QFN package.

■ *TriQuint Semiconductor*
Stocking Distributor
RFMW, Ltd.
info@rfmw.com
www.rfmw.com

Wireless

Tesco Mobile launches 4G coverage checker powered by SpatialBuzz



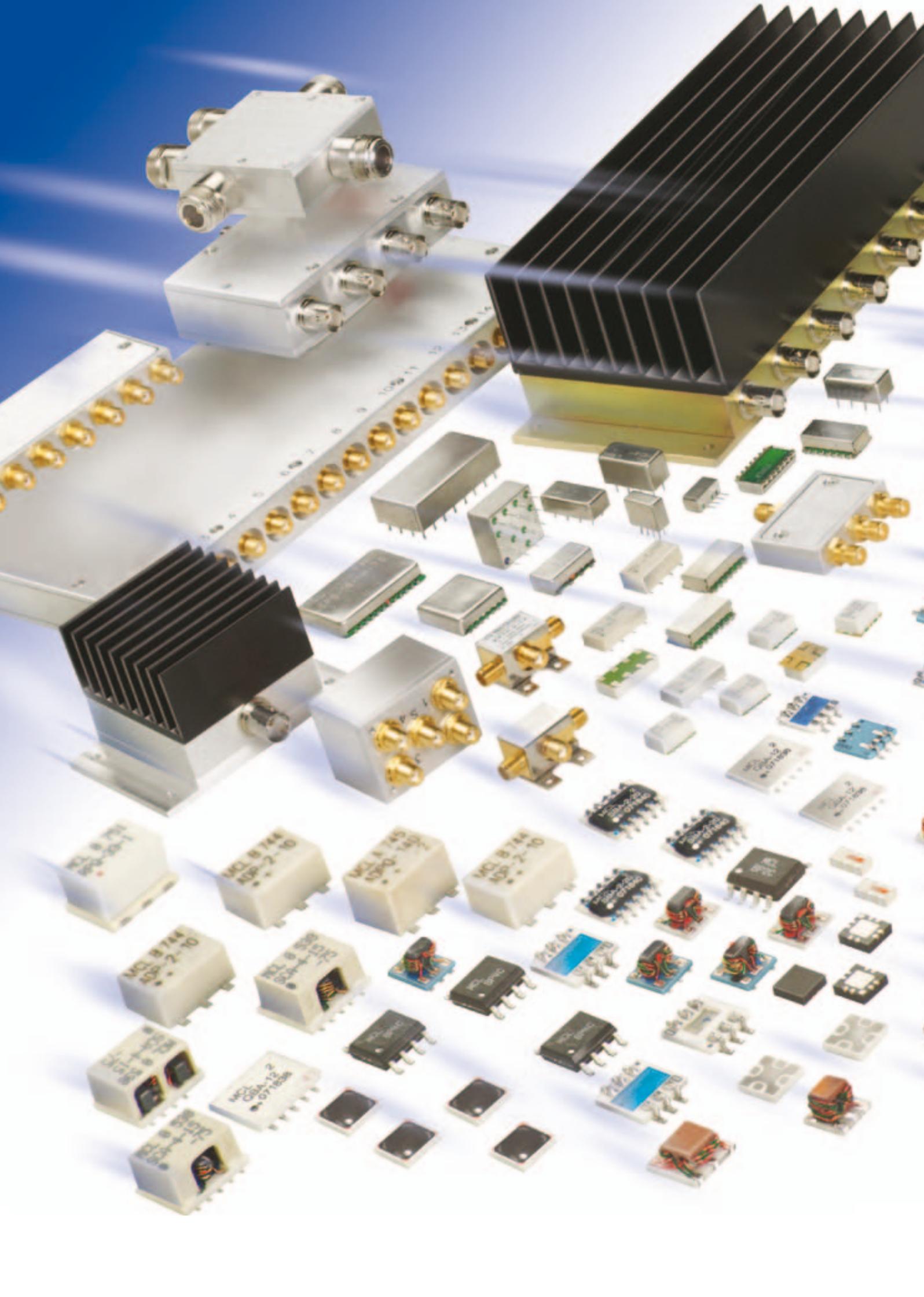
both existing and potential customers of Tesco Mobile will be able to check whether 4G coverage is adequate in their area before making a decision to purchase or upgrade to the new 4G service.

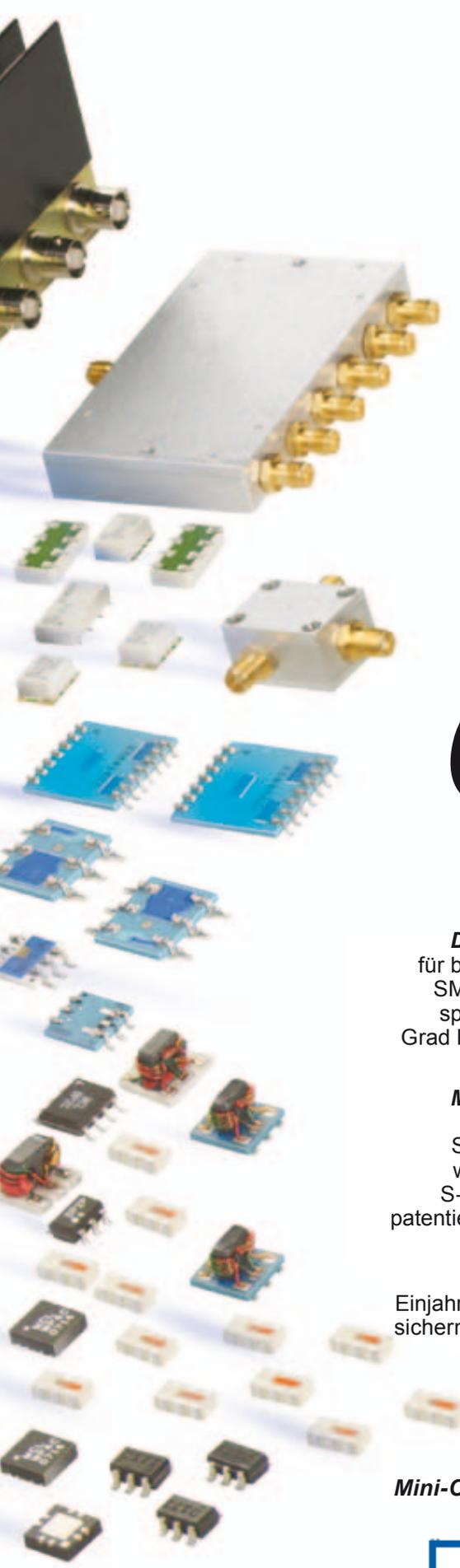
"The network coverage checker powered by SpatialBuzz has already been proven on the Telefónica O2 websites in both the UK and in Germany, and in handset apps. This launch means that Tesco Mobile customers can now enjoy the same level of transparency about network coverage that has already set O2 apart from its competitors", said Andrew Blake, CTO of SpatialBuzz. "The customer can determine whether the 4G phone they plan to buy will provide adequate network coverage in the area in which they intend to use it, and thus avoid costly mistakes."

SpatialBuzz, an innovative cloud-based customer experience analytics and service monitoring platform for network operators, has announced that Tesco Mobile has launched its online coverage checker, a component of SpatialBuzz's cloud-based customer experience management (CEM) software solution. Introduced to coincide with the recent launch of Tesco Mobile's 4G service, the SpatialBuzz software provides customers with real-time access to detailed coverage maps for both 2G and 3G as well as for 4G.

The SpatialBuzz online coverage checker means that

■ *SpatialBuzz*
www.spatialbuzz.com





POWER SPLITTERS/ COMBINERS

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

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

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

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

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

Mini-Circuits... wir definieren WERTE neu!

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

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

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

IF/RF MICROWAVE COMPONENTS

448 rev K

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Anritsu erhält Zulassung für 3GPP-LTE-Advanced-Protocol-Conformance-Testfälle



Das Global Certification Forum (GCF) hat eine wesentliche Funktion für den Betrieb des LTE Advanced-Netze validiert: das Anritsus Protocol Conformance-Testsystem für Carrier Aggregation (3GPP LTE Release-10).

LTE Advanced ist der modernste 4G-Hochgeschwindigkeits-Mobilfunkstandard. Er wird derzeit von Mobilfunknetzbetreibern weltweit genutzt. Dieser Standard wendet für die Realisierung höherer Datenübertragungsraten Carrier Aggregation an. Die Carrier-Aggregation-Funktion nutzt Mehrfachfrequenzen, um Spitzen- und Durchschnittsgeschwindigkeiten im Datenverkehr zu erhöhen, wobei 300 Mbps für Downloads erreicht werden, während zukünftige Geschwindigkeiten von 1 Gbps avisiert sind.

Die rasante Zunahme des mobilen Datenverkehrs, die durch Anwendungen wie z.B. das Videostreaming verursacht wird, macht das Absichern höherer Bandbreiten zum Bewältigen der wachsenden Datenmengen dringend nötig. Carrier Aggregation ist eine der Technologien zum Beseitigen der derzeit vorhandenen Probleme durch die nicht ausreichenden Bandbreite zum Streamen großer Datenmengen, die aufrtritt, wenn sich zu viele Nutzer enge Frequenzbänder teilen müssen. Global agierende Mobilfunknetzbetreiber in Südkorea und

den USA setzen heute schon LTE-Dienste ein, die Carrier Aggregation nutzen. Weitere Länder werden bald mit der Einführung dieser Technologie beginnen.

Die Entwicklung kommerzieller mobiler Endgeräte für neue LTE Advanced-Netze erfordert eine objektive Verifizierung und erfordert zudem, dass die Geräte den LTE Advanced-Normen genügen. Dies wird dadurch erreicht, dass RF/RM-Conformance-Tests und Protocol-Conformance-Tests mit Systemen durchgeführt werden, die von den Normprüfstellen GCF und PTCRB (für Nordamerika) dafür zugelassen wurden.

Das HF-Conformance Test-System ME7873L und das Protocol Conformance-Testsystem ME7834 von Anritsu wurden bereits zur Unterstützung für Carrier Aggregation erweitert. Jetzt sind beide Systeme sowohl von GCF als auch von PTCRB für den Einsatz im Bereich Conformance Testing zugelassen.

■ *Anritsu Corporation*
www.anritsu.com

hf-Praxis

ISSN 1614-743X

Fachzeitschrift für HF- und Mikrowellentechnik

• **Herausgeber und Verlag:**

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

• **Redaktion:**

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

• **Anzeigen:**

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

• **Erscheinungsweise:**

monatlich

• **Satz und Reproduktionen:**

beam-Verlag

• **Druck:**

Strube Druck & Medien oHG

• **Auslieferung:**

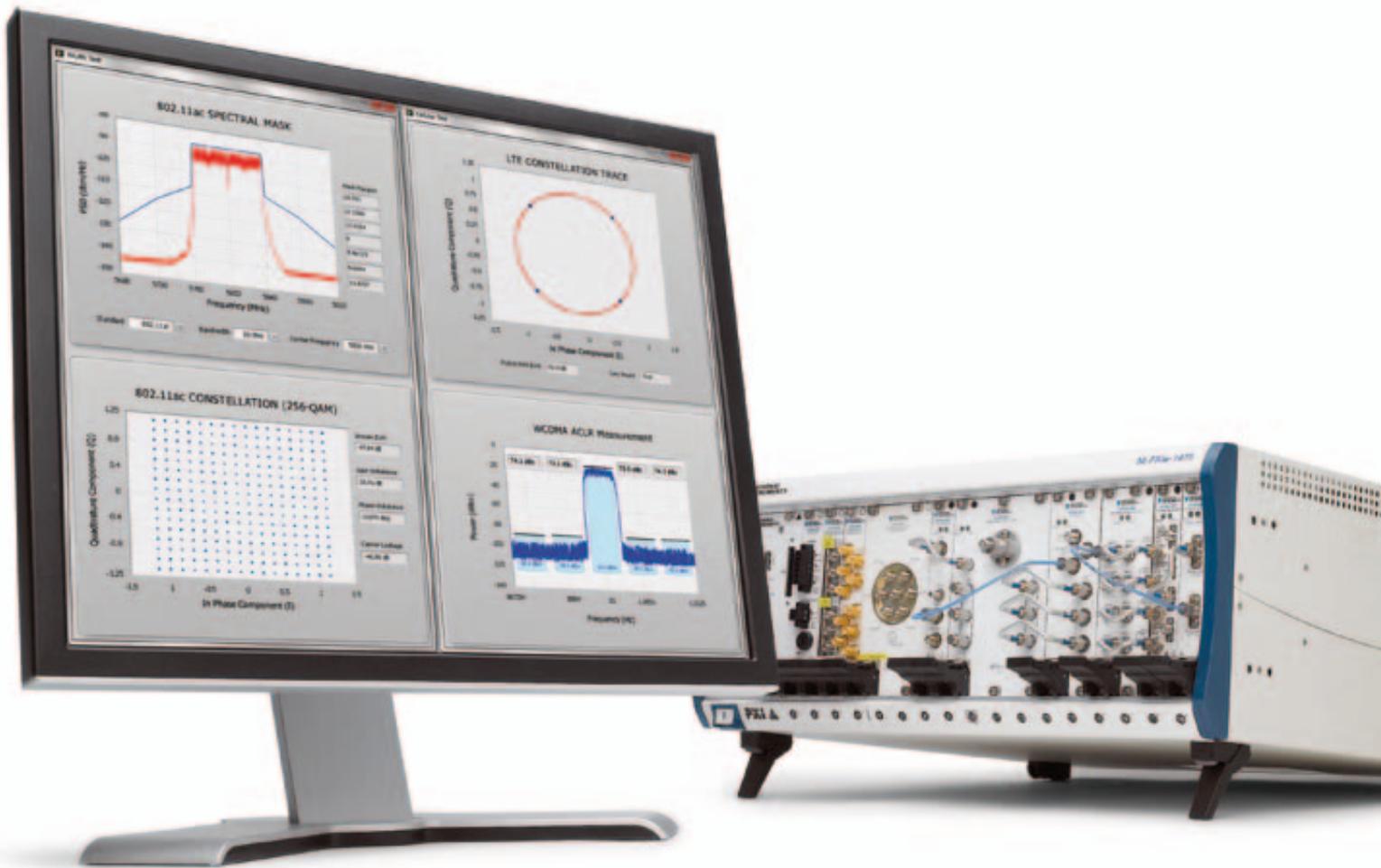
VU Verlagsunion KG
Wiesbaden

Der beam-Verlag übernimmt trotz sorgsamer Prüfung der Texte durch die Redaktion keine Haftung für deren inhaltliche Richtigkeit. Handels- und Gebrauchsnamen, sowie Warenbezeichnungen und dergleichen werden in der Zeitschrift ohne Kennzeichnungen verwendet.

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

RF- und Mikrowellen- Messtechnik neu definiert

Modulare Hardware und offene Software



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

WIRELESS-TECHNOLOGIEN

National Instruments unterstützt zahlreiche Wireless-Standards, darunter:

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

>> ni.com/redefine

RF-Standards auf einen Blick – Poster jetzt kostenfrei bestellen: ni.com/rf-poster



**Sie schrauben immer noch?
Aufschrauben, Festziehen,
Lösen, Runterschrauben?**

**Wirklich noch nichts vom
Push - On gehört?
Aufstecken,
Abziehen,
Fertig!**



**Push - On Steckverbinder passen auf alle
standardmäßigen SMA, N, TNC, 7/16**



Spectrum
Elektrotechnik GmbH

wenn Qualität benötigt wird

80905 München

Telefon: 089-3548-040

WWW.SPECTRUM-ET.COM

Postfach 450533

Fax: 089-3548-0490

Email: Sales@spectrum-et.com