Juli 7/2017 Jahrgang 22

hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik

Dem Störanteil von Mischersignalen auf der Spur

Linear, Seite 6

LINEAR TECHNOLOGY
NOW PART OF ANALOG DEVICES

from $139.95 (qty. 1-9)
Rugged connectorized package
0.75 x 0.74 x 0.46"

from $11.95 (qty. 20)
3x3 mm MMIC

0.5 to 8 GHz
LOW NOISE AMPLIFIERS
IN/OUT Termination Matched!

Geringes Rauschen, hoher Dynamikbereich, hohe Ausgangsleistung und eine geringe Flatness (spezifiziert von 0,5 bis 7 GHz) der Verstärkung im Bereich 0,5 bis 8 GHz - und das alles mit einem einzigen Verstärkermodell! Mini-Circuits' populäre Ultra-Wideband LNAs sind nun lieferbar mit 3 x 3 mm großem QFN-Gehäuse für Ihre Platine und mit solide über Kabel anschließbarem Gehäuse. Beide Ausführungen sind intern im Bereich 0,5 bis 8 GHz angepasst, sodass sie kinderleicht in empfindlichen Empfängern mit hohem Dynamikbereich z.B. für messtechnische Anwendungen, militärische Abwehrsysteme, LTE, WiFi, S-Band- und C-Band-Radar, SatCom und mehr eingesetzt werden können! Sie sind sofort lieferbar und bieten Ihnen einen großen Nutzwert, also besuchen sie gleich www.minicircuits.com und bestellen Sie noch heute!

- *geringers Rauschmaß (1,3 dB)*
- *hohe Verstärkung (21 dB)*
- *exzellente Flatness der Verstärkung: ±0,7 dB*
- *hoher IP3 (35 dBm)*
- *hohe Ausgangsleistung (23,2 dBm)*

Mini-Circuits®

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

553 revOrig

DISTRIBUTORS

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

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

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

Herausforderung Mikrowellen- und HF-Messtechnik?

Solange es Technik gibt, gibt es auch Messtechnik. Und diese entwickelt sich mit der Technik mit, muss immer neuen Anforderungen genügen. Das führt besonders bei der aktuellen Mikrowellen- und HF-Messtechnik zu einer Art problematischer Schere, die oft noch übersehen wird: Messtechnik ist eigentlich Mittel zum Zweck, ist nicht die Technik selbst und sollte daher vergleichsweise wenig aufwändig sein bei Zeit und Kosten.

Diesem Wunsch entspricht sie leider immer weniger. Denn ob es die Analyse breitbandiger Signale in Echtzeit ist, die Erzeugung komplex modulierter Millimeterwellen-Testsignale, die Messung von Frequenzstabilität und Phasenrauschen, die Auswahl und Anwendung von Realtime-Oszilloskopen, Messungen an Antennen(gruppen) etwa mittels eines kohärenten Digitizersystems oder die Erzeugung komplexer Signalszenarien mittels Simulationssoftware - immer mehr Zeit wird benötigt, um sich in die Grundlagen einzuarbeiten und Anwendungskenntnisse aufzubauen und immer mehr schlagen die Anschaffungskosten für die notwendigen Messgerät und Testaufbauten zu Buche.

Ob Messtechnik für LTE, OFDM(A), SC-FDMA, MIMO- oder Phased-Array-Antennentechnologie - vor dieser wachsenden Herausforderung steht eigentlich jeder Produktentwickler, der auch in Zukunft im Wettbewerb bestehen will. Er ist daher gut beraten, rechtzeitig über die Möglichkeiten nachzudenken, um beim Thema „Messen“ Zeit und Kosten zu optimieren, d.h. zu Beginn der Entwicklungsphase die notwendigen Messungen und Tests bezüglich Zeitaufwand und Kosten realistisch ins Auge zu fassen. Es geht darum, nach Alternativen für die gewohnten Pfade Ausschau zu halten.

Eine solche Alternative könnte z.B. der Aufbau einer langfristigen Beziehung zu einem Test-Dienstleister sein. Dieser kann seine Messtechnik wesentlich effektiver nutzen und daher die Leistung zu einem interessanten Preis anbieten.

Innerbetrieblich sollte der Stellenwert der Mess- und Prüfabteilung dem Bereich der Produktentwicklung sorgfältig angepasst werden, etwa durch überlegte Mittelaufstockung, sukzessiv steigende Qualifizierung des Personals (Selbststudium oder Seminare) oder Neueinstellung. Angesichts von Komplexität und Kosten möglicher Messtechnik ist schon viel gewonnen, wenn man die richtige Auswahl trifft. Und es lohnt sich, zu prüfen, ob vorhandene Messtechnik nicht kostengünstig durch hinzugekaufte oder selbst entwickelte Zusätze fit für die nächsten Jahre gemacht werden kann.

Ing. Frank Sichla
hf-praxis

TACTRON ELEKTRONIK

Die ganze Bandbreite
der HF-und MW-Technik

Seit über 30 Jahren Ihr Partner für

- Adapter
- Equalizer
- DC Blocks
- Dämpfungsglieder von 0,5W bis 4kW fest, einstellbar und programmierbar
- Wattmeter
- Abschlusswiderstände von 1W bis 5kW
- Leistungsteiler / Koppler
- Stecker und konfektionierte Kabel

über 1 000 Modelle ab Lager lieferbar

www.tactron.de/tactron/lagerliste.html

TACTRON ELEKTRONIK GmbH & Co. KG

Bunsenstr. 5/II ▪ D-82152 Martinsried
Tel.: +49 (0)89 89 55 69 0 ▪ Fax: +49 (0)89 89 55 69 29
www.tactron.de ▪ info@tactron.de

Inhalt

Zum Titelbild:

Dem Störanteil von Mischersignalen auf der Spur

Wie dieser Bericht zeigt, ist das Messen der Spurs eines Mischers nicht immer einfach, aber mit einigen relativ kleinen Optimierungen des Testaufbaus sind recht einfach bessere Ergebnisse zu erzielen. **6**

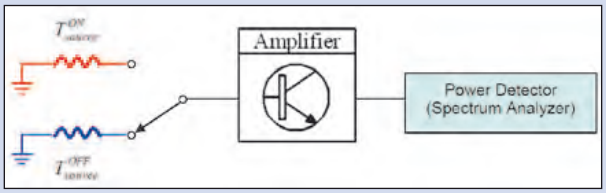
Schwerpunkt: Messtechnik

Fachartikel:

Oszilloskope: Analog, digital oder beides?

Diese kurze Übersicht ist eine wertvolle Orientierungshilfe, wenn man vor der Anschaffung eines Oszilloskops steht. Denn: Ob Analog- oder Digitaloszilloskop - beide haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. **8**

Die populärsten Verfahren der Rauschmessung



Dieser Beitrag stellt drei, für drahtlose Kommunikationssysteme bewährte, zeitgemäße Messverfahren vor. **22**

RF Microtech entwickelte ein komplexes UWB-Filter in Rekordzeit

Ein Auftrag der Organisatoren der Messe Expo Milano 2015 wurde für RF Microtech eine ganz besondere Herausforderung: Entwurf, Simulation, Optimierung, Herstellung und Test eines ultrabreitbandigen Filters (Ultra-Wideband Filter, UWB) zur Unterdrückung von fünf einzelnen Bändern zwischen 80 MHz und 6 GHz in nur vier Wochen! **42**

RF & Wireless International

Proper use of Field Analyzers at Lower Frequencies

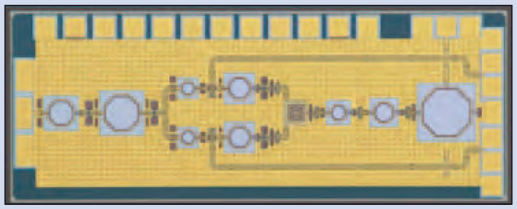
Most RF field probes are designed to measure only the RMS of a CW electric field over a broad range of frequencies and amplitudes. This is not the case for the AR Field Analyzer. The AR Field Analyzer contains an embedded web-page that has the ability to measure CW and Modulated electric field or power density in the time domain using an oscilloscope-type display. **59**

Lead-free Ceramic Dielectric With High Energy Density and Reduced Losses

The Knowles Capacitors R & D unit based in Norwich, England, together with the UK's National Physical Laboratory and Euro Support Advanced Materials of the Netherlands, have completed a project under the European Union's Seventh Framework Programme. The programme was to develop a lead-free ceramic dielectric, with high energy density and reduced losses, for high temperature applications. **61**

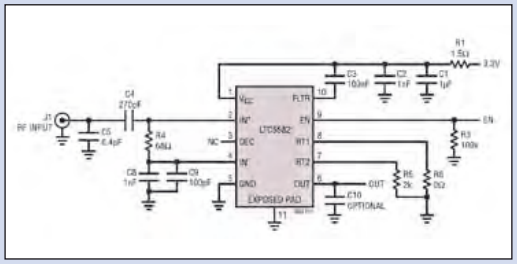
Design:

SiGe-Empfänger unter Nutzung der Software „Analog Office" entwickelt



Die Australische „Defence Science and Technology Group" entwickelte SiGe-Empfänger für 25 bis 45 GHz mit Hilfe der Software „Analog Office" **44**

Verringerung der Temperaturabhängigkeit von RMS-Power-Detektoren



Stabiles Temperaturverhalten ist extrem wichtig in Basisstations-Designs, weil dort die Umgebungstemperatur weitreichend von Standort und Umgebung abhängen kann. Hat hier ein RMS-Detector, wie er etwa zur HF-Leistungsregelung eingesetzt wird, eine sehr gute Temperaturstabilität, verbessert das die Leistungseffizienz der gesamten Station. **46**

Quarze und Oszillatoren:

Quarze mit geringem Phasenrauschen

Bei der Entwicklung der ULN-Quarze (Ultra Low Noise) hat Vectron International nicht nur spezifische Resonator-Parameter berücksichtigt, sondern auch viel Wert auf eine sorgfältige Auswahl der Rohstoffe gelegt. **57**

Rubriken:

Editorial 3
Inhalt 4
Titelstory 6
Schwerpunkt Messtechnik 10
Messtechnik 28
Bauelemente 32
Design 42
Stromversorgung 48
Quarze & Oszillatoren 57
RF & Wireless 59
Aktuelles/Funkmodule/Impressum 70

» 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 23-21
info@compotek.de
www.compotek.de

München · Berlin · Düsseldorf · Stuttgart

Dem Störanteil von Mischersignalen auf der Spur

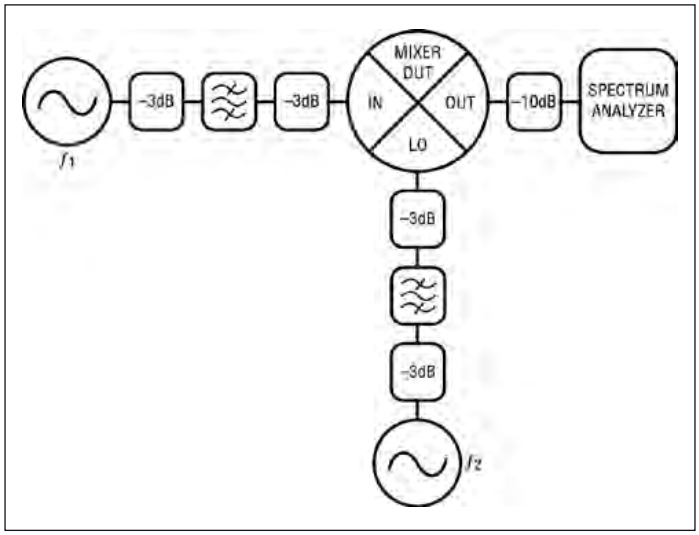


Bild 1: Korrekter Testaufbau zum Messen der Störanteile eines Mischers

Parasitäre Signale

Im Mischvorgang generieren Mischer mehr als nur die an ihren Ausgängen gewünschten Signale. Zusätzlich erscheinen auch unerwünschte Signale bei ganzzahligen Vielfachen des Eingangs und der Zwischenfrequenz an allen Ports des Mischers. Diese parasitären Signale können sich wiederum untereinander mischen und über den Ausgangsport des Mischers in die nachgelagerte Signalkette einstreuen. Diese unerwünschten Ausgangssignale werden auch als „Spurs“ bezeichnet. Wenn diese Spurs genug Leistung haben, können sie zu vielfältigen Problemen bei der Entwicklung von Funksystemen führen, wie die Störung von benachbarten Kanälen in einem Übertrager, Empfindlichkeitsverlust in einem Empfänger, oder gar eine Verzerrung des gewünschten Signals. Abhängig von den Systemanforderungen, gibt es verschiedene Wege, mit diesen problematischen Signalen umzugehen.

Eine sorgfältige Planung und Filterung der Frequenz kann die Anzahl von Störeinflüssen deutlich reduzieren, aber sie sind immer noch vorhanden. Deshalb ist es für einen Systementwickler wichtig, den Störpegel am Ausgang eines Mischers exakt zu messen, um bestimmen zu können, wie er ihn am besten behandelt. Das Messen der Störsignale eines Mischers ist nicht einfach. Es ist häufig möglich getäuscht zu werden, dass ein „gemessenes“ Signal vom in Frage kommenden Mischer kommt, wobei es in Wahrheit ein Artefakt eines ungenauen Testsetups ist. Glücklicherweise gibt es mehrere Methoden diese Testprobleme abzumildern und sicherzustellen, dass das, was man sieht, nur vom Mischer selbst kommt. Bild 1 zeigt einen korrekten Testaufbau zum Messen des Pegels des Mischerausgangssignals. Das Bandpassfilter, wie auch die Dämpfungsglieder, sind wichtig um den Einfluss des Testaufbaus auf die mit dem Spektrumanalysator gemessenen Störsignale zu minimieren.

Gemessene Störleistung

Spektrumanalysatoren können signifikante interne Verzerrungsprodukte erzeugen, wenn sie übersteuert werden. Die interne Empfängerkette kann in die Sättigung gehen, wenn zu viel Leistung angelegt wird, was zum beschleunigten Anwachsen aller nichtlinearer Störprodukte bezüglich des Haupteingangssignals führt. Das erhöht künstlich die gemessene Störleistung. Spektrumanalysatoren arbeiten am besten mit rund – 30 dBm bis – 40 dBm an ihrem Eingang. Um diesen Leistungspegel zu erreichen sollte eine interne oder externe Dämpfung, oder eine Kombination davon verwendet werden, um die in das Messgerät eingespeiste Leistung zu begrenzen.

Interne Dämpfung erhöhen

Um zu prüfen, ob eine Störung korrekt gemessen wird, muss

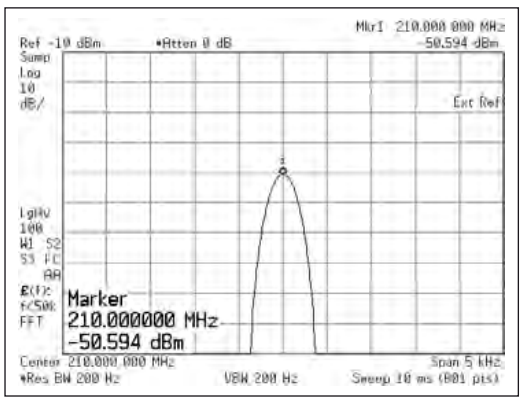


Bild 2: 3. Harmonische eines 0 dBm CW-Tons mit 70 MHz und 0 dB Eingangsdämpfung des Spektrumanalysators

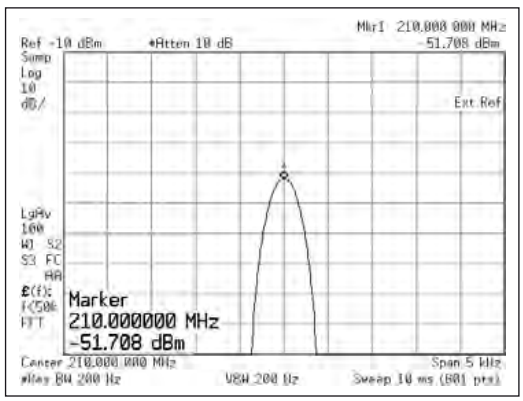


Bild 3: 3. Harmonische eines 0 dBm CW-Tons mit 70 MHz und 10 dB Eingangsdämpfung des Spektrumanalysators

Weston Sapia
RF Applications Engineer
Linear Technology Corporation
ein Geschäftsbereich der Analog Devices Inc.
www.linear.com

AR...The Force Behind The Field

AR's High Intensity Radiated Fields (HIRF) Equipment Designed To Meet Tomorrow's Needs

Inherent danger associated with High Intensity Radiated Fields (HIRF) is becoming increasingly evident with the growing complexity of military and aircraft systems. Sources of HIRF include high power radars, weapons, and natural occurring environmental conditions. Unprotected equipment can fail with potentially devastating results. So to prevent possible catastrophes, you must qualify them for harsh HIRF environments by testing the equipment with AR amplifiers and power-matched antennas.

AR's ability to provide test systems with the highest power wide band amplifiers and power matched antennas to produce these HIRF and other high field environments has become AR's claim to fame.

Whether you're generating HIRF per MIL-STD-464 testing, DO-160, or recreating RF/microwave environments for intelligence/counterintelligence/jamming measures, and infrastructure susceptibility testing, AR has the range of solutions to make you feel at ease.

And don't forget AR's limitless service and support network that is second to none.

ar deutschland

AR Deutschland GmbH | +49 6101 80270-0 | ardeinfo@arworld.us | www.ar-deutschland.com
In Europe, call ar United Kingdom +44 1908 282766 | ar France +33 1479 17530 | ar Benelux +31 172 423000

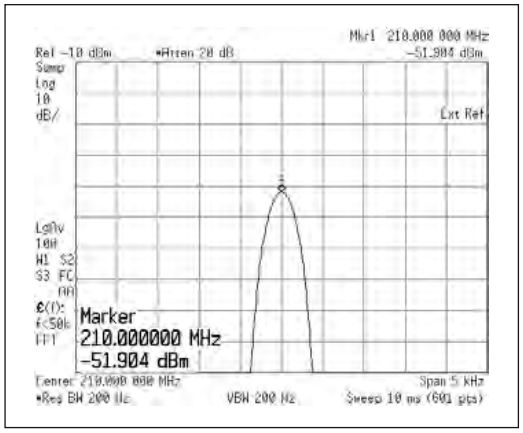


Bild 4: 3. Harmonische eines 0 dBm CW-Tons mit 70 MHz und 20 dB Eingangsdämpfung des Spektrumanalysators

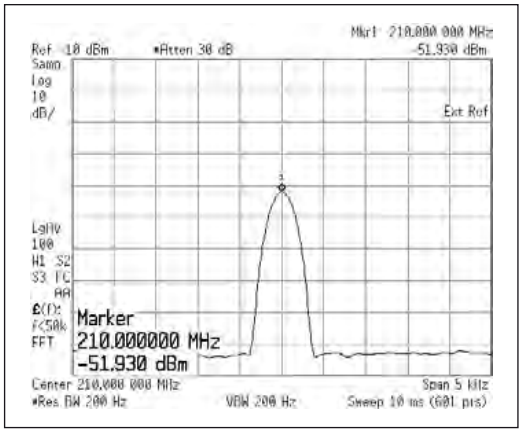


Bild 5: 3. Harmonische eines 0 dBm CW-Tons mit 70 MHz und 30 dB Eingangsdämpfung des Spektrumanalysators

man die internen Dämpfung des Spektrumanalysators erhöhen und alle Änderungen des Leistungspegels der Störung notieren. Ändert sich der Pegel der Störung um mehr als etwa 0,5 dB, dann ist es wahrscheinlich, dass der Spektrumanalysator übersteuert wurde und deshalb einen höheren Störpegel, als tatsächlich vorhanden, angibt. Ein guter Startpunkt für die Dämpfung der Eingangsleistung sind rund 20 dB bis 30 dB insgesamt, intern oder extern. Bild 2 bis 5 demonstrieren eine CW-Tonmessung mit ansteigender Eingangsdämpfung des Spektrumanalysators. Wenn die Dämpfung ansteigt, sinkt der gemessene Leistungspegel, was anzeigt, dass das Messgerät ursprünglich übersteuert wurde.

Nachdem man erkannt hat, dass das Übersteuern des Spektrumanalysators zu fehlerhaften Messungen der Störungen führen kann, kann man einfach entscheiden, das Messgerät mit einem kleineren Leistungspegel zu treiben, um dieses Problem vollständig zu beseitigen. Wenn 30 dBm Dämpfung gut sind, müssten 100 dBm doch noch besser sein. Allerdings normalisiert der Spektrumanalysator das Signal, wenn das interne Dämpfungsglied geändert wird. Unglücklicherweise ist es deswegen nicht praktikabel, wenn man die Störungen von Interesse erfassen möchte. Für jedes eingesetzte dB Eingangsdämpfung (intern oder extern ist dabei unerheblich) erhöht sich das Grundrauschen des Messgeräts um 1 dB und reduziert damit den Dynamikbereich des Messgeräts. Dadurch werden einige der Störungen, die man versucht zu erfassen, „versteckt“. Man beachte, dass das Grundrauschen höher und deshalb in Bild 5 zu sehen ist, im Vergleich zu Bild 2 bis 4, obwohl die Skalierungen identisch sind. Auch ändern sich Störprodukte höherer Ordnung nicht linear in der Leistung mit den gewünschten Ausgangssignalen. Stattdessen ändern sie die Leistung in Vielfachen der Eingangsleistungsänderung. Produkte 2. Ordnung (2*IN x 1*LO, 2*IN x 2*LO, 2*IN x 3*LO, etc.) ändern sich mit 2 dB/dB, Produkte 3. Ordnung (3*IN x 1*LO, 3*IN x 2*LO, 3*IN x 3*LO, etc.) ändern sich mit 3 dB/dB und so weiter. Wenn man beispielsweise die Eingangsleistung um 2 dB verringert wird die Spur bei 5*IN x 2*LO um 10 dB sinken, während die Störung bei 2*IN x 1*LO um 4 dB abnimmt. Deshalb bewirkt das Einspeisen einer zu geringen Eingangsleistung in den Spektrumanalysator, dass alle Störungen mit geringer Leistung, die man messen möchte, im Grundrauschen des Messgeräts verschwinden.

Fehlende Eingangsfilterung

Eine weitere allgemeine Quelle für ungenaue Störungsmessungen ist fehlende Eingangsfilterung. Der Einsatz von Filtern in den Eingangssignalen zur Dämpfung jeglichen Harmonischenanteils des Signalgenerators ist wichtig für die akkurate Messung von Spurs. Selbst ein Signalgenerator mit Laborqualität unterdrückt Harmonische nur im Bereich zwischen – 25 dBc und 50 dBc. Einige Spurs am Ausgang eines Mischers von Linear Technology liegen unter – 70 dBc, so dass der Einsatz des Signalgenerators ohne Filter nicht ausreicht. Aus diesem Grund sollten Filter mit mindestens 30 dB bis 50 dB Unterdrückung von Harmonischen verwendet werden. Bild 6 zeigt das Ausgangsspektrum eines 100-MHz-CW-Tons aus einem Signalgenerator E8257C von Keysight Technologies. Man beachte die Leistungspegel der fundamentalen Signalharmonischen. Die relativen Pegel dieser Harmonischen sollten über die Leistungspegel der unterschiedlichen Haupttöne gleichbleiben.

Ist zu vermuten, dass das Eingangssignal die Ursache dafür sein könnte, dass die Spurs höher als erwartet sind, empfiehlt es sich, das Verhalten der Spurs abhängig vom Eingangssignalpegel zu überprüfen. Wenn der Spur höherer Ordnung ist, und trotzdem nicht auf Änderungen des Signalpegels mit der entsprechenden Flanke (2 dB/dB, 3 dB/db, etc.) reagiert, ist es wahrscheinlich, dass die Eingangsquellen nicht rein genug sind.

Fazit

Wie beschrieben, ist das Messen der Spurs eines Mischers nicht immer einfach, aber mit einigen kleinen Optimierungen des Testaufbaus sind recht einfach bessere Ergebnisse zu erzielen. Das Einstellen der Eingangsdämpfung und der Einsatz von geeigneten Filtertechniken für die Signalquellen führt zu wesentlich genaueren und wiederholbaren Messungen. ◄

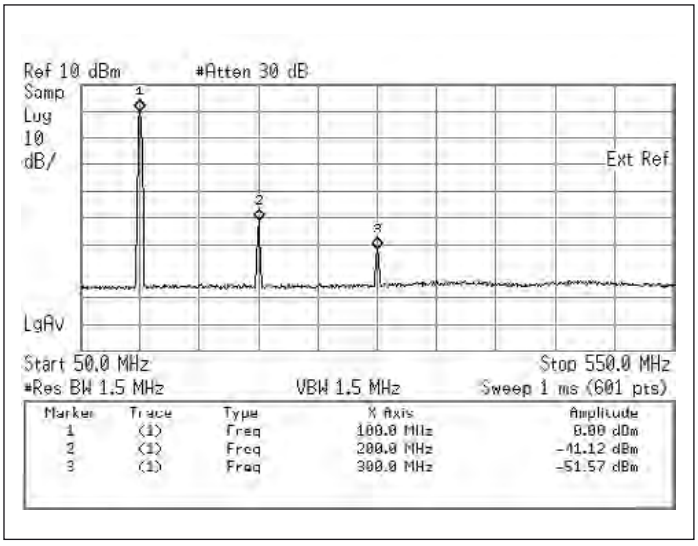


Bild 6: Harmonische Spurs eines 100-MHz-CW-Tons aus einem Signalgenerator E8257C von Keysight Technologies

Power of ten

Die neuen Oszilloskope der Serie R&S®RTB2000 mit Touch-Display.

Die R&S®RTB2000-Oszilloskope (70 MHz bis 300 MHz) vereinen erstklassige Technik mit höchster Qualität. Sie bieten mehr Leistung bei intuitiverer Bedienung als andere Oszilloskope in ihrer Klasse – und das zu einem überzeugenden Preis.

Weitere Informationen und Bezugsmöglichkeiten finden Sie unter
www.rohde-schwarz.com/ad/rtb2000

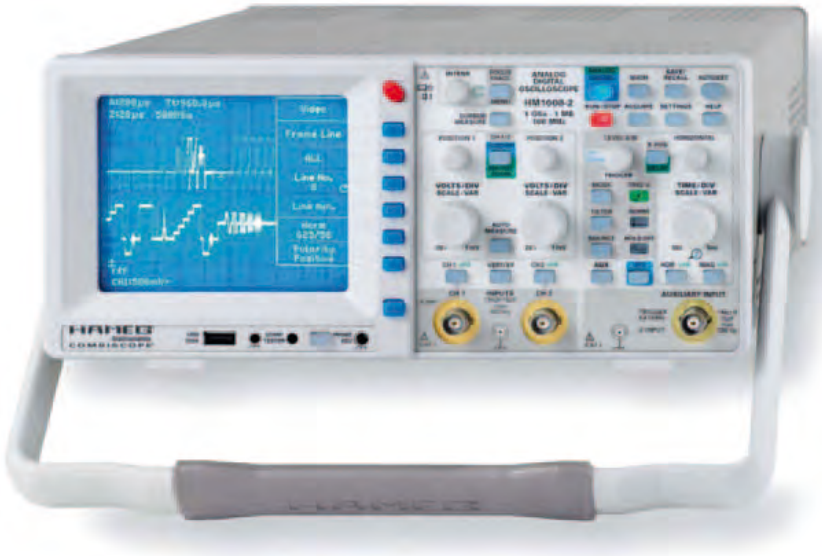
ab 1.250 €

ROHDE&SCHWARZ

hf-praxis
HF- und Mikrowellentechnik

Schwerpunkt in diesem Heft:
Messtechnik

Oszilloskope: Analog, digital oder beides?



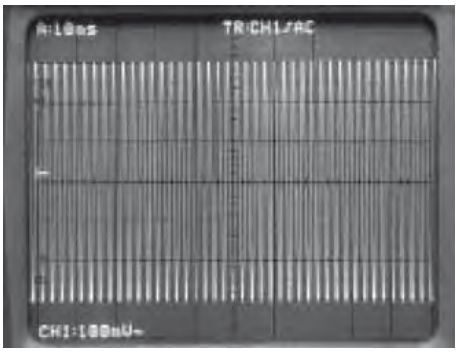


Bild 1A: Darstellung auf Analogoszilloskop mit CRT-Schirm (Cathode Ray Tube, Kathodenstrahlröhre), Signal: 430 Hz Sinus, Oszilloskop-Einstellung: Y-Ablenkung 100 mV/cm, X-Ablenkung 10 ms/cm, einwandfreies Sinussignal

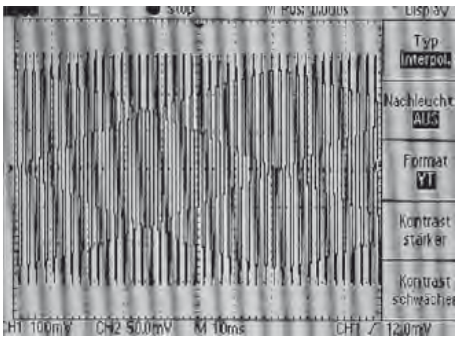


Bild 1B: Digitaloszilloskop mit LC-Anzeige, gleiches Signal und Einstellungen wie 1A, stufige Darstellung täuscht übergelagerte Signale vor (= perzeptorisches Aliasing)

Diese kurze Übersicht ist eine wertvolle Orientierungshilfe, wenn man vor der Anschaffung eines Oszilloskops steht. Denn: Ob Analog- oder Digitaloszilloskop - beide haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Dieser Beitrag soll ein realistisches Bild vom momentanen Stand der Technik aufzuzeigen.

Vielseitiges Messgerät

Mit dem Oszilloskop lassen sich Spannungen, Zeiten, Frequenzen und Tastverhältnisse bestimmen. Messraster und Cursor ermöglichen Messungen an ausgewählten Signalabschnitten, z.B. Überschwingen oder Jitter usw. Digitalmultimeter- und -zähler bieten zwar eine höhere Messgenauigkeit, aber keine optische Realtime-Darstellung des Messsignals, während man mit Digitalmetern quasi blind messen muss. Die Darstellung des Signals ist daher der entscheidende Vorteil eines Oszilloskops.

Kriterium Auflösung

Das Analogoszilloskop ermöglicht eine unterbrechungsfreie Darstellung des Messsignals, gleichgültig, in welcher Richtung der Strahl abgelenkt wird. Beim Digitaloszilloskop werden nur einzelne Punkte erfasst. In vertikaler Richtung können beispielsweise mit 8-Bit-A/D-Wandlern nur 25 Punkte pro Rasterteilung dargestellt werden. Die Horizontalauflösung wird durch die physikalischen Eigenschaften der Anzeige bestimmt. Typen mit LCD stellen nur 25 Abtastpunkte/Teilung bzw. 250 über das gesamte Raster. Eine im VGA-Modus eingesetzte Monitorröhre erhöht die X-Auflösung auf 50 Punkte/Division.

Flaschenhals Speicherkapazität

Aufgrund der begrenzten Speicherkapazität bei Digitaloszilloskopen ergibt sich ein weiteres Problem: Um den interessierenden Signalabschnitt vollständig erfassen zu können, muss in vielen Fällen die Zeitbasis verlangsamt und damit die Abtastrate verringert werden. Dadurch werden höherfrequente Signalanteile (z.B. Störimpulse) entweder gar nicht oder mit zu wenig Abtastpunkten erfasst.

Vergleich 1: Auflösung

Die beschränkte Auflösungsmöglichkeit des LC-Displays bei Digitaloszilloskopen führt zu einer stufigen Darstellung des Signals. Dieser in Bild 1A nicht vorhandene Effekt ist in Bild 1B festgehalten. Bedingt durch die geringe Auflösung mit der punktweisen Aufnahme, kann z.B. auch der Eindruck erweckt werden, als würde eine Kurve stark jittern (= wackeln). Diesen Sachverhalt verdeutlichen Bild 1C und 1D.

Vergleich 2: Interpolation und Amplitudenschwankungen

Ein 1-GS/s-Wandler tastet sein Eingangssignal z.B. im Abstand von 1 ns um. In der Zeitbasisstellung 5 ns/div. werden also

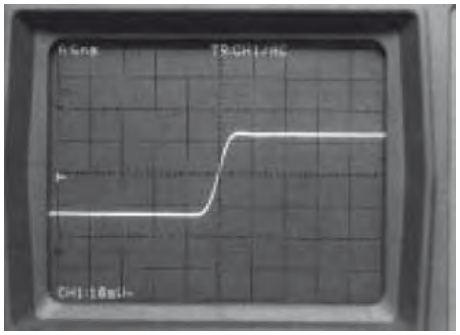


Bild 1C: Darstellung Analogoszilloskop mit CRT-Schirm, Signal: Rechteck, Oszilloskop-Einstellung: Y-Ablenkung 10 mV/cm, X-Ablenkung 5 ns/cm, einwandfreies Rechtecksignal

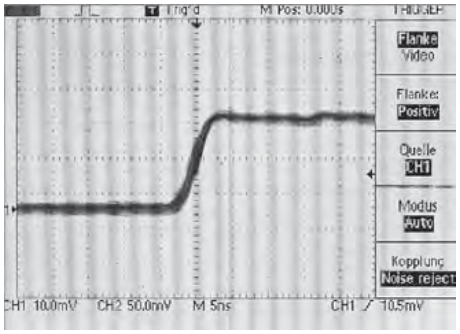


Bild 1D: Digitaloszilloskop mit LC-Anzeige, Signal und Einstellungen entsprechend 1C, Rechtecksignal (jitternd)

fünf Analogwerte pro Division erfasst und digitalisiert. Die zu 25 Punkten fehlenden 20 Werte werden interpoliert. Das Ergebnis hängt davon ab, an welcher Stelle die Abtastung erfolgte. Durch die rechnerische Aufbereitung kann die Kurve wahrscheinlich verzerrt werden. Das analog korrekt dargestellte Signal (Bild 2A) sieht im Extremfall stark deformiert aus oder weist nicht vorhandene Amplitudenschwankungen auf (Bild 2B). Eine lineare Interpolation liefert gute Ergebnisse bei etwa 10 Abtastpunkten pro Periode, oder wenn mehr als drei Abtastpunkte pro Flanke zur Verfügung stehen.

Vergleich 3: Rauschen bei reinen Digitaloszilloskopen

Aus Bild 3A und 3B ist zu ersehen, dass der Pegel des Rauschens bei Digitaloszilloskopen mit Analogzwischenspeicher (Abtastrate >500 MS/s) sehr hoch ist. Bei Analogoszilloskopen kann das Eigenrauschen praktisch vernachlässigt werden.

Das Eigenrauschen beim Digitaloszilloskop wird nicht nur vom Messverstärker, sondern zusätzlich von dem für die Digitalisierung verwendeten Prinzip bestimmt. Der eingebaute A/D-Wandler ist hierbei entscheidend, da er das Signal durch Rauschen und Nichtlinearitäten stark verfälschen kann. Speziell eines der Prinzipien, die analoge Zwischenspeicherung in CCD-Zeilen oder –Arrays, erzeugt zusätzliche Störpegel, die sich zum Quantisierungsrauschen des A/D-Wandlers addieren .

Kleine Signale messen

Besonders problematisch wird es bei Digitaloszilloskopen, wenn man Signale mit kleiner Amplitude messen will. Das starke Rauschen stört hier ebenso wie die endliche Auflösung. Hohe Y-Eingangsempfindlichkeit wird daher oftmals nur durch Dehnung der Darstellung per Software realisiert. In diesem Fall werden die Signaldaten und das Rauschen gemeinsam mit einem festen Faktor multipliziert, was das Problem zusätzlich verschärft.

Bei offenen, aber abgeschirmten Eingängen wird das starke Rauschen besonders gut sichtbar. Diesen Sachverhalt demonstrieren die Bilder 3C und 3D. Als Lösung wird oft der Average-, also Mittelwert-Modus vorgesehen. Durch ihn wird die Signaldarstellung rauschärmer, je größer die Zahl der Messungen ist, aus denen der Mittelwert gebildet wird. Da ein aus der Signalquelle stammendes Rauschen ebenfalls mitgeglät-

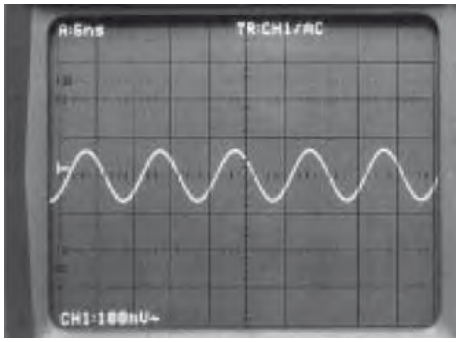


Bild 2A: Darstellung Analogoszilloskop mit CRT-Schirm, Signal: 100-MHz-Sinus, Oszilloskop-Einstellung: Y-Ablenkung 100 mV/cm, X-Ablenkung 5 ns/cm, einwandfreies Sinussignal

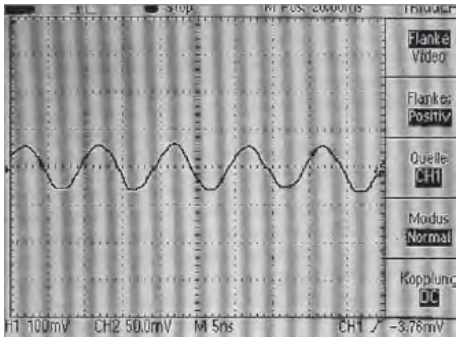


Bild 2B: Digitaloszilloskop mit LCD, Parameter wie bei 2A, durch Interpolation verfälschtes Signal

AARONIA AG
WWW.AARONIA.DE
UNLIMITED
24/7 RF
RECORDING
IN REAL-TIME

1Hz - 20GHz
Breitbandige Signal Analyse
Bis 20GHz Echtzeitbandbreite
Inkl. Software/IQ-Data Recorder
Erweiterbares System
Software Funktionen auf Anfrage
Telefon: +49 6556 93033
Mail: mail@aaronia.de
Web: www.aaronia.de
MADE IN GERMANY

Die größte Auswahl an
Messzubehör
ab Lager lieferbar

PASTERNACK
THE ENGINEER'S RF SOURCE

Komponenten für die Messtechnik

- *HF-Steckverbinder und Kabel*
- *Passive Komponenten*
- *Aktive Komponenten*
- *Messantennen*

- Abschwächer, Lastwiderstände
- variable PIN-Dioden-Abschwächer
- Adapter (koaxial und Hohlleiter)
- Filter (abstimmbar, koax, Hohll.)
- Frequenzteiler, -Vervielfacher
- PIN-Dioden-Limiter
- HF-Leistungs-Detektoren
- koaxiale Mikrowellenmischer
- kalibrierte Rauschquellen
- koaxiale 1- bis 12-fach Schalter
- Koppler (koaxial und Hohlleiter)
- Leistungsteiler
- abstimmbare SMD-Oszillatoren

MRC GIGACOMP GmbH & Co. KG
info@mrc-gigacomp.de
www.mrc-gigacomp.de
Tel. +49 89 4161599-40, Fax -45

MRC GIGACOMP
specialists in RF

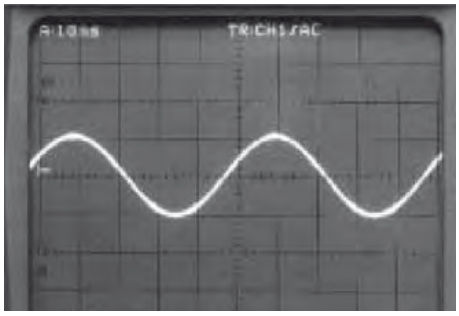


Bild 3A: Analogoszilloskop mit CRT-Schirm, Signal: 20-Hz-Sinus, Oszilloskop-Einstellung: Y-Ablenkung 2 mV/cm, X-Ablenkung 10 ms/cm, rauschfreies Signal

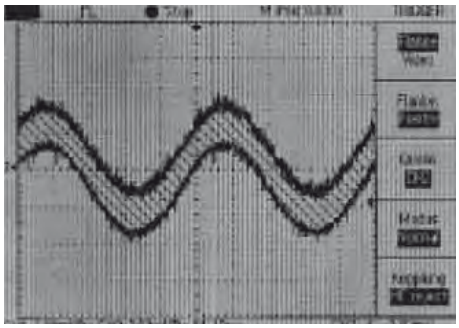


Bild 3B: Digitaloszilloskop mit LC-Anzeige, gleiche Voraussetzungen wie bei 3A, verrauschtes Signal (Min/Max-Darstellung)

tet wird, kann es passieren, dass eine stark verrauschte Quelle den Eindruck erweckt, rauscharm zu sein!

Vergleich 4: Aliasing

Aliasing kann eine verfremdete Signaldarstellung erzeugen, bei der Frequenz und/oder Amplitude falsch dargestellt werden (vgl. Bild 4A und B). Man unterscheidet zwischen dem tatsächlichen und dem perzeptorisches Aliasing (s. Bild 1B). Das tatsächliche Aliasing tritt bei Unterabtastung auf, bei der ein Signal nicht oft genug abgetastet wurde. Das Abtasttheorem setzt ein bandbegrenztes Signal voraus und besagt nur, dass ein reines Sinussignal mit mindestens zwei Abtastungen pro Periode erfasst werden muss, um es fehlerfrei rekonstruieren zu können. Mit weniger Abtastungen erfasste Signale werden in Bezug auf ihre Frequenz falsch dargestellt. Tatsächlich ist für die unverfälschte Darstellung mit einem Oszilloskop eine wesentlich höhere Zahl von Abtastungen pro Periode nötig. Die besondere Gefahr des tatsächlichen Aliasing besteht darin, dass man sein Auftreten oft nicht bemerkt und sich beim Messen auf der richtigen Seite wähnt. Das perzeptorische Aliasing eine Art optische Täuschung (s. hierzu Vergleich 1 und Bild 1B). Aliasing

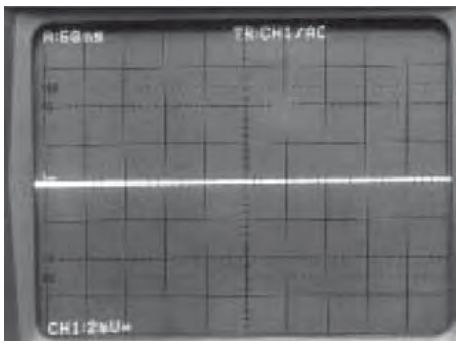


Bild 3C: Darstellung auf Analogoszilloskop mit CRT-Schirm, kein Signal, Oszilloskop-Einstellung: Y Ablenkung 2 mV/cm, X-Ablenkung 50 ms/cm, rauschfreie Nulllinie

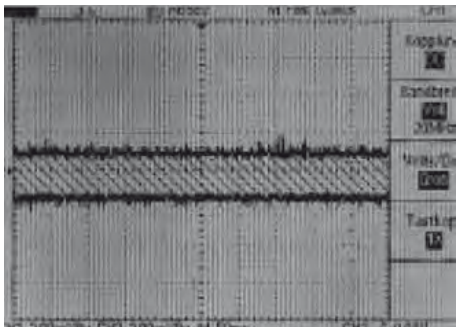


Bild 3D: Bedingungen s. 3C, Nulllinie auf Digitaloszilloskop (Min/Max-Darstellung)

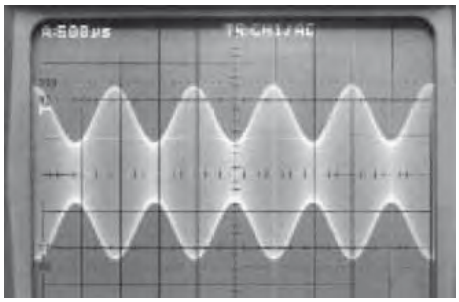


Bild 4A: Darstellung auf Analogoszilloskop mit CRT-Schirm, Signal: 1-MHz-Sinus, 1 kHz AM 50%, Oszilloskop-Einstellung: Y-Ablenkung 200 mV/cm, X-Ablenkung 500 µs/cm, Resultat: 1-kHz-AM-Signal

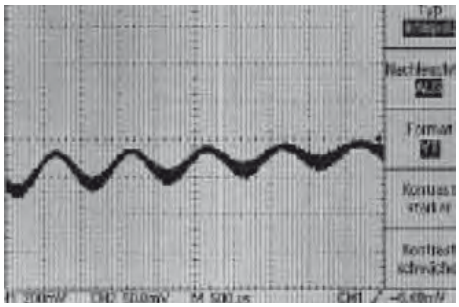


Bild 4B: Digitaloszilloskop mit LC-Anzeige, Signal wie 4A, durch Aliasing verfälscht

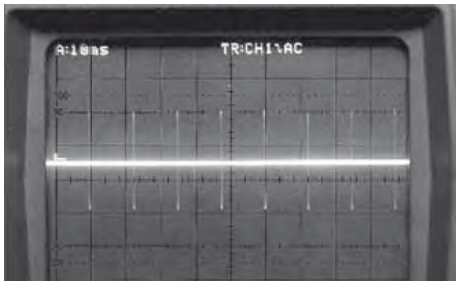


Bild 5A: Darstellung auf Analogoszilloskop mit CRT-Schirm, Signal: Burst, Oszilloskop-Einstellung: Y-Ablenkung 500 mV/cm, X-Ablenkung 10 ms/cm, gut beurteilbares Burst-Signal

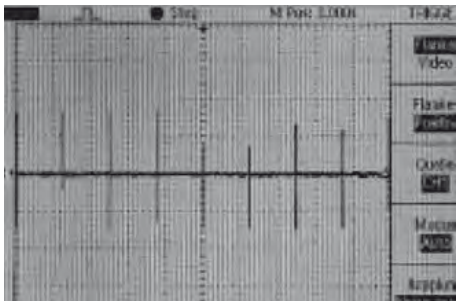


Bild 5B: Digitaloszilloskop mit LCD, Signalparameter s. 5A, Burst-Signal wird verfälscht dargestellt

ist bei Analogoszilloskopen grundsätzlich nicht möglich.

Vergleich 5: Komplexe Signale

Um den interessierenden Signalabschnitt vollständig zu erfassen, muss in vielen Fällen die Zeitbasis verlangsamt und damit die Abtastrate verringert werden. Dadurch werden höherfrequente Signalanteile entweder gar nicht oder mit zu wenig Abtastpunkten erfasst (Bild 5A und B). Komplexe Signale sind z.B. Träger- oder Videosignale. Hier können Phase, Frequenz oder Amplitude moduliert sein. Bild 5C und 5D zeigen ein Videosignal, das aus mehreren Anteilen mit unterschiedlicher Amplitude und Frequenz besteht. Helligkeitsunterschiede, die zur Schreibgeschwindigkeit umgekehrt proportional sind (und die hohe (unendliche Auflösung), liefern beim Analogoszilloskop ein einwandfreies Bild. Hier kann das Signal richtig interpretiert werden. Beim Digitaloszilloskop (Bild 5D) fehlt ein großer Teil der Informationen.

Pro und kontra

Wie gezeigt wurde, sind für viele Anwendungen Analogoszilloskope nach wie vor unersetzlich. Das Digitaloszilloskop hat seine Vorteile bei der Messung von Signalen mit geringer Repetierrate bzw. bei einmalig

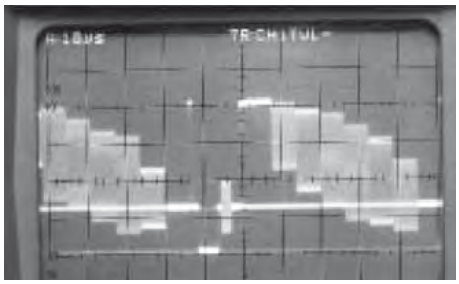


Bild 5C: Darstellung auf Analogoszilloskop mit CRT-Schirm, Signal: FBAS (Videosignal), Oszilloskop-Einstellung: Y-Ablenkung 200 mV/cm, X-Ablenkung 10 µs/cm, Resultat: unverfälschtes FBAS-Signal

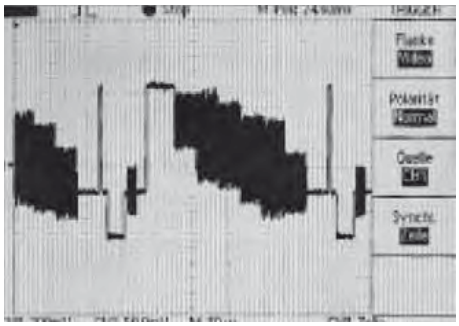


Bild 5D: Digitaloszilloskop mit LC-Anzeige, Signal wie 5C, FBAS-Signal mit Informationsverlust

auftretenden Vorgängen. Ein weiteres Plus sind die vielfältigen Triggermöglichkeiten und die Darstellung der Vorgeschichte von Signalen mit dem Pre-Trigger. Höherwertige Geräte erlauben mit einem Post-Trigger auch die Aufzeichnung der nachfolgenden Ergebnisse. Die Dokumentation via PC gestaltet sich bei einem Digitaloszilloskop wesentlich einfacher als bei einem reinen Analogoszilloskop.

Für viele Anwendungen sind jedoch Analogoszilloskope unentbehrlich. Denn diese zeigen die beste Signaltreue. Aufgrund der sehr guten Aktualisierungsgeschwindigkeit erfolgt praktisch Echtzeitbetrieb. Um dies bei Digitaloszilloskopen zu erreichen, reichten bisher auch die raffiniertesten mathematischen Kniffe und Hardwaretricks – die in der Signalrekonstruktion angewandt werden – nicht aus.

Daher wird ein kombiniertes Analog/Digital-Oszilloskop, kurz Combiscope, hinsichtlich universeller Anwendbarkeit oftmals die beste Lösung sein. Diese vielseitigen Geräte setzen auf die Kathodenstrahlröhre. Beispiele sind das HM 1507-3 mit 2 x 150 MHz und 200 MS/s und das im Aufmacherfoto gezeigte HM 1008-2 mit 2 x 100 MHz und 1 GS/s Realtime- bzw. 10 GS/s Random-Abtastrate. *(fs)*

RIGOL
Innovation or nothing

NEU!
Typisch RIGOL:
Best Price/Performance
EMI Pre-Compliance
Testlösung

Best-Preis:
ab € 1.195,-
plus MwSt.

DSA815(-TG)
und DSA832E(-TG)
Spektrumanalysatoren „Best in Class“

- 9 kHz bis 1,5 / 3,2 GHz Frequenzbereich
- bis -161 dBm (typ) Displayed Average Noise Level (DANL)
- bis - 98 dBc/Hz @10 kHz Offset Phasenrauschen
- ab 10 Hz RBW (Resolution Bandwidth) Auflösung
- Standard AM/FM Demodulation
- SSC signal seamless capture bzw. ASK/FSK Modus (Option)
- Tracking Generator (TG) Option
- u.v.m.

EMI Pre-Compliance Paket

- S1210 PC Test Software
- NFP-3 Satz Nahfeldsonden
- DSA800-EMI Treiber Option

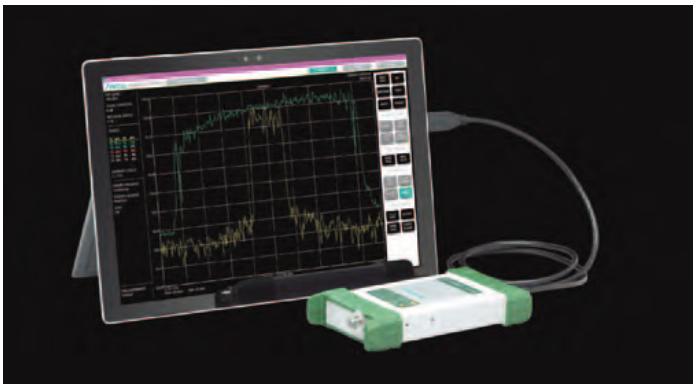
Alle Rigol Spectrumanalysatoren für Pre-Compliance Messungen/Darstellungen nach CISPR 16 Standards.

PC Software: UltraSpectrum

PC Fernsteuerung zeigt Spektrum-/Messergebnisse, Wasserfall & 3-D Diagramme, etc.

RIGOL Technologies EU GmbH
Telefon +49 89 8941895-0
info-europe@rigol.com
www.rigol.eu

Ultraportable Spectrum-Master-Familie



Die ultraportablen Millimeterwellen-Spektrumanalyzer der Spectrum-Master MS2760A-Familie von Anritsu sind in der Lage, HF-Designs auch in 5G- und E-Band-Anwendungen überprüfen zu können. Sie verhelfen Anritsus patentierten NLTL-Shockline-Technologie zum Durchbruch und tragen dazu bei, Kosten-, Größen- und Leistungsbarrieren herkömmlicher Messgeräten abzubauen. Zusätzlich zu den 5G- und E-Band-Anwendungen verbessert der MS2760A die Messverfahren erheblich und senkt die für Tests anfallenden Kosten.

Vorteile für Laboratorien

Für F&E-Techniker und Prüfingenieure in Laborumgebungen führt der MS2760A unerlässliche Spektrummessungen durch, wie z. B. die Spektrumanalyse selbst sowie Nutz-Kanal- bzw. Nachbarkanalleistungsmessungen, Messungen von Nebenwellen-Aussendungen oder die Ermittlung belegter Bandbreiten. Anwender können damit eine Genauigkeit erreichen, die im Hochfrequenzbereich nie zuvor möglich war, da der MS2760A Messungen direkt am Prüfobjekt ermöglicht. Im Gegensatz dazu benötigen herkömmliche Modelle in Benchtop-Ausführung kostspielige Kabel, die zusätzliche Verluste verursachen. Die Fähigkeit des MS2760A, Messdurchläufe im Bereich von 9 kHz bis 110 GHz durchzuführen, steigert zudem die Zuverlässigkeit der Messung.

Mit dem Spectrum Master MS2760A lassen sich in hochvolumigen Fertigungsanwendungen niedrigere Testkosten erreichen, u.a. dank seiner geringen Abmessungen. Aufgrund der Fähigkeit, kontinuierliche Messdurchläufe über den gesamten Frequenzbereich hinweg auszuführen, wird in Fertigungsumgebungen eine hohe Genauigkeit erreicht. Der Spectrum Master MS2760A erleichtert daher das Arbeiten im Rahmen von Feldtests außerordentlich.

Die Spectrum-Master-Familie MS2760A bietet Modelle für Frequenzen bis 32, 44, 50, 70 und 110 GHz. Der Spectrum Master MS2760A ist das letzte Element des wachsenden Anritsu-Portfolios ultraportabler Analysatoren, das auch den Millimeterwellen-Leistungsanalysator Power Master MA24507A und den kleinen, schnellen Antennenanalysator Site Master S331P für den Feldeinsatz umfasst.

■ *Anritsu Corporation*
www.anritsu.com

10x Oversampling bis 10 GS/s mit HDOA-Oszilloskopen

HDO-Modellreihe von Teledyne LeCroy wurde um die neuen High-Definition-Oszilloskope e HDO4000A, HDO6000A, HDO8000A und MDA800A erweitert. Sie sind mit Bandbreiten von 200 MHz bis 1 GHz erhältlich und setzen die 12-Bit-HD4096-Technologie auf bis zu acht analogen und 16 digitalen Kanälen ein. Diese Technologie wurde erstmals 2012 vorgestellt.

Die HDO-A-Oszilloskope wählen automatisch passend die optimale Darstellung der erfassten Signale je nach Bandbreite des Geräts, was zu einer deutlich genaueren Signaldarstellung führt und die Vorteile der 12-Bit-Auflösung durch Abtastraten bis 10 GS/s und 10x-Oversampling nochmals deutlich steigert. Zusätzlich kommt die MAUI-OneTouch-Benutzeroberfläche mit Gestensteuerung zum Einsatz. Das PC-System der Oszilloskope wurde mit leistungsfähigeren Prozessoren, mehr CPU-Speicher und SSD-Festplatten ausgestattet.

Wichtig Merkmale:

- Bandbreiten bis 1 GHz
- große Erfassungsspeicher bis 250 MPkt/Kanal
- hohe Abtastraten bis 10 GS/s
- durch Hardware erzielte 12-Bit-Vertikalauflöung.

Die acht Kanäle der HDO8000A-Typen sind für Anwendungen mit Tests mit hoher Spannung und/oder Dreiphasen-Stromumformung und Überprüfungen des Digital Power Managements sehr gut geeignet. Der Motor Drive Analyzer MDA800A ermöglicht die komplette Untersuchung von Dreiphasen-Motorantrieben mit statischer und dynamischer Power-Analyse mit acht Kanälen und bis 1 GHz Bandbreite.

Timing- und Parameter-Messungen am Bus ermöglichen eine schnelle und einfache Charakterisierung von seriellen Datensystemen. Messdaten können grafisch dargestellt werden, um das Systemverhalten über die Zeit zu beobachten. Anomalien auf der physikalischen Ebene werden erstmals durch neue Augendiagramm-Maskentests und den Maskenfehler-Locator lokalisiert.

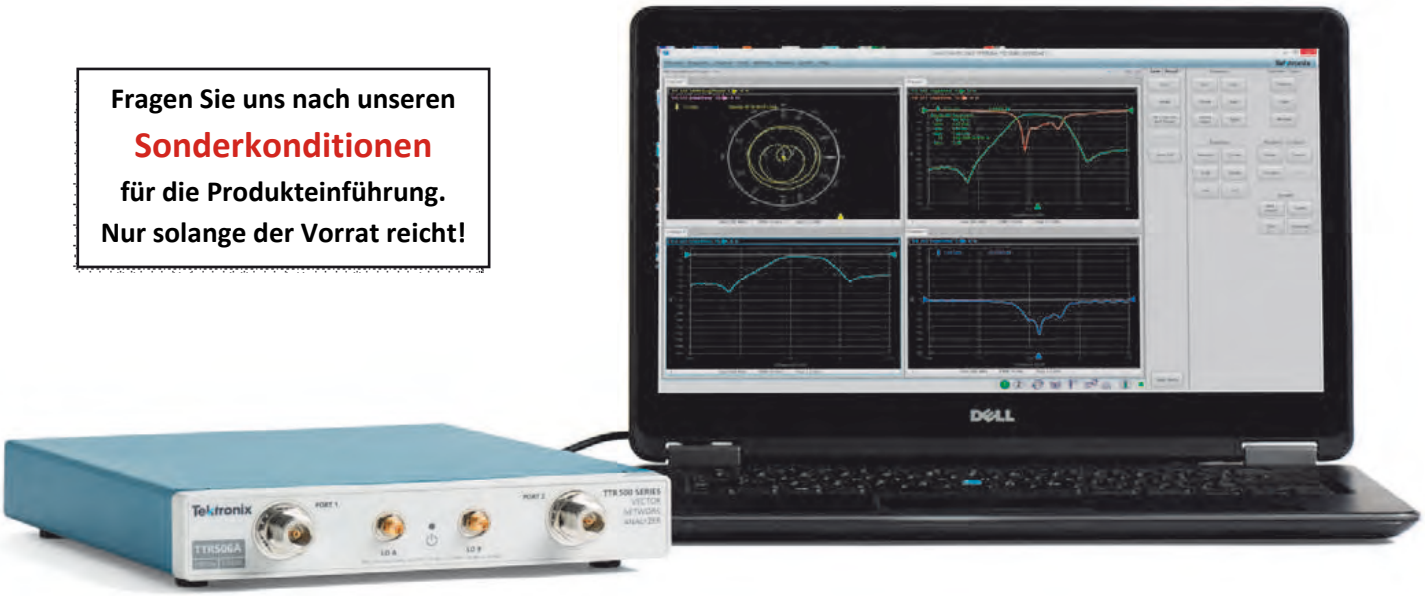
Schon die serienmäßige Auswahl an Mathematik, Messparametern, Debug- und Dokumentations-Werkzeugen ermöglicht eine umfassende Signalanalyse. Zusätzliche anwendungsspezifische Pakete optimieren den Debugging-Prozess für Design/Validierungs-Szenarien.

Die Advanced Customization Option ermöglicht die Erstellung und Integration benutzerdefinierter Parameter und Mathematikfunktionen aus C/C++, MATLAB, Excel, JScript oder Visual Basic in die Verarbeitungskette des Oszilloskops.

■ *Teledyne LeCroy*
www.teledyne.com

Tektronix®

Fragen Sie uns nach unseren
Sonderkonditionen
für die Produkteinführung.
Nur solange der Vorrat reicht!



USB gesteuerte Vektor-Netzwerk-Analysatoren von Tektronix

- Ideal für Entwicklung und Fertigung von aktiven und passiven Komponenten durch:
- Kompakte Abmessungen (kleiner als DIN A4), geringes Gewicht (1,6kg)
- Geringe Stromaufnahme (<20W)
- Interne Bias-Tees für den Test von aktiven Bauteilen
- Großer Dynamikbereich von 122dB
- Ausgangsleistung -50dBm bis +7dBm
- TTL-Trigger-Eingänge
- Steuerung über Windows-PC und USB 2.0
- 3 Jahre Garantie, erweiterbar auf 5 Jahre
- TTR503A: 100kHz bis 3GHz, ab 8920 EUR netto
- TTR506A: 100kHz bis 6GHz, ab 11900 EUR netto

Brandneu vom Hersteller der berühmten
USB-Echtzeit-Spektrumanalysatoren
mit DPX® (Digital Phosphor) Technologie

Tektronix VectorVu PC-Software

- Wird kostenfrei mitgeliefert
- Simulationsmodus für die nachträgliche Datenanalyse
- Touchstone Dateiformat für den Export von S-Parametern
- SCPI Interface für automatisierte Testumgebungen
- LabView Treiber optional

MRC GIGACOMP GmbH & Co. KG, info@mrc-gigacomp.de, www.mrc-gigacomp.de
Bahnhofstraße 1, 85354 Freising, Telefon +49 8161 98480, Fax +49 8161 984820
Grassinger Str. 8, 83043 Bad Aibling, Tel +49 89 416159940, Fax +49 89 416159945

MRC GIGACOMP
specialists in RF

Neues Oszilloskop bietet vier präzise Differenzialkanäle

Das hochauflösende Differenzialoszilloskop PicoScope-4444von Pico Technology verfügt über vier signalgerechte Differenzial-Eingangskanäle und eine Reihe von Zubehörteilen für Messungen von Millivolt- bis zu 1000 V CAT III-Anwendungen.

In der Praxis müssen häufig Niederspannungsmessungen meist bei hohen Gleichtaktstörungen und verschiedenen Offset-Spannungen vorgenommen werden. Oszilloskope mit Referenzerdung benötigen dazu zwei Eingangskanäle und eine A-B-Rechenfunktion, um das relevante Differenzialsignal zu beobachten. Ein Oszilloskop mit Bezugserdung darf nicht eingesetzt werden, da es einen Kurzschluss verursachen würde. Externe Differenzialsonden bieten eine Lösung, aber sie sind teuer und umständlich, da jede Sonde ihren eigenen Netzanschluss benötigt. Das PicoScope 4444 verfügt über Differenzialeingänge und bietet die Wahl zwischen einer 1:1-Niederspannungs- und

einer 25:1-1000V CAT III-Sonde, um diese beiden Probleme anzusprechen.

Außerdem ist das Oszilloskop mit einer neuen Sondenschnittstelle ausgestattet, die nicht nur das zu messende Differenzialsignal liefern sondern auch Netzanschlüsse für aktive Sonden wie Hall-Effektsonden des AC/DC-Typs erstellen kann. Das Oszilloskop erkennt eine angeschlossene kompatible Sonde und nimmt die Einstellungen für die entsprechenden Einheiten sowie die vertikalen Justierungen in der PicoScope-6-Software vor. Kompatible Sonden für jeden Einsatz sind:

- PicoConnect 441: passive 1:1-20-MHz Differenzial-Spannungsmesssonde
- PicoConnect 442: 1000 V CAT III passive 25:1-10 MHz Differenzial-Spannungsmesssonde
- TA300 40 A AC/DC 300 V CAT III, 100-kHz-Stromzange
- TA301 200/2000 A AC/DC, 150 V CAT II, 20 kHz, Stromzange
- TA299 D9-Dual BNC-Adapter
- TA271 D9-BNC-Adapter

■ *Pico Technology*
www.picotech.com

Oszilloskop bietet Messoptionen für schnelle, serielle Schnittstellen bis 5 GBit/s

Die Modelle der R&S-RTO2000-Oszilloskop-Serie mit einer Bandbreite von 6 GHz sind durch neue Testoptionen bestens gerüstet für Tests an schnellen Kommunikationsschnittstellen. Die neuen Testoptionen unterstützen die 5-GBit/s-Schnittstellen SuperSpeed-USB und PCI Express (PCIe) 2.0. Hinzu kommt eine neue Lösung für USB Power Delivery (USB-PD).

Hintergrund

Da schnelle serielle Kommunikationsschnittstellen wie SuperSpeed-USB und PCIe2.0 inzwischen in vielen Geräten zu finden sind, benötigen Entwickler bei der Inbetriebnahme von Schaltungen sowie bei der Fehlersuche einfach zu bedienende Werkzeuge, die diese Schnittstellen unterstützen. Die derzeit wohl kompakteste Lösung von Rohde & Schwarz besteht aus dem Oszilloskop R&S RTO2064, Testoptionen für die entsprechenden Schnittstellenstandards

sowie breitbandigen modularen Tastköpfen R&S RT-ZM60 zum Kontaktieren des Prüfobjekts.

Mit folgenden neuen Testoptionen erweitert Rohde & Schwarz sein Angebot um je eine Trigger- und Decodier-Software für SuperSpeed-USB (USB 3.1 Gen1), PCIe 1.1/2.0 und USB-PD sowie eine Compliance-Testoption für PCIe 1.1/2.0.

Alle neuen Trigger- und Decodier-Optionen unterstützen Anwender bei der Suche nach Fehlern, die im Zusammenhang mit SuperSpeed-USB-, PCIe-2.0 - oder USB-PD-Übertragungen auftreten. Damit können mit dem R&S RTO2000 zeitkorreliert zum Protokoll-Trigger-Event weitere Messungen im Zeit- und Frequenzbereich dargestellt werden. Die Ergebnisse der Analyse können auch tabellarisch mit sämtlichen Protokolldetails und zugehörigem Zeitstempel anzeigt werden. Einzigartig ist auch die Analysemöglichkeit auf verschiedenen Protokollebenen.

Für PCIe hat Rohde & Schwarz seine R&S Compliance TestSuite um Compliance-Tests für PCIe 1.1/2.0 erweitert. Die Testoption ermöglicht eine automatisierte Compliance-Verifizierung des physikalischen Layers bis 2,5 GBit/s. Die neuen Software-Optionen R&S RTO-K61 USB 3.1 Gen1 T&D, R&S RTO-K72 PCIe 1.1/2.0 T&D und R&S RTO-K81 PCIe 1.1/2.0 Compliance Test sind speziell für das Scope R&S RTO2000 mit 6 GHz Bandbreite ausgelegt.

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

SIX DAYS ■ THREE CONFERENCES ■ ONE EXHIBITION

EUROPEAN MICROWAVE WEEK 2017
NÜRNBERG CONVENTION CENTER,
NUREMBERG, GERMANY
8TH - 13TH OCTOBER 2017

EUROPEAN MICROWAVE WEEK
NÜRNBERG CONVENTION CENTER
NUREMBERG, GERMANY
8TH-13TH OCTOBER 2017
www.eumweek.com

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

The Conferences (8th - 13th October 2017)

- European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC) 9th - 10th October 2017
- European Microwave Conference (EuMC) 10th - 12th October 2017
- European Radar Conference (EuRAD) 11th - 13th October 2017
- Plus Workshops and Short Courses (From 8th October 2017)
- In addition, EuMW will include for the 8th year, the Defence, Security and Space Forum on 11th October 2017

DISCOUNTED CONFERENCE RATES

Discounted rates are available up to and including 8th September 2017.

Register NOW and SAVE!

Registration is available after this date and up to 13th October at the standard rate.

The FREE Exhibition (10th - 12th October 2017)

ENTRY TO THE EXHIBITION IS FREE! Register today to gain access to over 300 international exhibitors and take the opportunity of face-to-face interaction with those developing the future of microwave technology. The exhibition also features exhibitor demonstrations, industrial workshops and the annual European Microwave Week Microwave Application Seminars (MicroApps).

EuMA European Microwave Association

Organised by: horizon house

Official Publication: Microwave Journal

Co-sponsored by: IEEE

Co-sponsored by: MTT-S

Supported by: IET The Institution of Engineering and Technology

Supported by: VDE ITG

EuMIC 2017
The 12th European Microwave Integrated Circuits Conference
Co-sponsored by:

47TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 2017
The 47th European Microwave Conference
Co-sponsored by:

EuRAD 2017
The 14th European Radar Conference
Co-sponsored by:

Register online now as a delegate or visitor at: **www.eumweek.com**

HF-Know-how für die untere Preisklasse

Bild 1: Das Einsteiger-Oszilloskop RTB2000 bietet Funktionen, die bisher nur bei deutlich kostspieligeren Geräten zur Verfügung standen.

Bild 2: Ein großes Display mit hervorragender Auflösung ist eines der Merkmale des neuen Spektrumanalysators FPC1000

Rohde & Schwarz stellte zwei neue „Einsteiger-Geräte“ mit hervorragenden Preis-/Leistungsverhältnis vor, die sich für den Einsatz in Entwicklung, Produktion, im Service und im Ausbildungsbereich eignen.

Dabei handelt es sich um keine minimal ausgestatteten „Einfachstlösungen“, sondern um mit allen erforderlichen Bedienungsfunktionen und technischen Eigenschaften ausgestattete Geräte.

Das Einsteiger-Oszilloskop RTB2000 wurde gleichzeitig mit dem Spektrumanalysator R&S FPC1000 der Fachwelt vorgestellt. Beide Geräte zeichnen sich durch ein bisher nicht erreichtes Preis-/Leistungs-Verhältnis aus.

Das neue Oszilloskop-Einsteigermodell ist bereits ab 1.250 Euro erhältlich und bietet Funktionen, die bislang nur bei deutlich kostspieligeren Oszilloskopen zur Verfügung standen. Das R&S RTB2000 ist das erste Gerät, das in bewährter Qualität sowohl Touchscreen-Bedienung als auch eine vertikale Auflösung von 10 Bit zu einem extrem konkurrenzfähigen Preis bietet. Während der letzten drei Jahrzehnte erreichten Oszilloskope meist eine vertikale Auflösung von 8 Bit, wodurch ein Signal einer von 256 vertikalen Positionen zugewiesen werden kann. Im R&S RTB2000 ist ein hauseigener 10-bit-A/D-Wandler mit 1024 vertikalen Positionen verbaut , wodurch die Auflösung jetzt viermal höher als bei anderen Oszilloskopen dieser Klasse ist.

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

10 Msample Memory

Neben Bandbreite und Abtastrate ist die Speichertiefe das wichtigste Kriterium, das über die die vielfältige Einsetzbarkeit eines Oszilloskops entscheidet. Die neuen Oszilloskope bieten 10 MSample Erfassungsspeicher pro Kanal, im Interleaved-Modus sogar 20 Msample. Durch diese größere Speichertiefe profitieren Anwender von längeren Erfassungszeiten für ihre Test- und Troubleshooting-Aufgaben. Darüber hinaus lässt sich der standardmäßige Speicher optional zu einem segmentierten Speicher mit 160 MSample erweitern.

10,1“-Display mit Touchscreen-Bedienung

Die R&S RTB2000 Serie ist mit einem beeindruckenden kapazitiven 10,1“-Touchscreen ausgestattet. Die kapazitive Touch-Bedienung wird für Benutzer von Oszilloskopen immer wichtiger, da sich das Gerät deutlich schneller und effektiver bedienen lässt.

Die Oszilloskope der R&S RTB2000-Serie sind mit zwei oder vier Kanälen und Bandbreiten von 70, 100, 200 oder 300 MHz erhältlich. Der Preis startet bei 1.250 Euro in der 2-Kanal-70-MHz-Basisversion. Eine Reihe von Upgrade-Optionen stehen zur Verfügung, beispielsweise 16 integrierte digitale Kanäle mit der Mixed-Signal-Oszilloskop (MSO)-Option, Pro-

Bild 3: Die Bedienungsmöglichkeiten des FPC1000 lassen kaum Wünsche offen

5-in-1-Messgerät leistungsstärkerem Oszilloskop und Funktionsgenerator

National Instruments stellte ein neues und leistungsstärkeres Modell des „5-in-1-Messgeräts“ VirtualBench vor: Das VB-8054 bietet 500 MHz analoge Bandbreite für die Erfassung sowie Sinussignalerzeugung bis 40 MHz. Es vereint fünf der meist verwendeten Messgeräte in nur einem Gerät, ohne deren Leistungsfähigkeit einzuschränken, und ermöglicht so Kosten- und Platzeinsparungen. Dank moderner Software und einer intuitiven Programmierschnittstelle sorgt VirtualBench für eine effizientere Interaktion mit Benchtop-Messgeräten sowie einfachere Entwicklung kostengünstiger automatisierter Prüfsysteme.

Neue Funktionen des VB-8054

- Mixed-Signal-Oszilloskop mit 4 Kanälen, 500 MHz, 2 GS/s Sample-Rate und Logikanalysator (34 Digitalkanäle)
- Funktionsgenerator für Sinussignale bis max. 40 MHz, Rechtecksignale bis 5 MHz, Rampen- und Dreiecksignale sowie DC- und arbiträre Signalverläufe

Weitere Funktionen der VirtualBench-Produktreihe

- Digitalmultimeter mit 5 ½ Stellen, 300 V Eingangsbereich
- einstellbares Netzgerät (bis 3 A) mit 3 Kanälen sowie 8 universellen Digital-I/O-Kanälen
- Intuitive, einheitliche Softwareansicht aller fünf Messgeräte
- Darstellung auf größeren Anzeigen, schnelles Speichern von Daten und Screenshots
- Verbindung mit Windows-PCs über USB, Ethernet und WLAN und mit iPads über WLAN
- Programmierschnittstelle zur Automatisierung von Messungen in LabVIEW oder C

Die VirtualBench-Anwendung erfordert keine Installation und wird bei Anbindung über USB unter Windows automatisch geladen. VirtualBench bietet u. a. Digital-Phosphor-Technologie für die parallele Darstellung mehrerer Signalerfassungen, einen XY-Modus für die grafische Gegenüberstellung von Kanälen und einen „Smart Capture“-Modus für die freihändige Erfassung sich wiederholender, stabiler Signalverläufe. Damit Anwender ihre VirtualBench-Investition wahren können, stellt NI bei der Veröffentlichung neuer Funktionen kostenlose Soft- und Firmware-Updates zur Verfügung. Die Größe und der günstige Preis tragen auch zu Senkung der Prüfkosten in der Produktion bei.

Die VirtualBench-Hardware ist in drei Varianten mit analogen Oszilloskopbandbreiten von 100, 350 oder 500 MHz erhältlich. Sie deckt eine Vielzahl von Anwendungen und Budgetrahmen ab und eignet sich optimal für Hochschullabore, Prüfstände zur Hardwarecharakterisierung und -fehlerbehebung sowie für automatisierte Prüfsysteme.

■ *National Instruments*
www.ni.com

tokolldekodierung und –triggerung für serielle Busse nach verschiedenen Industriestandards sowie ein arbiträrer Funktions- und 4-bit-Patterngenerator.

Spektrumanalysator FPC1000

Der R&S FPC1000 von Rohde & Schwarz ist ein neuer Spektrumanalysator der unteren Preisklasse. Er er vereint ausgezeichnete Qualität mit innovativen Funktionen und bietet flexible Upgrade-Möglichkeiten über Keycodes, solide HF-Performance, das größte Display seiner Klasse sowie integriertes WiFi zur drahtlosen Fernsteuerung.

Der neue FPC1000 wartet mit in seiner Klasse außergewöhnlich guten Leistungsmerkmalen auf. Er wurde in Deutschland auf Grundlage der gleichen hohen Qualitätsstandards entwickelt, wie sie bei High-End-Instrumenten üblich sind. Der Spektrumanalysator bietet einen zukunftssicheren, über Keycodes erweiterbaren Funktionsumfang.

Er ist mit einem großen, hochauflösenden Display ausgestattet und bietet darüber hinaus intelligente drahtlose Fernsteueroptionen über Apps oder PC-Software. Das Basismodell des R&S FPC1000 deckt einen Frequenzbereich von 5 kHz bis 1 GHz ab, der per Software-Upgrade auf 2 GHz oder 3 GHz erweitert werden kann. Upgrades können nach Bedarf erworben werden und sind nach Eingabe eines Keycodes sofort einsatzbereit. Eine Neukalibrierung ist nicht erforderlich.

Sehr gute HF-Performance

Der R&S FPC1000 bietet standardmäßig ein niedriges Grundrauschen von -150 dBm (typ.), das durch einen optionalen, per Keycode aktivierbaren, Vorverstärker auf -165 dBm (typ.) gesenkt werden kann. Das Gerät verträgt bis zu 2 Watt HF-Eingangsleistung und kann bis 1 W (30 dBm) messen. In Kombination mit dem niedrigen Grundrauschen und hoher maximaler Eingangsleistung erreicht der R&S FPC1000 eine außergewöhnlich große Messdynamik. Auch die erstaunliche Auflösebandbreite des R&S FPC1000 ist mit 1 Hz in dieser Klasse nicht zu finden. Das Display misst 10,1 Zoll (26 cm) in WXGA-Auflösung. Es ist um 26 Prozent größer und bietet die 2,6-fache Auflösung verglichen mit bisherigen Spektrumanalysatoren der Einsteigerklasse.

Einfache virtuelle Bedienung

Der R&S FPC1000 ist einfach fernbedienbar. Zusätzlich zum standardmäßigen, drahtgebundenen Ethernet-Anschluss bietet er optional auch eine drahtlose WLAN-Schnittstelle. Mit R&S InstrumentView für Microsoft Windows sowie den R&S MobileView-Plattformen auf iOS/Android App-Basis können Messungen unabhängig von Ort und Zeit durchgeführt werden. Der R&S FPC1000 ist ab sofort bei Rohde & Schwarz und ausgewählten Vertriebspartnern erhältlich.

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

Funktionsgeneratoren und Decode-Optionen für Oszilloskope

Rigol Technologies stellt eine Reihe von Innovationen vor, darunter das Modell DG1022Z, einen multifunktionalen Generator aus der Familie schneller und leichter zu bedienender Arbiträr/Funktionsgeneratoren, der eine Reihe von Tests durch die Kombination vieler Funktionen in einem Instrument ermöglicht. Die Geräte kombinieren die Anwendungsfelder Funktions-Generator, Arbitrary-Waveform-Generator, Puls-Generator, Harmonic-Generator, und Analog/Digita-Modulation sowie eine Zählerfunktion. Neben der bisher genutzten Direct-Digital-Synthesizer-Technologie (DDS), die sehr stabile, präzise und gering verzerrte Signale liefert, wird der Signal-Jitter durch die neue, innovative Signal-Fidelity-Technologie „SiFi“ auf 200 ps reduziert.

- Bandbreite: 25 MHz für Sinus- und Rechteck-Signale
- Zwei standardmäßige, voll funktionsfähige und unabhängig operierende Kanäle
- Integrierte Kurvenformen: 160
- Modulationsarten: AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, PWM
- Kommunikations-Standard-Schnittstellen: USB Host&Device, und LAN (LXI Core Device 2011).

Für die Mid-Range-Oszilloskope der Serie DS/MSO4000 stehen jetzt Decode-Optionen für LIN und CAN-Bus zur Verfügung, was diese Instrumentenserie noch attraktiver macht. Anwender können so den Einstieg in die Oszilloskop-Serie DS/MSO4000 mit einem kostengünstigen Modell preiswert gestalten und bei Bedarf, beispielsweise bei Änderung der Messaufgaben, das Gerät mittels einfachem Software-Upgrade auf eine höhere Geräte-Bandbreite bringen. Dazu bietet Rigol drei Upgrade-Optionen an, die sich auch auf bereits erworbenen Oszilloskopen implementieren lassen. Voraussetzung hierfür ist, dass die neueste Version der Firmware installiert wurde.

■ *Rigol Technologies Europe GmbH*
info-europe@rigol.com
www.rigol.eu

50/100-MHz-Oszilloskope mit professioneller Ausstattung

Keysight Technologies präsentiert eine neue, äußerst preisgünstige Oszilloskop-Familie, die sich ein umfangreiches Funktionsangebot auszeichnet und für „Einsteiger“ zahlreiche Hilfen im Lieferumfang enthält:

- Ideal für Studenten und Oszilloskop-“Neulinge“
- Im Lieferumfang: Ausbildungs-/Schulungs-Kit mit Trainingssignalen und einem umfangreichen „Lab Guide“
- Die Oszilloskope vereinen die Funktionen von sechs verschiedenen Messgeräten, darunter ein Frequenzgang-analysator mit Bode-Diagrammdarstellung.

Bei den neuen Oszilloskopen der InfiniiVision 1000 X-Serie handelt es sich um eine besonders preisgünstige Familie, denn das Einstiegsmodell gibt es schon für unter 450,- USD. Angeboten werden Modelle mit 50 bis 100 MHz Bandbreite, die auf Keysights eigener ASIC-Technologie basieren. Sie bieten eine professionelle Funktionsausstattung einschließlich branchenführender, Software-basierender Analysefunktionen und vereinen die Funktionen von sechs Messgeräten („6-in-1“).

Die 1000-X-Serie nutzt Keysights einzigartige MegaZoom-IV-Technologie, die auf kundenspezifischen ASICs basiert und eine hohe Signalaktualisierungsrate von 50.000 Signalen/s ermöglicht. Das erleichtert die Erfassung zufälliger oder sporadischer Störsignale und Anomalien, die den meistenn Oszilloskopen dieser Preisklasse entgehen würden. Die 1000-X-Serie arbeitet mit einer hohen Abtastrate von bis zu 2 GSa/s und wird standardmäßig mit zwei Tastköpfen geliefert. Der segmentierbare Signalspeicher ermöglicht die optimale Ausnutzung der Speicherkapazität, und spart bei der Signalanalyse Zeit.

Upgrade auf 32-GBaud-PAM4-BER-Testlösungen

Anritsu hat zwei Upgrades für den Signalqualitäts-Analysator der MP1800A-Baureihe angekündigt, was die Angebotspalette für 32-GBaud-PAM4-BER-Testlösungen verstärkt. Der neue 32-GBaud-Power-PAM4-Konverter G0375A und der 32-Gbaud-PAM4-Decoder G0376A mit CTLE unterstützen PAM4-Eingangstests und BER-Messungen, wie sie in den Standards 200GbE/400GbE und CEI-56G der neuen Generation festgelegt sind.

Um den Bedarf an höheren Geschwindigkeiten zwischen Servern und Netzwerkausrüstungen in Zukunft gerecht zu werden, setzt der Ethernet-Standard 200GbE/400GbE der nächsten Generation nicht nur auf schnellere Symbolraten und mehrere Lanes – es wird auch Pulse Amplitude Modulation als Möglichkeit zur Erhöhung der Übertragungsrate eingesetzt. Mit der Entwicklung der nächsten Generation der PAM4-Verbindungsstandards spielt eine Lösung zur Messung der Signalintegrität – mittels 32-GBaud-PAM4-Signalerzeugung mit hoher Amplitude und BER-Messung mit hoher Qualität und Genauigkeit – eine tragende Rolle.

Der MP1800A ist ein modularer BERT-Tester, zum Messen von Mehrkanal-Breitband-Schnittstellen mit bis zu 64 Gbit/s. Die neuentwickelten G0375A und G0376A sind Remote Heads für die 32G-Pulsmustergeneratoren (PPG)/Fehlerdetektoren (ED) der MP1800A-Baureihe, um eine Erweiterung des NRZ-Messgerätes für PAM4-Messungen bereitzustellen.

Durch die Kombination des G0375A mit dem 28G/32Gbit/s-Pulsmustergenerator MU183020A werden zwei 32-Gbit/s-NRZ-Signale so konvertiert, dass sie ein PAM4-Signal mit einer Amplitude von 4,4-V-Spitze-Spitze (differential, max.) ausgeben. Mit der integrierten PAM4-Decodierungs- und CTLE-Funktion unterstützt der G0376A die Messung von PAM4-decodierten Binärsignalen unter Verwendung des 28G/32Gbit/s-Hochempfindlichkeits-ED MU183040B. Außerdem unterstützt die Kombination mit der CTLE-Funktion Performance-Tests mit hoher Effizienz und Eingangssignal-Empfindlichkeit.

■ *Anritsu Corp.*
www.anritsu.com

Die neuen Oszilloskope sind eine ideale Lösung für Oszilloskop-"Neulinge" und Studenten. Sie sind nicht nur ungewöhnlich preisgünstig, sondern auch sehr einfach einzustellen und zu bedienen. Das intuitive Frontplattendesign und die integrierte Hilfe-Funktion machen es auch Einsteigern leicht, Signale zu analysieren und schnell zu Ergebnissen zu gelangen.

Die Modelle der 1000 X-Serie werden standardmäßig mit einem Ausbildungs-/Schulungs-Kit geliefert. Das Kit umfasst diverse Trainingssignale, einen umfangreichen, Oscilloscope Lab Guide', ein Tutorial speziell für Studenten in den Anfangssemestern und eine für Dozenten und Laborassistenten bestimmte PowerPoint-Präsentation über Grundlagen von Oszilloskopen.

Durch die Integration der Funktionalitäten von sechs verschiedenen Messgerätetypen repräsentieren die Oszilloskope der 1000 X-Serie dem Anwender einen hohen Gegenwert für sein Geld, außerdem sparen sie Platz. Sämtliche Modelle bieten, zusätzlich zu den Funktionen eines hochwertigen Oszilloskops, die Funktionen eines Protokollanalysators, eines Digitalvoltmeter und eines Frequenzzähler. Die Modelle EDUX1002G und DSOX1102G enthalten darüber hinaus noch einen Frequenzgang-Analysator und einen WaveGen-Funktionsgenerator. Der integrierte Funktionsgenerator und Frequenzgang-Analysator erleichtern es Dozenten, ihren Studenten die Grundlagen des Bode-Diagramms zu erklären.

Die Oszilloskope der 1000-X-Serie enthalten nicht weniger als 24 automatische Messfunktionen, um Signale schnell und einfach zu analysieren und mit einem einzigen Tastendruck die wichtigsten Signalparameter zu bestimmen. Mittels zeittorgesteuerter FFT lassen sich Zeit- und Frequenzebenen-Phänomene korrelieren und gleichzeitig auf dem Bildschirm darstellen. Die Oszilloskope ermöglichen außerdem die schnelle Identifizierung von Signalfehlern mit Hilfe von Grenzwertmaskentests.

Decodier- und Analysefunktionen für serielle Protokolle sind verfügbar, beispielsweise für die in Embedded- und Automotive-Anwendungen verbreiteten Schnittstellen/Bussysteme I^2C, SPI, UART/RS232, CAN und LIN.

■ *Keysight Technologies*
www.keysight.com

SEMATRON DEUTSCHLAND GmbH
www.sematron.de
SEMATRON DEUTSCHLAND GmbH
Nußstr. 49
53340 Meckenheim
Telefon: +49 22 25 / 70 45 1 87
Telefax: +49 22 25 / 70 20 51
E-Mail: info@sematron.de
Ihr Partner für
SYSTEME/GERÄTE
SATELLITENKOMMUNIKATION
RF- und mmW-KOMPONENTEN
ENTWICKLUNG bis 240 GHz

Die populärsten Verfahren der Rauschmessung

Rauschen kann man auf recht verschiedene Weise ermitteln, angefangen von der Messung mit analogem oder digitalem Oszilloskop, über die Messung mit RMS-Konverter, RMS-Voltmeter (Root Mean Square, echter Effektivwert) oder Spektrumanalysator bis hin zur thermischen Rauschleistungsmessung. Dieser Beitrag stellt drei für drahtlose Kommunikationssysteme bewährte und zeitgemäße Messverfahren vor.

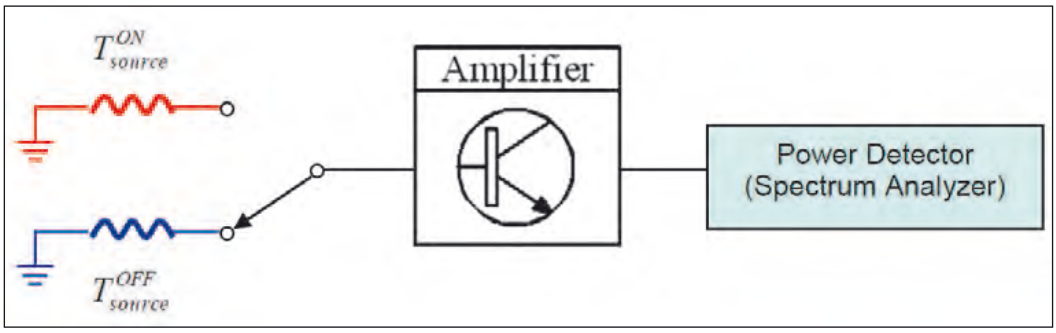


Bild 1: Schema der Y-Faktor-Methode. Der Unterschied im Rauschmaß der Quellen (unten „kalt", oben „heiß") beträgt oft 10 dB (z.B. 5/15 dB), Quelle: [1]

Dabei handelt es sich um die Y-Faktor- oder Heiß-kalt-Methode, die Gain- oder Cold-Noise-Methode und die Verwendung eines Rauschmessplatzes (Noise Figure Analyzer).

Messprinzipien

Eine Rauschmessung zielt immer nur auf den Effektivwert ab. Es gibt grundsätzlich mindestens drei prinzipielle Herangehensweisen, ein Rauschmaß zu ermitteln:

- Methode 1: Messung des Ausgangsrauschens
- Methode 2: Signaleinspeisung mit dem Ziel 0 dB Rauschabstand am Ausgang
- Methode 3: Rauscheinspeisung mit dem Ziel 3 dB Rauscherhöhung am Ausgang

Wird bei Methode 1 der Eingang normgerecht beschaltet (abgeschlossen) und nicht etwa offen gelassen, dann sollten alle Methoden zum gleichen Ergebnis führen. Eine Unschärfe bei Methode 1 und 2 liegt darin, dass die hier erforderliche Rauschbandbreite meist nicht exakt kalkuliert werden kann. Methode 1 erlaubt das Ermitteln von Zusatzinformationen (Eingang offen oder kurzgeschlossen). Theoretisch ergeben sich dabei Abweichungen von 3 dB (entsprechend $\sqrt{2}$ bei Spannungen). Praktisch sind die Unterschiede deutlich geringer, da in der Theorie praxisfremd angenommen wird, alles Rauschen würde einzig und allein dem wirksamen Widerstand am/im Eingang entstammen. Allerdings: Je kleiner das Rauschmaß, umso mehr nähert sich die praktische Situation diesem theoretischen Szenario.

Da ein am Eingang kurzgeschlossener wie auch unbeschalteter Verstärker nichts verstärken bzw. ein Empfänger nichts empfangen kann, ist es sinnvoll, die Rauschmaß- bzw. Empfindlichkeitsangabe an einen normgerechten Abschluss des Eingangs zu binden. Ob der Ausgang belastet wurde oder nicht, spielt zwar bezüglich der Rauschspannung/Rauschleistung am Ausgang, nicht jedoch bezüglich des Rauschmaßes bei allen drei Methoden eine Rolle. Denn die mit Belastung des Ausgangs sinkende Spannungsverstärkung wäre in der Rauschmaßberechnung zu berücksichtigen mit dem Effekt, dass sie die gesunkene Ausgangsrauschspannung exakt kompensieren würde. Das thermische Rauschen des Lastwiderstands kann man in der Praxis getrost vernachlässigen.

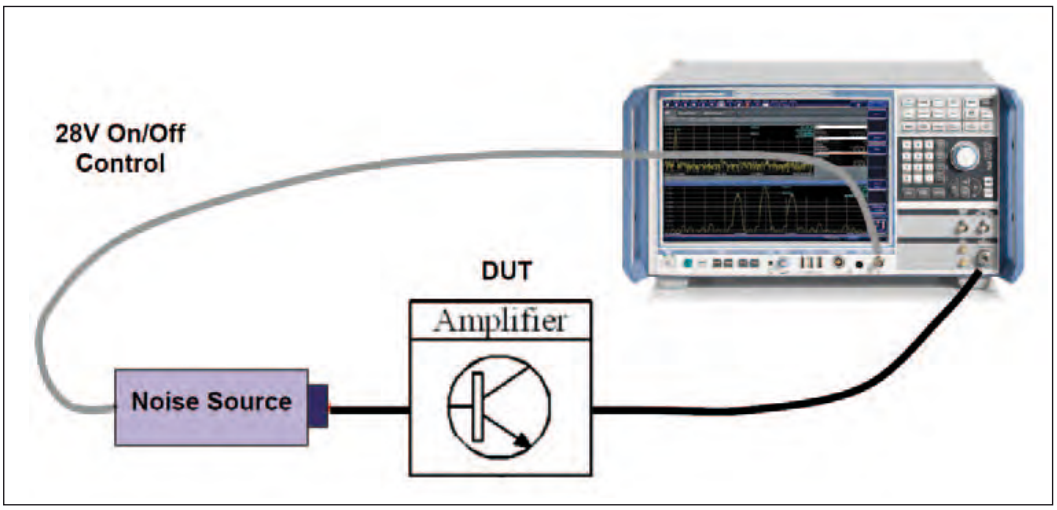


Bild 2: Praktisches Schema der Y-Methode bei der Rauschmaßermittlung eines Verstärkers, Quelle: [1]

Die prinzipiellen Methoden sind abhängig vom DUT (Device unter Test). So hat Methode 1 bei FM-Empfängern ihre Berechtigung, Methode 2 funktioniert dort wiederum nicht so einfach, da ein unmoduliertes Signal einen Rückgang des Rauschens hervorruft. Man müsste einen modulierten Träger verwenden. Methode 3 ist mit einem FM-Empfänger ebenfalls nicht möglich, da sich das eingespeiste Rauschen nicht zum Empfängerrauschen addieren würde. Dieses Messprinzip ist zwar sehr einfach und zuverlässig,

TEST CABLES up to 40 GHz!

Zuverlässigkeit, auf die Sie bauen können... from $68.95 ea. (qty.1-9)

Warum vertrauen 10.000 Kunden den Test-Kabeln von Mini-Circuits? Ganz einfach: Weil diese immer zuverlässig sind! Unsere Test-Kabel bieten ihre ausgewiesene Leistung auch noch bei 20.000 Biegungen (außer VNAC-2R1-K+) und haben eine sechsmonatige Produktgarantie. Greift diese, wird Ihr Kabel kurzfristig ersetzt oder repariert. Daher können Sie sicher sein, eine robuste Konstruktion, hohe Zuverlässigkeit und wiederholbare Ergebnisse zu erhalten. Egal, ob Sie Produktions-, Burn-in-, Temperatur- oder Hi-rel-Tests durchführen wollen – Mini-Circuits hat das passende Test-Kabel auf Lager und kann es sofort ausliefern. Bestellen Sie doch einige Typen für Ihr Test-Setup auf www.minicircuits.com und überzeugen Sie sich von der Langzeit-Performance, die durch weniger Nachtests und weniger falschen Ausschuss von Messobjekten zu dauerhaften Einsparungen führt.

	Model Family	Capabilities	Freq. (GHz)	Connectors†
	KBL	Precision measurement, including phase, through 40 GHz	DC-40	2.92mm
	CBL-75+	Precision 75Ω measurement for CATV and DOCSIS® 3.1	DC-18	N, F
	CBL	All-purpose workhorse cables for highly-reliable, precision 50Ω measurement through 18 GHz	DC-18	SMA, N
	APC	Crush resistant armored cable construction for production floors where heavy machinery is used	DC-18	N
	ULC	Ultra-flexible construction, highly popular for lab and production test where tight bends are needed	DC-18	SMA
	FLC	Flexible construction and wideband coverage for point to point radios, SatCom Systems through K-Band, and more!	DC-26	SMA
NEW!	SLC	Super-flexible spaghetti cables with 0.047” diameter and 0.25” bend radius, ideal for enviromental test chambers.	DC-18	SMA/SMP
	VNAC	Precision VNA cables for test and measurement equipment through 40 GHz	DC-40	2.92mm

† Verschiedene Anschlussoptionen auf Anfrage lieferbar; teilen Sie über apps@minicircuits.com Ihre speziellen Anforderungen mit.

Mini-Circuits®

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

507 rev G

DISTRIBUTORS

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

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

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

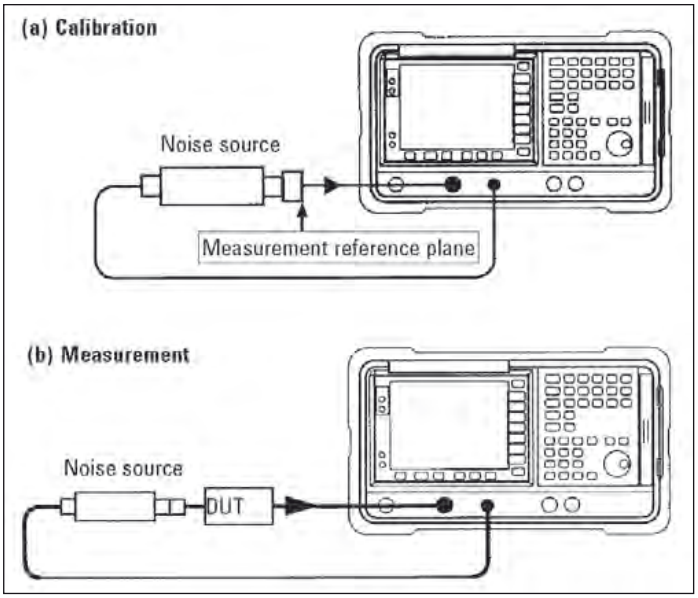


Bild 3: Die Y-Faktor-Methode erfordert zwei Schritte, Quelle: [2]

setzt jedoch einen kalibrierten Rauschgenerator voraus.

Die Y-Faktor- oder Heiß-kalt-Methode

Die Methode 3 oder „3-dB-Methode“ stellt lediglich einen Spezialfall der Y-Faktor- oder Heiß-kalt-Methode dar, denn diese arbeitet nach dem gleichen Prinzip, ist jedoch nicht an den 3-dB-Unterschied gebunden. Die Y-Faktor- oder Heiß-kalt-Methode erlaubt daher genaue Ergebnisse auch bei kleinen Rauschmaßen. Sie ist nicht nur die älteste, sondern auch die populärste Rauschmessmethode.

In der Literatur werden 3-dB- und Y-Faktor- bzw. Heiß-kalt-Methode oft getrennt behandelt. Das verhindert möglicherweise, sofort zu verstehen, dass die Methoden im Grunde gleich funktionieren.

Man benötigt hier lediglich eine Rauschquelle mit bekanntem ENR bzw. Rauschmaß (nicht unbedingt einstellbar), aber ein genaues Anzeigegerät, wie ein Oszilloskop, ein breitbandiges HF-Voltmeter, einen Spektrumanalysator oder ein HF-Milliwattmeter. Diese drei Komponenten betreibt man zusammen widerstandsangepasst (auch am Verstärkerausgang).

Das Excess Noise Ratio (ENR) ist eine Möglichkeit, die spektrale Intensität von Rauschen (Power Spectral Density, PSD) bezüglich des thermischen Grundrauschens zu beschreiben. Dieses beträgt bei Zimmertemperatur bekanntlich -174 dBm/Hz. Es gilt für den Fall PSD >> -174 dBm/Hz:

ENR in dB = PSD in dBm/Hz + 174 in dBm/Hz (1)

Beispielsweise ergibt sich bei einer PSD von -130 dBm/Hz ein ENR von 44 dB.

Bild 1 skizziert das Prinzip. Wird dem Verstärker Rauschen zugeführt, dann steigt die angezeigte Rauschleistung. Den entsprechenden Faktor nennt man Y. Das kommt wohl daher, weil das Y nach oben zwei Wege symbolisiert. Man deaktiviert (Weg 1, „kaltes“, d.h. nur thermisches Rauschen gemäß gezeichneter Schalterstellung in Bild 1) und aktiviert (Weg 2, „heißes“, also thermisches und definiertes elektronisches Rauschen gemäß Schalterstellung oben in Bild 1) die Rauschquelle und ermittelt den Leistungsunterschied. Dient ein Oszilloskop oder ein absolut (z.B. in µV) anzeigender HF-Spannungsmesser der Anzeige, wird das Verhältnis der Anzeigewerte noch quadriert. Bei Pegelwerten (dBµ oder dBm) bildet man die Differenz und errechnet den Leistungsfaktor. Zeigt beispielsweise ein HF-Spannungspegelmesser 8,2 und 12 dBµ, so ist der Y-Faktor 12 dBµ - 8,25 dBµ = 3,8 dB, 103,8/10 = 2,4.

Entspricht ein großer Y-Faktor nun einem großen oder kleinen Rauschmaß des DUT? Je höher das Eigenrauschen des DUT ist, umso mehr Rauschen muss für eine bestimmte Rauschleistungsänderung am Ausgang aufgebracht werden. Ein kleiner Y-Faktor geht daher mit hohem Eigenrauschen, ein hoher Y-Faktor mit geringem Eigenrauschen einher.

Für das Rauschmaß des DUT gilt:

F in dB = ENR in dB - 10 log (Y - 1) (2)

Da man keine größere Rauscherhöhung (Y - 1) erzielen kann als das Rauschmaß des Generators ENR, ist kein negatives Ergebnis möglich. Interessant ist der (zufällig mögliche) Fall Y = 2. Dann ergibt sich 10 log (2 - 1) = 10 log 1 = 10 x 0 = 0. Es folgt F in dB = ENR. Hier haben wir die Verhältnisse der 3-dB-Methode, und Y = 2 bedeutet ja auch 3 dB Leistungsunterschied. Noch interessanter wird es, wenn Y kleiner als 2 ist. Dann wird der Logarithmus negativ. Wegen des bereits vorhandenen Minuszeichens ist zu addieren. Das Verstärkerrauschmaß ist dann größer als die ENR. Man sieht hieran die Flexibilität der Methode. Sie ist im Prinzip „grenzenlos“ anwendbar.

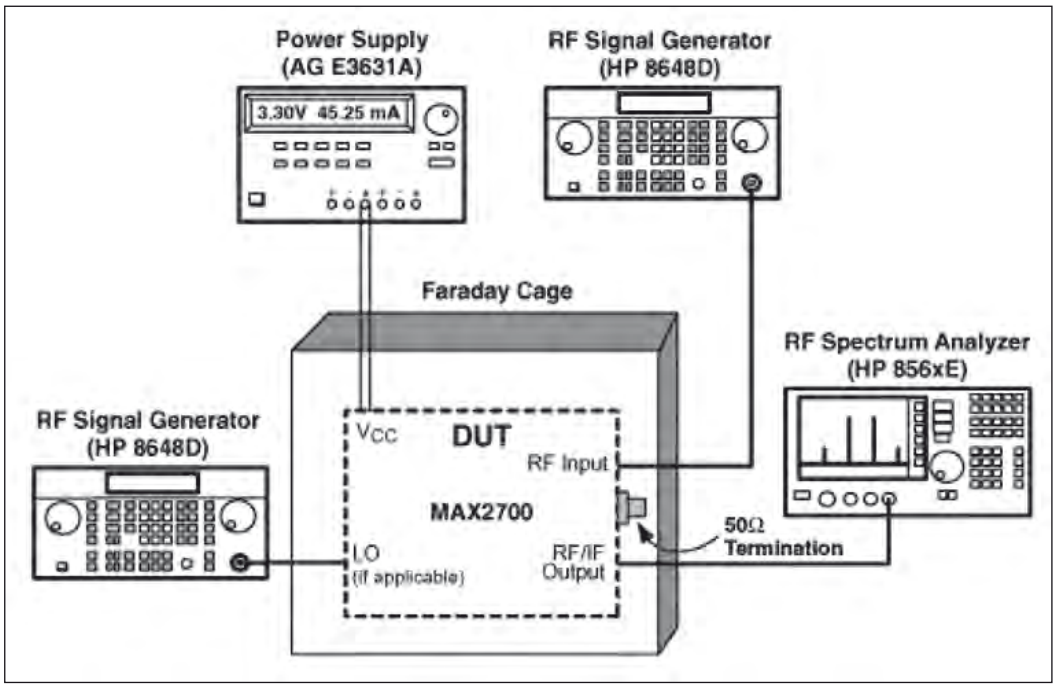


Bild 4: Anwendung der Gain-Methode bei einem LNA mit internem Mischer (daher der RF Signal Generator), Quelle: [3]

PRECISION ATTENUATORS

2 W to 100 W

50 W & 100 W models

NEW
BW-V Series
50 GHz models

DC-50 GHz *from* $29.95 ea. (1-49)

Anwender vertrauen auf die Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit von Mini-Circuits´s BW-Familie von Präzisions-Festdämpfungsgliedern. Jetzt haben wir die Auswahl mit den zusätzlichen Produkten aus der von DC bis 50 GHz einsetzbaren BW-V-Serie noch erweitert. Diese neuen Ultra-Breitband-Modelle bieten Dämpfungswerte von 3 bis 20 dB, haben 2,4-mm-Steckverbinder und zeichnen sich durch herausragende Genauigkeit, exzellentes SWR sowie eine Leistungsbelastung bis 1 W aus. Unsere gesamte BW-Dämpfungsglieder-Familie umfasst jetzt mehr als 70 Modelle mit präzisen Dämpfungswerten von 1 bis 50 dB und einer HF-Belastbarkeit von 1 bis 100 W, um all Ihre Anforderungen mit einer Leistung, auf die sie sich verlassen können, zu erfüllen.

Besuchen Sie minicircuits.com für kostenlose Datenblätter, Messkurven, Mengenpreise, Designer Kits und alles, was Sie benötigen, um das richtige BW-Dämpfungsglied für Ihre Anwendung zu finden. Alle Typen sind ab Lager zur sofortigen Lieferung verfügbar.

RoHS compliant

Mini-Circuits®

www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 518 rev E

DISTRIBUTORS

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

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

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

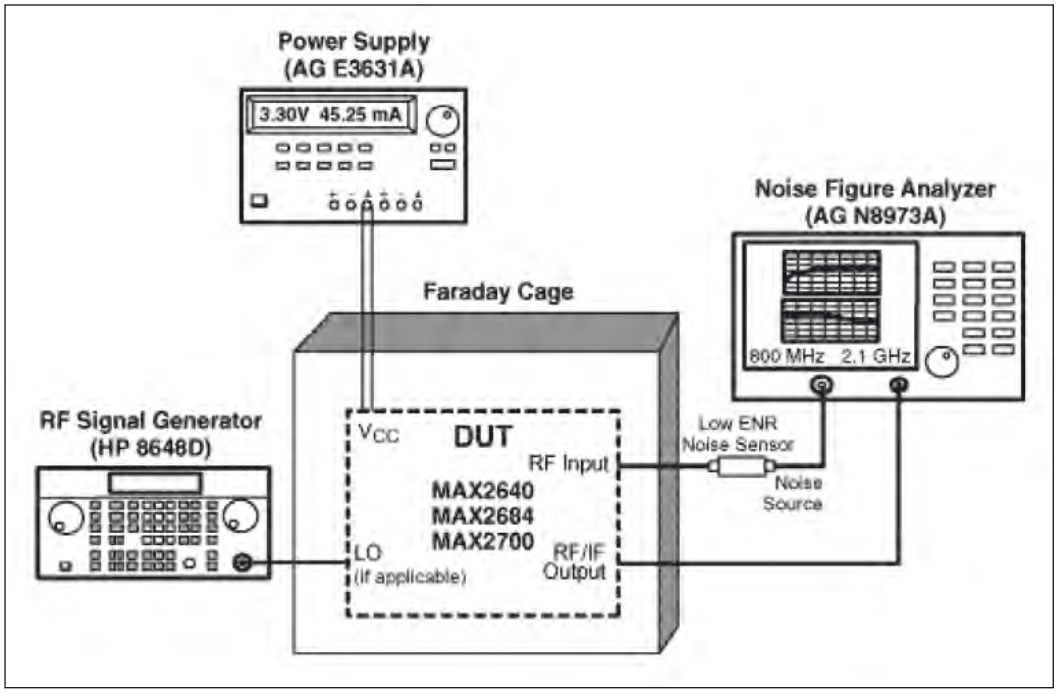


Bild 5: Anwendung eines Noise Figure Meters bei LNAs mit internem Mischer (daher der RF Signal Generator), Quelle: [3]

Einige Rechenbeispiele sollen diese Aussage illustrieren: Wie groß ist das Verstärkerrauschmaß mit einem 6-dB-Rauschnormal beim Y-Faktor 3,16? Lösung:

F in dB = 6 - 10 log (3,16 - 1)
= 6 - 3,34 ≈ 2,7

Oder wie groß ist das Verstärkerrauschmaß mit einem 6-dB-Rauschnormal beim Y-Faktor 2,4? Lösung:

F in dB = 6 - 10 log (2,4 - 1)
= 6 - 1,46 ≈ 4,5

Man erkennt: hoher Y-Faktor – kleines Rauschmaß, geringer Y-Faktor – hohes Rauschmaß.

Bild 2 skizziert den Messaufbau mit einem Analyzer, der die übliche Betriebsspannung für Rauschnormale von 28 V bereits abwechselnd ein- und ausgeschaltet zur Verfügung stellt und möglicherweise das Rauschmaß selbst errechnet. Bild 3 macht die beiden Schritte Kalibrierung und Messung deutlich.

Es bleibt also, festzustellen: 3-dB-, Y-Faktor und Heiß-kalt-Methode meinen dasselbe Messprinzip. Dabei muss man weder Verstärkung noch Bandbreite kennen.

Man kann die Y-Faktor-Methode auch benutzen, um die Rauschdichte einer Rauschquelle dann zu ermitteln, wenn sie zu schwach ist für eine direkte Messung. Man benötigt dazu einen Verstärker mit bekanntem Rauschmaß. Die obige Formel (2) wird umgestellt:

ENR in dB = F in dB
+ 10 log (Y - 1) (3)

Ein Beispiel soll diese Möglichkeit illustrieren: Eine unbekannte Rauschquelle wird über einen MMIC-Verstärker mit dem Rauschmaß 3 dB mit und ohne Betriebsspannung an einem Analyzer betrieben. Die vom Analyzer angezeigten Rauschpegel unterscheiden sich um den Faktor 15. Wie groß ist das ENR bzw. Rauschmaß der Rauschquelle? Lösung:

ENR in dB = 3 dB
+ 10 log (15 - 1)
= 3 dB + 10 x 1,146
≈ 14,5 dB

Viele weitere Einzelheiten zur Y-Faktor- oder Heiß-kalt-Methode bringen die im Internet zur Verfügung stehenden angegebenen Quellen.

Die Gain- oder Cold-Noise-Methode

Diese Methode beruht auf dem Messprinzip „Methode 1“: Messung des Ausgangsrauschens bei normgerecht abgeschlossenem Eingang.

Woher kommt ihre Berechtigung? Bei Komponenten, wo sich ein recht hoher Wert ergibt, wenn man die Verstärkung in Dezibel und das Rauschmaß addiert, kann die Y-Faktor-Methode mit einem Rauschnormal ungenau werden. Begründung: Das Rauschen des Normals ist dann vergleichsweise gering, sodass dies auch auf den Y-Faktor zutrifft. Dieser ist daher mit einem relativ hohen Fehler behaftet.

In solchen Fällen bietet sich die Gain- oder Cold-Noise-Methode an: Das Ausgangsrauschen wird direkt gemessen. Die mathematische Grundlage ist einfach:

F = gemessenes Ausgangsrauschen / Ausgangsrauschen bei nicht elektronisch rauschendem Verstärker

Die Anwendung der Methode ist weniger leicht: Verstärkung und Rauschbandbreite müssen bekannt sein, weil man das Ausgangsrauschen bei nicht elektronisch rauschendem Verstärker nicht kennt. Es muss daher mithilfe von Verstärkung und Rauschbandbreite errechnet werden. Aus dem entsprechenden Rechenansatz lässt sich folgende praktische Formel herleiten:

F in dB = gemessener
Rauschpegel + 174 dBm/
Hz - Verstärkung in dB -
Rauschbandbreite in dBHz (4)

Das soll gleich einmal beispielhaft illustriert werden: Angenommen, bei einem 30-dB-Verstärker mit 60 dBHz Rauschbandbreite wird ein Rauschpegel von -69 dBm gemessen. Wie groß ist dann das Verstärkerrauschmaß? Die Lösung gelingt über die Formel:

F in dB = -69 dBm
+ 174 dBm/Hz
- 30 dB - 60 dBHz
= 15 dB

Kann die Rauschleistungsdichte direkt gemessen werden (Spektrumanalysator), so vereinfacht sich die Formel, da die Rauschbandbreite bereits mit eingerechnet ist:

F in dB = gemessene
Rauschleistungsdichte
+ 174 dBm/Hz
- Verstärkung in dB (5)

Bild 4 zeigt ein Test Setup zur Messung des Rauschens des Systems MAX 2700 für 1,8 bis 2,5 GHz Eingangsfrequenz. Je nach Frequenz und Verstärkung hat es ein Rauschmaß von etwa 2,3 bis 18 dB. Angenommen, bei einem MAX 2700 wird im High-Gain Mode (16,5 dB) ein Ausgangsrauschen von -155 dBm/Hz gemessen. Wie groß ist dann das Rauschmaß? Die vereinfachte Formel liefert die Lösung:

F in dB = -155 dBm/Hz
+ 174 dBm/Hz - 16,5 dB = 2,5

Übrigens: Um die Unsicherheit mit der Rauschbandbreite zu eliminieren, kann man vor ein einfaches Messgerät (kein Analyzer) einen Tiefpass oder Bandpass schalten, dessen Rauschbandbreite man kennt. Dabei stellt die Durchgangsdämpfung des Tief- oder Bandpasses kein

Methode	geeignete Anwendung	Vorteile	Nachteile
Y-Faktor-Methode	hoher Rauschmaßbereich erfassbar	von Frequenz und Verstärkung weitgehend unabhängig	bei sehr hohem Rauschmaß unsicher
Gain-Methode	einfacher Aufbau, sehr hohe Verstärkung oder sehr hohes Rauschmaß	einfaches Setup, sehr genau auch bei der Erfassung hoher Rauschmaß-Werte, eignet sich für jeden Frequenzbereich	Spectrum Analyzer setzt Grenze mit seinem Noisefloor, nicht geeignet für Systeme mit geringer Verstärkung und geringem Rauschen
Noise Figure Analyzer		sehr geringes Rauschen bei jeder Frequenz unabhängig von der Verstärkung verifizierbar	Geräte teuer, Frequenzbereich (besonders nach unten) begrenzt

Qualitativer Vergleich der drei vorgestellten Messverfahren

Problem dar, da sie gewissermaßen in die Rauschbandbreite integriert ist. Denn diese ist per Definition diejenige Bandbreite, die ein ideales Filter (keine Durchgangsdämpfung, senkrechte Filterflanken, Weitabselektion unendlich) hätte, welches die gleiche Rauschleistung liefern würde wie das reale Filtern.

Der Noise Figure Analyzer

Es wurde erwähnt, dass man Rauschen mit universellen Messgeräten messen kann. Da die Bedeutung der Rauschmessung infolge der kommerziellen Nutzung immer höherer Frequenzen schon seit langem zunimmt, gibt es auch immer mehr spezielle Rauschmessgeräte. Eines davon ist der Noise Figure Analyzer, auch als Noise Figure Meter bezeichnet. Es handelt sich im Grunde um einen für die Rauschmessung optimierten Spectrum Analyzer. Damit gelingt es, auch sehr kleine Rauschpegel zu bestimmen, und das ist auch der eigentliche Anwendungsbereich dieser Geräte. Denn hier stoßen Methoden mit universellen Messgeräten an ihre Grenzen.

Bild 5 zeigt ein Test Setup mit dem Noise Figure Analyzer Agilent AG N8973A. Dieses Gerät gehört zu einer Serie von Noise Figure Analyzer, die auch sehr kleine Rauschmaße von z.B. 0,15 dB in Frequenzbereichen ab 10 MHz bis 1,5, 3, 6,7 oder 26,5 GHz genau bestimmen können. Die Fortschritte bei den Halbleitern ermöglichen heute Low-Noise Amplifier mit Rauschmaßen deutlich unter 0,5 dB.

Ein Noise Figure Meter wie das Agilent N8973A generiert einen 28-V-DC-Puls, um eine Rauschquelle (Noise Source) periodisch ein- und auszuschalten. Sie liegt am Eingang der DUT, während das DUT-Ausgangssignal vom Noise Figure Analyzer gemessen wird. Wenn Eingangsrauschen und Signal/Rausch-Verhältnis der Noise Source bekannt sind und als Daten dem Analyzer zur Verfügung gestellt werden, kann dieser das Rauschmaß der DUT intern errechnen und ausgeben. Der RF Signal Generator ist nur bei solchen DUT erforderlich, die ein LO-Signal benötigen, wie Mischer und Empfängerbausteine.

Das Setup eines Noise Figure Meters benötigt Daten wie Frequenzbereich, oder Art der DUT (Verstärker oder Mischer). Das Noise Figure Meter markiert den direktesten Weg zum Rauschmaß der DUT. In dem meisten Fällen bietet es auch die höchste Genauigkeit. Das Rauschmaß kann in einem vorgegebenen Frequenzbereich ermittelt werden, wobei der Analyzer zusätzlich noch die Systemverstärkung anzeigt. Nachteile resultieren eventuell aus dem nutzbaren Frequenzbereich. Der Agilent N8973A beispielsweise arbeitet zwischen 10 MHz und 3 GHz. So ein Noise Figure Analyzer ist ein Spezialist für geringes Rauschen. Bei besonders hohem Rauschmaß der DUT (>10 dB) kann die Messung ungenau werden. Diese Methode ist von den Kosten her am ambitioniertesten.

FS

Quellen:

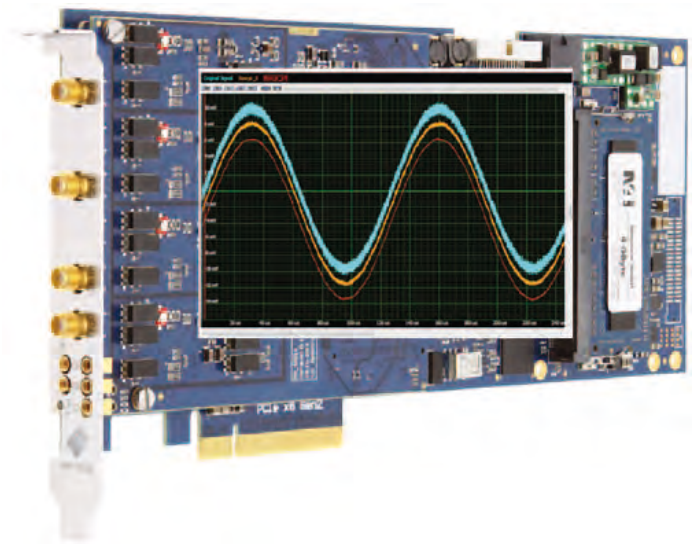
[1] Mike Leffel, Rick Daniel: The Y Factor Technique for Noise Figure Measurements, Rhode & Schwarz Application Note

[2] Agilent Technologies: Noise Figure Measurement Accuracy – The Y-Factor Method, Application Note 57-2

[3] Three Methods of Noise Figure Measurement, Maxim Application Note 2875

[4] Charles Razzell, Maxim: Noise-Figure Analysis for Modern Radio Receivers: Part 2, Y-Factor Noise-Factor Measurement

Boxcar Funktion beseitigt Rauschanteile für klare Signale



Spectrum hat eine neue Funktion für seine Serie der modular entwickelten Digitizer angekündigt.

Ein rundes Programm

- AT Schnitt Quarze
- Uhrenquarze
- TCXO/VCTCXO
- SAW Filter
- Clock Oszillatoren
- Quarzfilter

www.telcona.de
info@telcona.de

TELCONA
BEST IN ELECTRONIC COMPONENTS

Die Boxcar-Mittelung glättet die hochfrequenten Rauschanteile und erzeugt so klarere Signale. Die Anwendung macht am meisten Sinn bei starker Überabtastung und kann dann genutzt werden, um die vertikale Auflösung zu erhöhen, den Rauschpegel zu verringern und die dynamischen Charakteristika, wie Signal-Rausch-Abstand (SNR) oder störungsfreier Dynamikbereich (SFDR) zu verbessern. Dazu wird eine mathematische Funktion benutzt, die mehrere nebeneinander liegende Datenpunkte mittelt.

Das oberste Signal (blau) im Bild zeigt ein Sinussignal mit deutlichem Rauschanteil. Dieses Signal zeigt die Rohdaten, die mit einem M4i.4450-x8 Digitizer mit 14 Bit Auflösung und einer Abtastrate von 500 MS/s aufgenommen worden sind. Das mittlere Signal (Orange) sowie das untere Signal (Rot) zeigen die Effekte der Boxcar-Mittelung auf das Ursprungssignal unter Nutzung von 8 bzw. 64 nebeneinanderliegenden Werten. Beide gemittelten Signale zeigen einen deutlich verringerten Rauschanteil.

Für maximale Flexibilität erlaubt die Boxcar-Funktion die Auswahl des Glättungsfaktors im Bereich 2 bis 256. Die erzeugten Daten werden kontinuierlich mit einer höheren Auflösung, die proportional zur Auswahl des Glättungsfaktors ist, gespeichert. So erhöht die Mittelung von 2 Werten die Auflösung eines 16 Bit Digitizers virtuell auf 17 Bit, bei 4 Werten sind es schon 18 Bit und beim Maximum von 256 Werten werden theoretische 24 Bit erreicht.

Exzellentes Werkzeug

„Die Boxcar-Mittelung ist ein exzellentes Werkzeug, um die Messleistung von ultra-schnellen und hochauflösenden Digitizern zu verbessern“ so Spectrums technischer Leiter, Oliver Rovini. „Die Situation eines überabgetasteten Signals wird durch die neue Funktion in eine Reihe von klaren Vorteilen verwandelt. Die Boxcar-Funktion reduziert nicht nur die Effekte von hochfrequentem Rauschen sondern schafft auch eine Verbesserung in eher wenig rauschenden Umgebungen. So hat z.B. ein Test mit einem stark vorgefilterten Sinussignal eine Verbesserung der Digitizer-Performance, nachgewiesen durch Berechnungen der effektiven Bitauflösung (ENOB), von 2 Bit ergeben. Bei gleichem Signal sind entsprechend SNR und SFDR um etwa 12 dB verbessert worden“

Der Nachteil dieser Methode ist die damit einhergehende Filterung, die zu einem Verlust von hochfrequenten Signalanteilen führt. Bei Anwendung auf Signale, deren Frequenzen deutlich unter der Abtastrate des Digitizers liegt, zeigt die Boxcar-Funktion viele Vorteile. So ist die Boxcar-Mittelung, im Gegensatz zu traditionellen Mittlungen, auch für Einzelschüsse verfügbar und benötigt keine wiederholenden Signale mit mehreren Triggerereignissen. Die Boxcar-Funktion enthält automatisch auch eine Dezimierung der Signale um den Mittelungsfaktor, so dass die resultierenden Signal verkleinert sind und schneller übertragen und verarbeitet werden können. Obwohl das resultierende Signal in der Abtastrate verringert wird, stellt die von Spectrum gewählte Implementierung des Algorithmus sicher, dass die Triggererkennung immer noch mit voller Abtastrate läuft. Dadurch ist der sehr präzise zeitliche Bezug zwischen Trigger und dem gemittelten Signal garantiert.

Leicht programmierbar

Die Boxcar-Funktion ist komplett über Spectrums Standardtreiber programmierbar. Diese unterstützen nahezu alle gängigen auf dem Markt verfügbaren Programmiersprachen. Für Anwender, die keine eigenen Programme schreiben wollen, bietet Spectrum SBench 6 Professional an, eine einfach zu nutzende Software mit grafischer Oberfläche. SBench 6 erlaubt die Kontrolle von allen Modi des Digitizer. Daten werden angezeigt, gespeichert, weiterverarbeitet oder dokumentiert.

Spectrum Systementwicklung GmbH, Germany
www.spectrum-instrumentation.com

Technische Highlights:

- Erhöhte Auflösung und Signalqualität für überabgetastete Signale
- Standardfunktion für Spectrums 44xx Serie PCIe, PXIe und LXI Digitizer
- Komplett programmierbar und unterstützt durch SBench 6 Pro Software

PicoScope Sampling-Oszilloskope mit erweiterten Funktionen

Pico Technology hat die maximale Bandbreite ihrer PicoScope 9300 Sampling-Oszilloskop-Familie mit zwei neuen Modellen auf 25 GHz erhöht. Die USB-PC-Oszilloskope sind beim deutschen Distributor Meilhaus Electronic erhältlich. Sampling-Oszilloskope unterscheiden sich von herkömmlichen Echtzeit-Oszilloskopen bekanntlich dadurch, dass sie insbesondere für das Erfassen sich wiederholender (repetitiver) Signale geeignet sind. Typische Einsatzbereiche sind zum Beispiel:

- Augendiagramme und Maskentests in HF-Bereichen
- vorbereitende Normenkonformitätsprüfungen/Pre-Compliance-Tests
- Charakterisierung von Schaltungsbausteinen
- Telekommunikationsdienste
- Fertigung
- Timing-Analysen
- Analyse von seriellen Hochgeschwindigkeitsbussen
- Entwurf und Charakterisierung von digitalen Systemen
- automatische Fehler-Maskengrenzprüfungen
- Spezialanwendungen in der TDR (Time Domain Reflectometry/Zeitbereichsreflektometrie).

Die neuen 2- und 4-Kanal 25-GHz-Modelle ergänzen die bereits eingeführte 20-GHz-PicoScope 9300 Serie. Die neuen PicoScopes unterstützen nun die Erfassung der fünften Harmonischen für Daten bis hinauf zu 10 Gb/s und der dritten Harmonischen bis 16 Gb/s. Diese Raten (und weitere dazwischen) findet man immer häufiger bei Datenbussen wie Ethernet, Thunderbolt, USB 3.1, PCI-Express 4, Rapid I/O, e-SATA, OC-192/STM-64 und OC-256. Sie alle verwenden Komponenten wie Kabel, Transmitter und Receiver, für die Pre-Compliance-Tests und Charakterisierungen erforderlich sind. Obwohl die Geräte preislich in einem Bereich weit über herkömmlichen Oszilloskopen rangieren, sind die Sampling-Scopes von Pico im Verhältnis zu anderen, vergleichbaren Lösungen oft eine günstige Alternative - sogar im Vergleich mit Mietpreisen mancher Anbieter.

Als ergänzendes Zubehör bietet Pico optimal auf die Sampling-Oszilloskope abgestimmte, niedrig-invasive PicoConnect-900-Tastköpfe für breitbandige Signale. Es handelt sich hierbei um eine Familie von Mikrowellen- und Gigabit-Tastköpfen, konfigurierbar für AC- oder DC-Kopplung, die mit drei Teilungsverhältnissen ÷5, ÷10 und ÷20 ausgestattet sind. Sie eignen sich für den direkten Prüf-Einsatz in analogen, Puls-, Impuls- und seriellen Hochgeschwindigkeits-Datenströmen. Die Tastköpfe können jedoch auch an beliebigen anderen Instrumenten mit 50-Ohm-Eingängen verwendet werden.

Die PicoSample-Software für alle PicoScope-9300-Modelle kann nun kostenfrei auf die neue Version 3.25 aktualisiert werden, die eine vollständige Touchscreen-Bedienung unterstützt. Eine zusätzlich hinzugekommene Funktion sind neue Masken für USB 2.0 und USB 3.1 Gen1 und Gen2.

■ *Meilhaus Electronic GmbH*
www.meilhaus.de

Grafische Echtzeitvisualisierung mit einem HF/EMV-Kamerasystem

Aaronia stellt mit „SPECTRAN RF VIEW“ das erste HF/EMV „Kamerasystem“ auf dem Markt vor. Das System besteht pro „Pixel“ aus einer komplexen Messeinheit in Form eines Spektrumanalysators der SPECTRAN-RSA-Serie und angeschlossener isotroper Breitband-Antenne, die per Netzwerk an einen zentralen Server angeschlossen werden.

Die Antennen werden dabei in gleichem Abstand in einem X/Y Raster angeordnet und die Messdaten (Pegel und/oder Frequenz) in Form einer „Schachbrett-Darstellung“ auf dem Server wiedergegeben. Dabei repräsentiert jedes Feld des Schachbrettes eine Messeinheit. Aus 64 Messeinheiten entsteht so z.B. eine HF-Kamera mit 8x8 Punkten = 64 Pixeln Auflösung.

Diese recht gering anmutende Auflösung ermöglicht aber bereits erstaunlich detaillierte Vermessungen von Antennen-Ausbreitungs-Charakteristika oder die grafische Darstellung der Emissionsausbreitung von Testgeräten bei EMV-Messungen. Der Systempreis ist, trotz des massiven Hardware-Einsatzes, erstaunlich niedrig.

So ist ein 32 Pixel System, mit 6 GHz Bandbreite, bereits für unter 100.000 Euro zu haben. Versionen mit bis zu 20 GHz Bandbreite sind, gegen Aufpreis, ebenfalls erhältlich. Auch eine Echtzeitversion, basierend auf der neuesten SPECTRAN V5 Echtzeit-Spektrumanalysator-Generation, ist demnächst erhältlich.

Geplant ist auch die Erweiterung auf ein 3D-Kamera-System (zusätzliche Z-Achse), um noch komplexere Informationen zu erhalten. Der Hardwareaufwand skaliert sich dann aber entsprechend. So würden für einen Kubus von 6x6x6 Antennen bereits 216 komplette Messeinheiten benötigt.

■ *Aaronia AG*
mail@aaronia.de
www.aaronia.de

LTE-Advanced HF-Konformitätstestsystem erhält erste GCF-Zulassung für Cat-M1-Tests

Die Anritsu Corporation gab bekannt, dass das LTE-Advanced-HF-Konformitätstestsystem ME7873LA die erste GCF-Zulassung für den Cat-M1-HF-Konformitätstest als Teil der IoT-Kommunikationstechnologie erreicht hat. Diese Zulassung verleiht Anritsu die weltweit führende Position im Bereich der Testfälle mit GCF-Zulassung.

Zahlreiche Netzbetreiber haben die Einführung von Cat-M1- und NB-IoT-Technologien angekündigt, die von den Mobilfunknetzen genutzt werden, um das annähernde explosionsartige Wachstum der „IoT Society“ zu unterstützen. Diese Technologien ist auf den LTE-Standards in 3GPP Release 13 basiert, in denen die Netzwerktechnologie IoT Low Power Wide Area (LPWA) zur Kommunikation auf der niedrigeren Leistung über die weit deckende Oberflache definiert ist. Große nordamerikanische Netzbetreiber haben schon ab April dieses Jahres mit dem Einsatz von Cat-M1 begonnen, und die weitere Einführung von Cat-M1 wird im Laufe des Jahres 2017 in Japan, Europa und Nordamerika erwartet. Außerdem wird NB-IoT für Dienste in Europa, China und Südkorea angekündigt. Man erwartet, dass diese IoT-Kommunikationstechnologien in Zukunft in verschiedenen Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen, zum Beispiel bei intelligenten Zählern, Haussicherheitssystemen, bei der Beleuchtung, der Sendungsverfolgung, bei Verkaufsautomaten, Geräten aus dem Bereich der Gesundheitsfürsorge und auf vielen anderen Gebieten.

Mit der GCF-Zulassung ist das ME7873LA Weltmarktführer mit über 70 Testfällen für Frequenzbänder in Japan, Nordamerika und Europa.

Anritsu geht davon aus, dass das ME7873LA neben Cat-M1 eine führende Position bei der GCF/PTCRB-Zulassung für NB-IoT einnehmen wird. Das Unternehmen konzentriert sich weiterhin auf die Entwicklung von Konformitätstestsystemen, um auf diese Weise zur weiteren Entwicklung und Anwendung von IoT-Technologien beizutragen.

Das ME7873LA ist eine Testplattform zur Überprüfung der Konformität mobiler Endgeräte zu den 3GPP-Standards bezüglich LTE/LTE-Advanced-HF TRx-Merkmale, Leistung usw. Die Plattform wird von Mobilfunknetz-Betreibern weltweit, insbesondere in Nordamerika und Asien, als Testsystem für Abnahmeprüfungen verwendet.

■ *Anritsu Corporation*
www.anritsu.com

Neuartiger GPS-Logger enthält fünf weitere Sensoren

Aaronia GPS-Logger mit GPS, 3D Gyro, 3D Tilt, digitalem Kompass und Beschleunigungssensor in einem Gerät

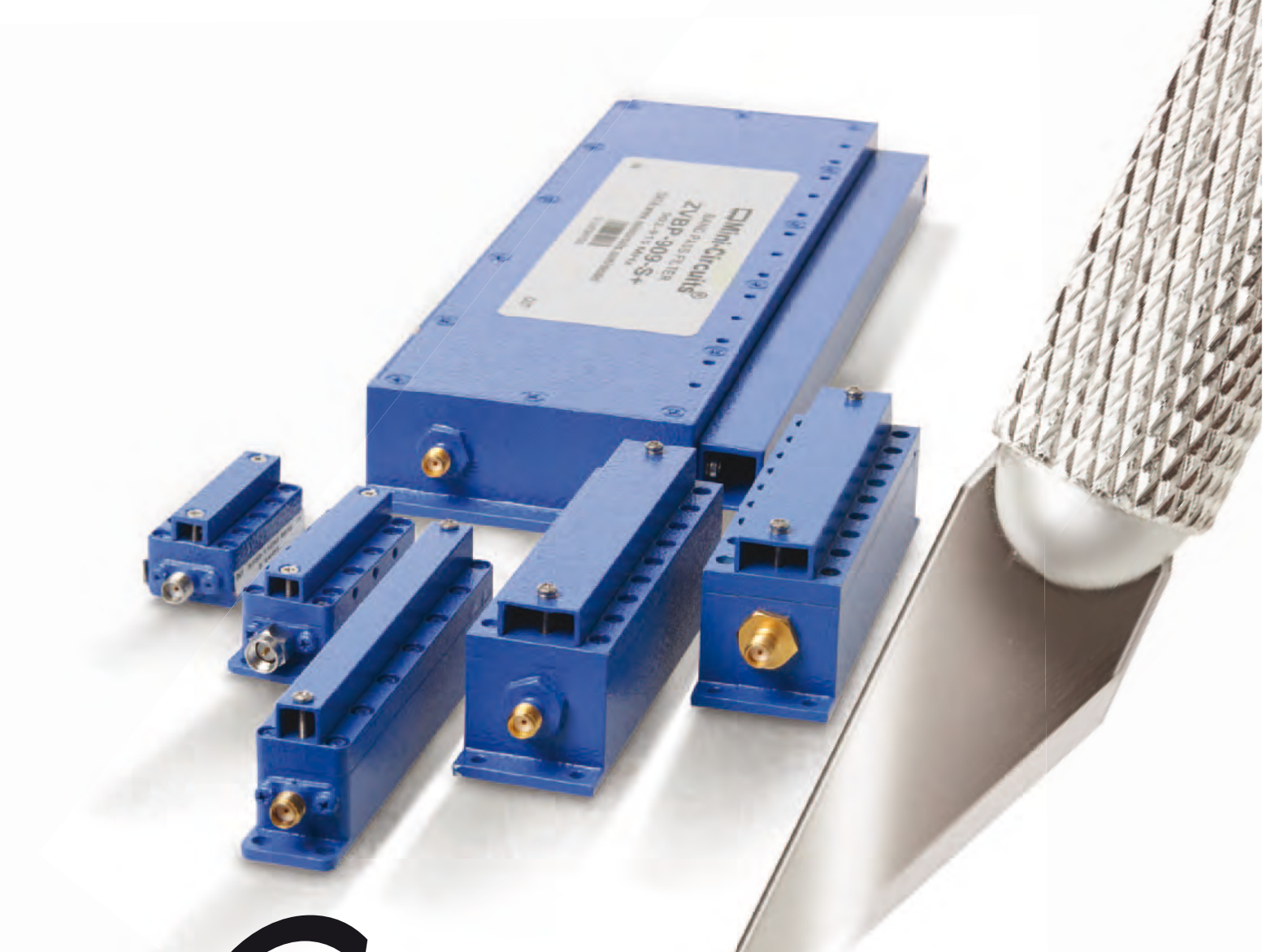
Die Aaronia AG präsentiert einen neuartigen Miniatur GPS-Logger mit fünf weiteren Sensoren und einer extrem hohen Aktualisierungsrate, die zusätzlich zur GPS-Information auch eine lückenlose Höhen-, Lage- und Bewegungs-Information aufzeichnen. Das gab es in dieser Form bisher nicht.

Der GPS-Logger erreicht eine sehr hohe Aktualisierungsrate von bis zu 35 komplexen Sensordatensätzen, pro Sekunde. Dies ermöglicht eine „Echtzeit“-Aufzeichnung/Anzeige der Ausrichtung, Höhe und Beschleunigung des Loggers in allen drei Achsen (X, Y, Z). Die Daten können entweder direkt auf der integrierten/mitgelieferten µSD-Karte gespeichert werden (unterstützt werden bis zu 4 GB) und/oder live via USB-Streaming übertragen werden. Bei maximaler Datenrate werden rund 50 MB/Stunde an Daten produziert (unkomprimiert). Die Datenrate kann aber variabel an die Bedürfnisse des Nutzers angepasst werden, um ein geringeres Datenvolumen zu erhalten bzw. eine extrem lange Aufzeichnungsdauer auf der µSD-Karte über Wochen oder sogar Monate zu erreichen.

Zur Auswertung der aufgezeichneten Daten liefert Aaronia eine PC-Software mit (Windows, MAC OS und Linux kompatibel). Die Software ermöglicht die Liveanzeige der Sensordaten (USB Streaming) und den Import der gespeicherten Logfiles auf der µSD-Karte.

Zum umfangreichen Lieferumfang des GPS-Loggers gehören u.a. ein Aluminium-Transportkoffer, diverse Adapter zum Auslesen der µSD-Karte, die PC Software sowie ein USB-Kabel.

■ *Aaronia AG*
mail@aaronia.de
www.aaronia.de



SHARP REJECTION CAVITY FILTERS

Passbands from 900 to 11400 MHz

from $199.95 ea.

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

Features

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

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

Mini-Circuits®

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

DISTRIBUTORS

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

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

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

Keramisches SMT-Tiefpassfilter für 1 GHz

Das 50-Ohm-Tiefpassfilter LFCN-1000 von Mini-Circuits ist ein keramischer Resonator mit den Maßen 3,2 x 1,6 x 0,94 mm und für SMT ausgelegt. Es hat sieben Sektionen und basiert auf LTCC-Technik. Bei 1,3 GHz ist ein Abfall von typisch 3 dB erreicht. Das kleine Filter kann aufgrund seiner guten mechanischen und elektrischen Eigenschaften, einschließlich Temperaturverhalten, vielseitig in den Bereichen Mobilfunk, Breitbandtechnik, drahtlose Netze, feste Drahtlostechnik oder Flugwesen und Radar eingesetzt werden.

Weitere technische Daten:

- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Eingangsleistung max. 10 W
- Durchlassdämpfung bis 1 GHz max. 1 dB
- SWR bis 1 GHz typ. 1,3
- Dämpfung bei 1550 MHz (5 GHz) min. 20 dB (typ. 20 dB)
- Unterdrückungsverlust im Bereich 1,9...5 GHz typ. 30 dB
- SWR im Bereich 1550...550 MHz typ. 20

Flexibles 50-Ohm-Koaxialkabel für Testzwecke

Das flexible 50-Ohm-Koaxialkabel FLC SMSM+ von Mini-Circuits ist für Labor- und Testzwecke vorgesehen und leitet Signale mit Frequenzen von DC bis nominell 26 GHz weiter. Es wurde besonders robust konstruiert und besitzt Anschlüsse aus rostfreiem Stahl vom Typ SMA-M. Die garantiert möglichen Biegungen werden mit 20.000 angegeben. Das Kabel verbindet z.B. moderne Sub-Systeme in Testaufbauten, auch beim Feldeinsatz. Es ist 6 Fuß bzw. 1,83 m lang. Es ist ein kleiner Biegeradius bei weitgehendem Erhalt der Impedanz möglich. Die Einfügedämpfung wird für 18...26 GHz mit typisch 5,14 und maximal 5,3 dB angegeben. Bei 2 (18, 26) GHz Signalfrequenz und 25 °C können bis zu 315 (94, 56) W durchgeleitet werden.

Weitere technische Daten:

- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +105 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +105 °C
- Einfügedämpfung bis 6 GHz typ. 1,97 dB, max. 5,3 dB
- Einfügedämpfung zwischen 6 und 18 GHz typ. 3,94 dB, max. 5,3 dB
- SWR bis 6 GHz typ. 1,07, max. 1,36
- SWR zwischen 6 und 18 GHz typ. 1,25, max. 1,35
- SWR zwischen 18 und 26 GHz typ. 1,29, max. 1,38

Zweiweg-Power-Splitter/Combiner für 600...3900 MHz

Der Zweiweg-Splitter/Combiner QCH-392+ von Mini-Circuits in 50-Ohm-Technik wurde für den Frequenzbereich von 600 bis 3900 MHz vorgesehen und kann damit z.B. für symmetrisch aufgebaute Verstärker oder IQ-Modulatoren im SHF-Bereich eingesetzt werden. Dieser High-Power Splitter/Combiner kann bis zu 90 W aufteilen bzw. zwei Leistungen bis zu dieser Leistung zusammenführen. Dennoch ist das Gehäuse mit 1 x 0,5 x 0,2 Inches recht klein. Die Einfügedämpfung wird mit typisch 0,6 dB und maximal 1,4 dB über den theoretisch unvermeidlichen 3 dB angegeben. Die Amplitudenabweichung ist typisch 0,8 dB und maximal 2,5 dB, die Phasenabweichung typisch 5° und maximal 12°.

Weitere technische Daten:

- Arbeitstemperaturbereich Gehäuse -55 bis +105 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +105 °C
- Isolation min. 11,5 dB, typ. 14 dB
- SWR typ. 1,45, max. 2

Breitbandiger Zweiweg-Splitter/Combiner

Der Splitter/Combiner ZN2PD-02183+ von Mini-Circuits in 50-Ohm-Technik wurde für den Frequenzbereich von 2 bis 18 GHz vorgesehen. Er kann bis zu 10 W aufteilen bzw. zwei Leistungen bis zu dieser Leistung zusammenführen. Die Mitführung eines Gleichstroms bis 600 mA (bzw. 2 x 300 mA) ist möglich. Dabei besitzt der Baustein ein nur 1 x 2,25 x 0,38 mm messendes Gehäuse mit SMA-F-Anschlüssen. Er ist durch sein robustes Aluminiumgehäuse sehr ESD-fest und darüber hinaus stabil in seinen Kennwerten. Die Anwendungsmöglichkeiten sind aufgrund des breiten Einsatzfrequenzbereichs überhaus vielseitig. Beispiele sind UHF TV, Zellularfunk, ISM, SMG, GSM, PCS, DCS, UMTS, Messtechnik (Labor), WLAN, LTE oder mobiler militärischer Bereich.

Weitere technische Daten:

- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- interne Verlustleistung max. 250 mW
- Einfügedämpfung über 3 dB typ. 0,5, max. 1 dB
- Isolation min. 16 dB, typ. 20 dB
- Phasen-Unbalance typ. 1,5°, max. 4°
- Amplituden-Unbalance typ. 0,05, max. 0,3 dB
- SWR Port S typ. 1,35, max. 1,55
- SWR Port 1, 2 typ. 1,25, max. 1,5

Sechsfach-Splitter/Combiner für 1,8 bis 6 GHz

Der neue Splitter/Combiner ZN6PD-63W+ von Mini-Circuits ist für den Frequenzbereich von 1,8 bis 6 GHz vorgesehen und kann bis zu 10 W auf sechs Ausgänge aufteilen bzw. entsprechende Teilleistungen von dort zusammenführen. Dabei besteht ein DC-Pass bis 600 mA bzw. 6 x 100 mA. Die Isolation wird mit mindestens 15 dB und typisch 22 dB angegeben. Der Baustein hat ein schirmendes Metallgehäuse mit den Maßen 88,9 x 76,2 x 16 mm. Mögliche Anwendungen liegen in der drahtlosen Kommunikationstechnik, bei Empfängern und Sendern (CATV), in der Messtechnik (Labor), beim Zellularfunk und bei SHT-Applikationen. Ein solches Bauteil verursacht bereits theoretisch eine Einfügedämpfung von 7,8 dB.

Weitere technische Daten:

- Systemimpedanz 50 Ohm
- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Verlustleistung max. 1,5 W
- Einfügedämpfung über 7,8 dB bis (ab) 3 GHz typ. 0,8 (1,5) dB, max. 1,3 (2,1) dB
- Phasen-Unbalance bis (ab) 3 GHz typ. 5° (9°), max. 9° (15°)
- Amplituden-Unbalance bis (ab) 3 GHz typ. 0,15 dB (0,8 dB), max. 0,5 dB (1,5 dB)
- SWR Port S typ. 1,5
- SWR Port 1 bis 6 typ. 13

Elektronischer HF-Umschalter für hohe Leistung

Der neue HF-Umschalter HSW2-272VHDR+ von Mini-Circuits ist ein Single Pole, Double Throw, SPDT. Die äußere Funktion ist die eines einfachen Umschalters, intern legt einer von zwei Umschaltern das nicht gewünschte Signal an Masse. Der elektronische Schalter hat einen internen Treiber und arbeitet mit 2,3...5,5 V Versorgungs- und maximal 3,6 V Steuerspannung. Dieser MMIC schaltet Signale mit Frequenzen zwischen 30 und 2700 MHz, wobei die Signalstärke bis zu 32 W gepulst und bis zu 20 W kontinuierlich bei jeweils 850 MHz betragen darf. Der Umschalter wird als sehr fehlersicher und zuverlässig bezeichnet und erreicht eine besonders lange Lebensdauer. Das Gehäuse (MCLP) hat 5 x 5 mm Grundfläche. Dieser HF-Schalter findet Anwendung in automatischen Teststationen, beim zuverlässigen „Sleeptime"-Schalten oder für Umschaltungen beim Mikrowellenfunk.

Weitere technische Daten:

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -65 bis +150 °C
- Versorgungsstrom typ. 130 µA
- Einfügedämpfung bis 1 (ab 2) GHz typ. 0,3 dB (0,7 dB)
- Isolation Port/Masse bis 1 (ab 2) GHz typ. 35 dB (24 dB)
- Isolation Port/Port bis 1 (ab 2) GHz typ. 37 dB (26 dB)
- Return Loss bis 1 (ab 2) GHz typ. 30 dB (20 dB)
- IP3 bei 850 (2700) MHz typ. 85 dB (81 dB)

■ *Mini-Circuits*
www.minicircuits.com

Rauscharmer Differenzverstärker

Analog Devices, Inc., die kürzlich Linear Technology Corporation übernommen hat, präsentiert mit dem LTC6432-15 einen breitbandigen, voll-differenziellen Verstärker mit 15 dB Verstärkung, der sich durch eine Linearität von bis zu +50,3 dBm OIP3 (Output Third-Order Intercept), einen hohen 1dB-Kompressionspunkt (OP1dB) von +22,7 dBm und eine Rauschzahl von nur 3,2 dB bei 150 MHz auszeichnet.

Das Datenblatt ist erhältlich unter
http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/643215f.pdf

Großer Dynamikbereich

Doch nicht nur der Signal/Rauschabstand bei hohen Frequenzen ist besonders erwähnenswert – auch bei niedrigeren Frequenzen überzeugt der Verstärker durch einen großen Dynamikbereich. Der Grund dafür ist, dass das hochentwickelte SiGe-Bipolar-Design des LTC6432-15 im Vergleich zu GaAs- oder pHEMT-FET-basierten Verstärkern eine wesentlich niedrigere 1/f-Eckfrequenz aufweist. Dadurch steigt die Rauschzahl nach unten hin nur auf 6,6 dB bei 100 kHz an – andere Verstärker liegen hier bei über 20 dB.

Der LTC6432-15 erweitert die nutzbare Bandbreite und den Dynamikbereich für viele Anwendungen, in denen niederfrequente Signale zu verarbeiten sind. Zudem zeichnet sich der LTC6432-15 im Vergleich zu GaAs- und pHEMT-Verstärkern durch wesentlich bessere Temperaturstabilität und Betriebsspannungsunabhängigkeit aus.

Durch den großen Dynamikbereich und die weit nach unten reichende Bandbreite ist der LTC6432-15 eine ideale Lösung für eine Vielzahl von Verstärkeranwendungen wie z.B.: Treiber für schnelle A/D-Wandler, Kabelnetzverstärker, breitbandige Signalaufbereitung, ZF-Verstärker für Radarempfänger, softwaredefinierte Funksysteme (SDR), VHF/UHF-Funkempfänger und HF-Messgeräte.

Gute Anpassung

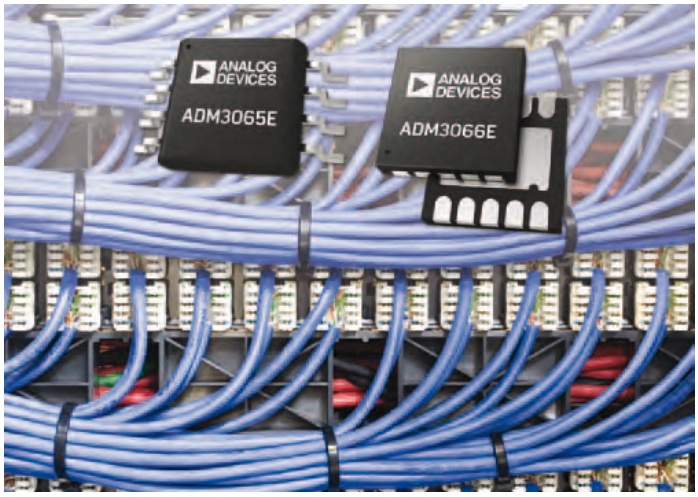
Die differenziellen Ein- und Ausgänge des LTC6432-15 sind intern mit 100 Ohm terminiert. Dank der Eingangsanpassung ist die Rückflussdämpfung über den gesamten Frequenzbereich von 100 kHz bis 1,4 GHz besser als 10 dB. Der Ausgang ist über den Frequenzbereich von 100 kHz bis 1 GHz gut angepasst. Es werden nur wenige externe Bauteile benötigt: jeweils ein DC-Sperrkondensator am Eingang und am Ausgang, zwei Biasing-Drosseln und je ein Rückkopplungskondensator pro Ausgang zur Linearisierung des Frequenzgangs bei niedrigen Frequenzen.

Der LTC6432-15 benötigt eine unipolare 5-V-Betriebsspannung und zieht einen Betriebsstrom von 166 mA (Nennwert). Der Chip ist für den Betriebstemperaturbereich von –40 bis +85 °C (Gehäusetemperatur) spezifiziert. Der LTC6432-15 hat ein 4 x 4 mm großes QFN-Kunststoffgehäuse und ist zwei Versionen, A und B, erhältlich. Für die B-Version gelten die im Datenblatt angegebenen typischen Kenndaten.

■ *Linear Technology*
www.linear.com

Geschützte Kommunikation in rauen Umgebungen

Analog Devices, Inc. gab die Verfügbarkeit zweier 50 MBit/s RS-485/RS-422-Transceiver für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen, beispielsweise in der Industrieautomation, in Motorsteuerungen sowie im Rüstungs- und Avionik-Bereich, bekannt. Die Bausteine ADM3065E und ADM3066E bieten Schutz vor elektrostatischen Entladungen gemäß IEC61000-4-2 Level 4, ermöglichen eine schnelle Datenkommunikation, unterstützen 1,8-V-IO-Logik (ADM3066E), eignen sich für den industriellen Temperaturbereich und werden in platzsparenden Gehäusen angeboten. Dieses Eigenschaftsprofil sorgt für Flexibilität, vereinfacht die Implementierung und verbessert die Performance herkömmlicher RS-485-Verbindungen. Elektrostatische Entladungen nach IEC-Norm auf der System-Ebene gehen gegenüber dem Human-Body-Model (HBM) mit deutlich höheren Spitzenströmen und -spannungen einher. Der IEC-gemäße ESD-Schutz der Reihe ADM306xE ergibt eine robuste Lösung für Kunden mit



Anwendungen im industriellen Bereich. Dank der Failsafe-Eigenschaften des Empfängers sind die Anwendungen immun gegenüber Störungen aus der Umgebung, wenn beispielsweise fehlerhafte Verdrahtung zu Stromkreisunterbrechungen oder Kurzschlüssen führt.

Außerdem ist stets ein definierter Zustand auf dem Datenbus sichergestellt. Die Glitch-freie Hot-Swap-Funktionalität ermöglicht den Betrieb ohne Datenfehler, wenn eine Leiterplatte in eine aktive Backplane gesteckt wird. Hierdurch ist sichergestellt, dass Motoren korrekt angesteuert und Messgeräte richtig ausgelesen werden, und dass Maschinen mit gültigen Daten reibungslos funktionieren.

Die RS-485-Transceiver sind darüber hinaus kompatibel zu einer Reihe weithin benutzter Protokolle wie Profibus, BACnet und Modbus, sodass eine Vielzahl von Netzwerk-Topologien unterstützt wird. Die Transceiverserie ADM306xE arbeitet mit Spannungen von 3 bis 5,5 V (VCC). Der ADM3066E enthält außerdem eine VIO-Logikversorgung für ein flexibles digitales Interface, das mit Spannungen ab 1,62 V arbeiten kann und den direkten Anschluss an Low-Power-Prozessoren und FPGAs mit einer Betriebsspannung von nur 1,8 V erlaubt.

Die gesamte ADM306xE-Transceiverserie bietet ESD-Beständigkeit gemäß IEC61000-4-2 an den Bus-Pins. Zusätzlich sind die Empfänger bei Kurzschlüssen, Stromkreisunterbrechungen und potenzialfreien Eingängen geschützt. Die Bausteine unterstützen hohe Datenraten bis 50 MBit/s, wie sie von schnellen Motorsteuerungs-Anwendungen benötigt werden. Sie sind für den erweiterten industriellen Temperaturbereich von -40 °C bis +125 °C ausgelegt und unterstützen den Anschluss von bis zu 128 Knoten an den Bus.

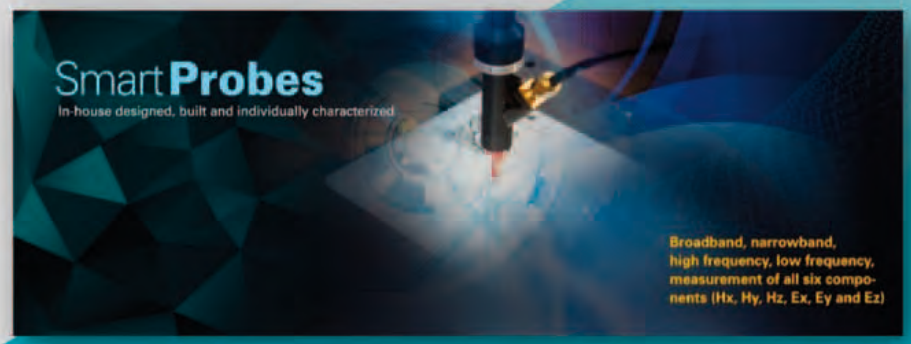
■ *Analog Devices GmbH*
www.analog.com

ESD-Suppressordioden zum Schutz von Hochgeschwindigkeitsschaltungen

AVX hat eine neue Serie an bi-direktionalen, leadless ESD-Suppressordioden vorgestellt, die die aktuelle Transient Voltage Suppression (TVS)-Technologie mit den kompakten, Gehäuse-Designs 0201 und 0402 kombiniert. Die Bauteile mit geringer Bauhöhe liefern damit einen wirksamen ESD-Schutz in schnellen Daten- und Kommunikationsschaltungen. Die neuen ESD-Dioden der Serie GiGuard bieten Klemmspannungen unter 12 V, extrem niedrige nominale Kapazitätswerte von 17 pF bis hinunter zu 0,3 pF sowie Leckströme unter 0,1 µA zur Sicherstellung der Integrität der Hochgeschwindigkeitssignale und zum Schutz empfindlicher ICs während eines ESD-Vorfalls. Typische Anwendungen umfassen die Netzwerkkommunikation, Gigabyte Ethernet, USB 2.0, USB 3.0, HDMI sowie Tablet- und Smartphone-Touchscreens. Im Gegensatz zu typischen TVS-Dioden, sind die Lötstellen der GiGuard-Dioden komplett sichtbar und mit Inspektionssystemen leicht prüfbar. Die ESD-Suppressordioden GiGuard sind für 5 V Spannung und eine Betriebstemperatur von -55 bis +125 °C ausgelegt. Die Serie ist heute in den beiden Low-Profile-Gehäusevarianten 0201 mit einer maximalen Dicke von 0,3 ± 0,03 mm und 0402 mit 0,5 ± 0,05 mm erhältlich. Derzeit sind fünf Werte der nominalen Kapazität zwischen 0,3 pF bis 17 pF alternativ wählbar. Die Peak Puls-Leistungen reichen von 46 – 96 W und die Peak Puls-Ströme von 3 – 8 A.

Die GiGuard-Diodes bieten eine ESD-Festigkeit von ±15 kV bis ±30 kV bei Luft- bzw. Kontaktentladung mit dem Netzwerk 150pF/330 Ohm, um die IEC 61000-4-2 Level 4 ESD-Mindestanforderungen zu erfüllen. Des Weiteren weisen sie 20 A, 5/50 nS EFT (Electrical Fast Transient)-Charakteristiken auf, um den Anforderungen nach IEC 61000-4-4 EFT zu genügen.

■ *AVX GmbH*
www.avx.com



api

Scanning Technologies

- ESD Scanning EMI Scanning
- RF Immunity Scanning
- Resonance Scanning
- Phase Measurement
- NFFT Transformation
- Current Spreading Scanning
- Emission Source Microscopy
- Robotic ESD Gun Tester

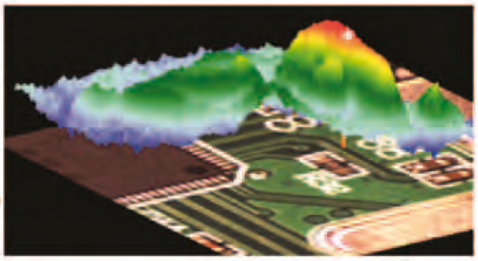
The Most Advanced
EMC Scanner In The World

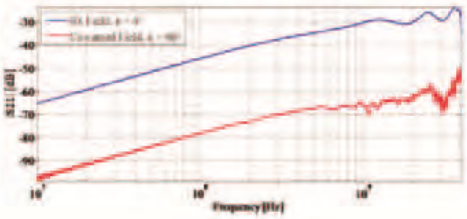
SmartScan

amber precision instruments

EMI Scan
SmartScan EMI-350/550

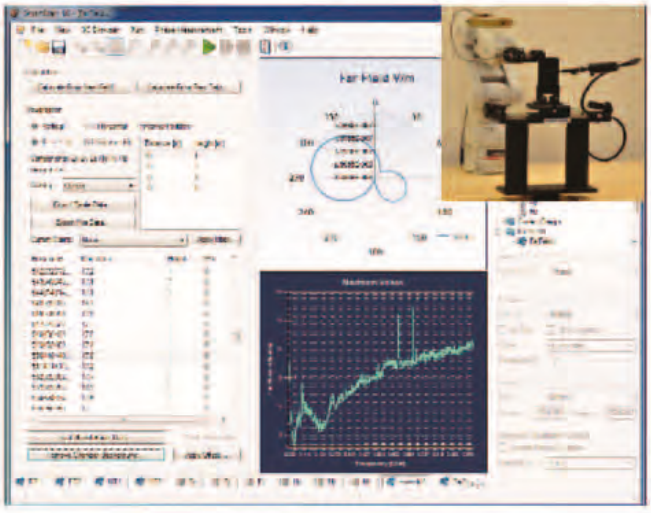
- Wide range of probe selection (lower than 100kHz to higher than 40GHz)
- Non-metallic scan plate and robots from Mitsubishi
- Reliable, intuitive and user friendly SW
- Full list of SA driver support





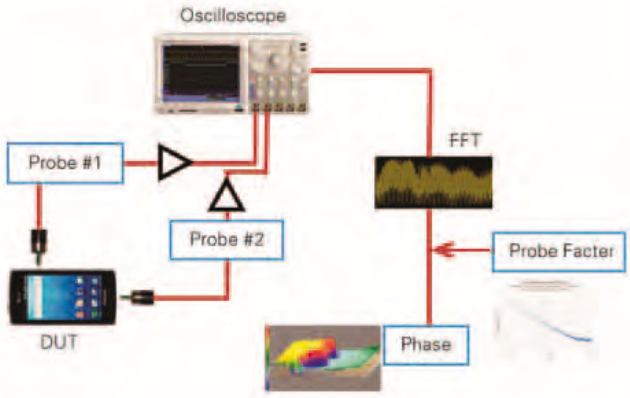
NFFF Transformation
SmartScan-RE

- Specific application of the phase measurement technology
- Chamber measurement condition control
- Cable RE and 3D FF available
- Suspected frequency list

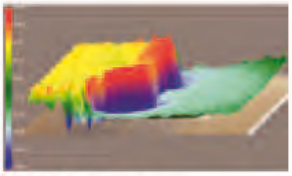


Phase Measurement

- Automated wide band phase measurement



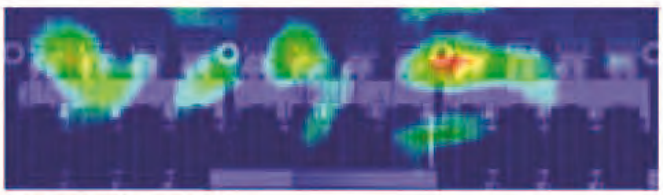
320MHz, Ex. Amplitude


320MHz, Ex. Phase

Emission Source Microscopy (ESM)
SmartScan-ESM

- Application of SAR (Synthetic Aperture Radar) technology to EMC
- FF source identification and FF estimation (above 5GHz)

10.3125GHz as scanned


10.3125GHz after processing

ar deutschland

AR Deutschland GmbH | Theodor-Heuss-Str. 38, 61118 Bad Vilbel, Germany
+49 6101 80270-0 | ardeinfo@arworld.us | www.ar-deutschland.com

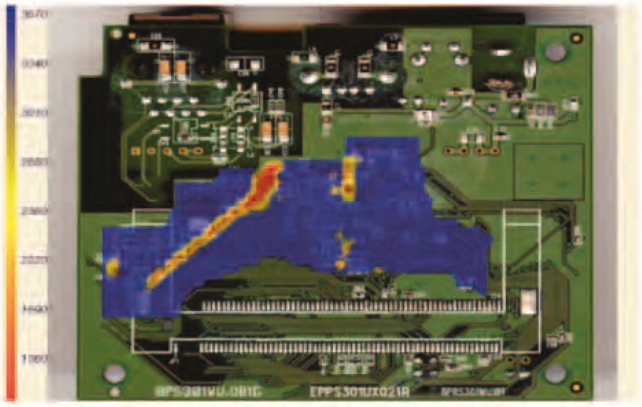
The Most Advanced
EMC Scanner In The World

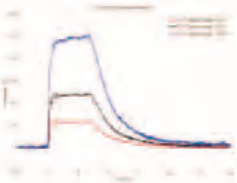
SmartScan

amber precision instruments

ESD Scan
SmartScan ESD-350/550

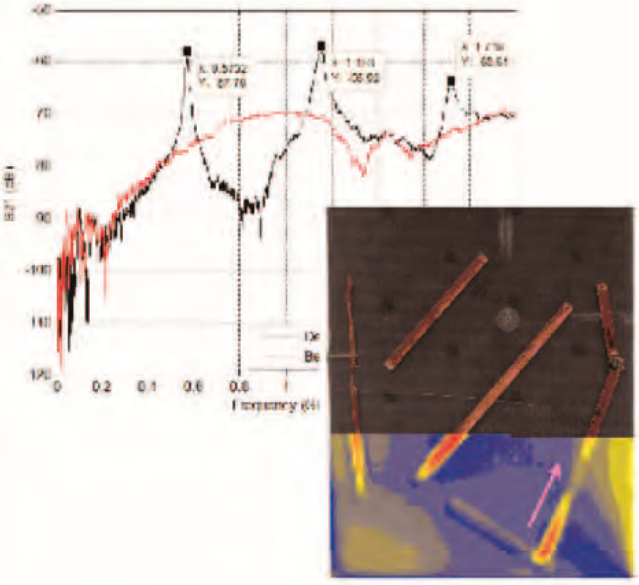
- Generation of susceptibility map (reproduces gun test failures)
- Up to 8kV TLP (tr<300 ps)
- Automatic failure detection





Resonance Scan

- Identifies resonance structures and resonating frequencies
- Single probe for disturbance and reaction measurement

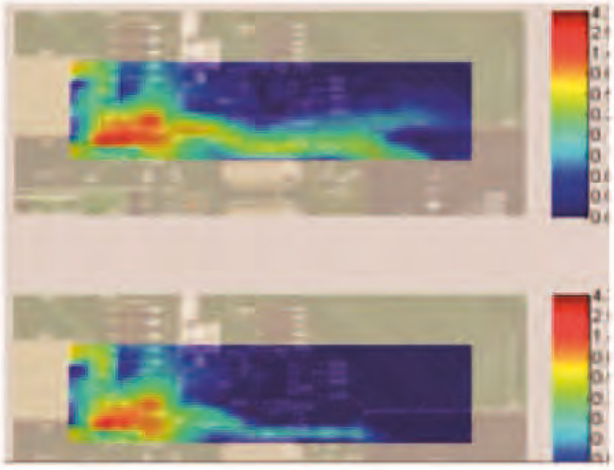


RF Immunity Scan

- Control of RF power and frequency
- Generation of susceptibility map

Current Spreading Scan

- Visualizes current flowing



Robotic ESD Gun Tester
SmartZap

- Fully automated ESD gun tester with automatic failure detection capability

ar deutschland

AR Deutschland GmbH | Theodor-Heuss-Str. 38, 61118 Bad Vilbel, Germany
+49 6101 80270-0 | ardeinfo@arworld.us | www.ar-deutschland.com

Emission • EMI Scan Applications

- Shielding Effectiveness Evaluation
- Field Calculation
- NF emission Source Localization
- Intra-coupling analysis

Emission • ESM Scan Applications

- Far Field emission source localization
- NF to FF transformation
- TRP calculation

Emission • Phase Measurement Applications

- NF to FF Transformation
- RFI Analysis

Immunity • ESD Scan Applications

- ESD failure debugging
- Quality inspection of functionally identical components or modules
- Qualification of components and modules for system level ESD

Immunity • Current Spreading Applications

- Identifying an effective clamping device placement
- Performance comparison of clamping devices
- Identifying unintended current paths

Immunity • RF Immunity Applications

- Sensitivity analysis of a product to external or internal RF fields.
- Debugging for IEC 61000-4-3 failures or TEM cell tests

About API

Amber Precision Instruments (API) is a research oriented IC, module and system level EMC/EMS evaluation tool manufacturer and solution provider equipped with unique combination of IC level and system level expertise. We develop and manufacturer most components and accessories in-house to ensure performance and quality. Combining advantages of measurement and simulation to better understand EMC behavior of electronics is our ultimate goal.

Amber Precision Instruments
101 Bonaventura Dr.
San Jose, CA 95134

In Europe contact:
AR Deutschland GmbH | Theodor-Heuss-Str. 38, 61118 Bad Vilbel, Germany
+49 6101 80270-0 | ardeinfo@arworld.us | www.ar-deutschland.com

A/D-Wandler in 28-nm-CMOS-Technologie für neuste SDR-Systeme

Analog Devices stellte als Bestandteil einer neuen Serie schneller A/D-Wandler (ADCs), den AD9208 vor. Dieser für Anwendungen mit Bandbreiten im Gigahertzbereich konzipierte ADC erfüllt die von multibandfähigen 4G/5G-Basisstationen gestellten Anforderungen an die spektrale Effizienz und bietet auch die von Multistandard-Produktionsinstrumenten geforderten reduzierten Laufzeiten. In der Rüstungselektronik schließlich kann der Baustein für erweiterte Erfassungsbereiche und höhere Empfindlichkeit sorgen. Der auf 28-nm-CMOS-Technologie basierende AD9208 zeichnet sich durch branchenführende Werte in Bandbreite und Dynamikbereich aus und kann deshalb eine unübertroffen große Zahl von Signalbändern abdecken. Ein weiteres Merkmal ist seine geringe spektrale Rauschdichte, die ihn für Diversity-Radio- und I/Q-Demodulationssysteme geeignet macht, wobei er nur halb so viel Leistung aufnimmt wie alternative Lösungen.

Der zweikanalige 14-Bit-A/D-Wandler AD9208 ist für eine große Eingangsbandbreite und eine hohe Abtastrate sowie hervorragende Linearität und geringe Leistungsaufnahme in einem kleinen Gehäuse mit einem Industriestandard-Interface optimiert. Dies verleiht Designern Flexibilität bei der Auswahl der Prozessorplattformen und der Aufteilung der Signalverarbeitung mithilfe der breitbandigen HF-Datenerfassungs-Technologie von ADI. Mit Abtastraten bis zu 3 GSPS ermöglicht der neue A/D-Wandler die Realisierung von Direct-RF-Signalverarbeitungs-Architekturen und ermöglicht hohe Oversampling-Verhältnisse. Dies wiederum erleichtert die Frontend-Filterung, macht dadurch das Empfängerdesign weniger komplex und senkt die Kosten des Gesamtsystems. Der AD9208 ermöglicht die direkte HF-Abtastung breitbandiger Signale bis über 6 GHz, was für mehr Flexibilität sorgt, den Verzicht auf Mischerstufen ermöglicht und mit einem internen Taktteiler sowie einem optionalen HF-Taktausgang das Systemdesign einfacher macht. Der AD9208 wird ergänzt durch den auch auf 28-nm-Technologie basierenden D/A-Wandler (DAC) AD9172.

■ *Analog Devices GmbH*
adi-germany@analog.com
www.analog.com

KNOW-HOW VERBINDET

EMV, WÄRME-ABLEITUNG UND ABSORPTION SETZEN SIE AUF QUALITÄT

**Maßgeschneiderte Produkte nach individuellen Vorgaben für kundenspezifische Anwendungen, hergestellt mittels modernster Technologie, stehen für uns im Vordergrund.
Mehr als 30 Jahre Erfahrung, qualifizierte Beratung und applikative Unterstützung unserer Kunden sowie namhafte Kooperationspartner sind die Bausteine für unseren Erfolg.**

Zeichnungsteile mittels Schneidplotter

Stanzteilherstellung mittels Hochleistungs-stanze

Zuschnitt „cut to length“

Herstellung von O-Ringen

Zuschnitt von Rollenware

Stanzteilherstellung mittels Swing-Beam-Presse

Zuschnitt mittels Wasserstrahltechnik

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

ELECTRONIC SERVICE GmbH

18-Bit-Achtkanal-ADC mit gepufferten Picoampere-Eingängen

Analog Devices, Inc. präsentierte den LTC2358-18, einen simultan abtastenden 18-Bit/8-Kanal-SAR-A/D-Wandler (Successive Approximation Register ADC) mit integrierten Picoamp-Eingangspuffern.

Miniaturisierung

Die fortschreitende Miniaturisierung elektronischer Produkte verlangt nach immer kleineren Bauteilen. Der LTC2358-18 macht externe Eingangsschaltungen zur Signalaufbereitung überflüssig und spart dadurch signifikant Leiterplattenfläche im Vergleich zu A/D-Wandlern mit nicht-gepufferten Switched-Capacitor-Eingängen. Pro Kanal werden insgesamt drei Verstärker, sechs Widerstände und zwei Kondensatoren eingespart – bei acht Kanälen sind das insgesamt 88 Bauteile.

Materialkosten einsparen

Das spart sowohl Materialkosten als auch Leiterplattenfläche in erheblichem Maße und reduziert zudem den Stromverbrauch um mehr als 40%. Durch seine Picoamp-Eingänge und seine CMRR-Spezifikation von 128 dB über einen Gleichtaktspannungs-Bereich von 30 V kann der LTC2358-18 direkt Signale von Sensoren unterschiedlichster Art verarbeiten, und das mit einer Genauigkeit, die herkömmlichen Lösungen zumindest ebenbürtig ist.

Umsetzerzyklus per Software

Der LTC2358-18 digitalisiert acht Kanäle mit einer Abtastrate von 200 ksps pro Kanal und ist dank individuell konfigurierbarer SoftSpan-Eingangsbereiche besonders vielseitig einsetzbar. Für jeden der acht Eingänge kann für jeden Umsetzerzyklus per Software einer der folgenden Eingangsbereiche gewählt werden: ±10,24 V; 0 bis 10,24 V; ±5,12 V oder 0 bis 5,12 V. Dadurch kann der ADC unipolare, echt bipolare, volldifferentielle oder beliebige Eingangssignale digitalisieren. Die differentiellen Analogeingänge haben einen weiten Gleichtaktspannungs-Bereich von 30 V und ermöglichen dadurch die direkte Digitalisierung unterschiedlichster Signale; das vereinfacht das Design der Signalkette. Durch die Kombination aus einzigartiger Flexibilität hinsichtlich der Eingangssignale, einer rekordverdächtigen maximalen INL von nur ±3,5 LSB, einer Auflösung von 18 Bit ohne fehlende Codes und einem SNR von 96,4 dB ist der LTC2358-18 eine optimale Lösung für hochanspruchsvolle Anwendungen wie industrielle Prozesssteuerungen, Mess- und Prüfgeräte, Netzspannungsüberwachungs-Systeme oder Motorsteuerungen.

Hochgenaue interne Referenz

Der LTC2358-18 verfügt über eine hochgenaue interne Referenz mit einem Temperaturkoeffizienten von max. 20 ppm/K und einen internen Referenzbuffer für hochgenaue One-Shot-Messungen, das spart Platz auf dicht gepackten Leiterplatten. Bei Bedarf kann der Analog-Eingangsspannungsbereich durch Verwendung einer externen 5-V-Referenz auf ±12,5 V erweitert werden. Bei gleichzeitiger A/D-Wandlung in allen acht Kanälen mit jeweils 200 ksps pro Kanal verbraucht der ADC gerade einmal 219 mA. Der Chip verfügt über Nap- und Power-Down-Modi zur Reduktion der Leistungsaufnahme bei verringerter Abtastrate.

Der LTC2358-18 überzeugt nicht nur durch hervorragende Analog-Spezifikationen, sondern auch durch ungewöhnliche Flexibilität auf der digitalen Ebene. So kann der Anwender beispielsweise über entsprechende Pins zwischen zwei seriellen Schnittstellen wählen: SPI CMOS oder LVDS. Durch den großen Digital-Ausgangspegelbereich ist der ADC ausgangsseitig mit allen CMOS-Logikpegeln zwischen 1,8 und 5 V kompatibel. Im CMOS-Modus kann der Anwender zwischen einem und acht seriellen Ausgangsdaten-Lanes wählen und so die Busbreite und den Datendurchsatz optimieren. Der LVDS-Modus ermöglicht eine störungsarme Hochgeschwindigkeits-Kommunikation mittels differenzieller Signale über größere Entfernungen hinweg. Dank der beiden I/O-Schnittstellen kann der LTC2358-18 sowohl mit älteren Mikrocontrollern als auch mit aktuellen FPGAs kommunizieren.

Der LTC2358-18 führt zusammen mit dem LTC2358-16 eine Familie mehrkanaliger, simultan abtastender und gepufferter 18/16-Bit-SAR-ADCs an. Der Chip ist für den Temperaturbereich von -40 bis +125 °C spezifiziert und besitzt ein 7 x 7 mm großes, 48-poliges LQFP-Gehäuse, das mit der nichtgepufferten Version LTC2348-18 anschlusskompatibel ist. Die Leistungsaufnahme wird mit nur 219mW angegeben. ◄

Analog Devices GmbH
adi-germany@analog.com
www.analog.com

Breitbandige HF-Synthesizer ermöglichen kleine Systemabmessungen

Analog Devices, Inc. kündigte mit dem ADF5356 einen breitbandigen 13,6-GHz-Synthesizer der nächsten Generation mit integriertem VCO an. Der Baustein adressiert Anwendungen wie beispielsweise die Mobilfunk-Infrastruktur, Mikrowellen-Richtfunkstrecken, elektronische Prüf- und Messsysteme oder auch Satelliten-Terminals. In der Leistungsfähigkeit vergleichbar ist das ergänzend angebotene Synthesizer-Produkt ADF4356 für Frequenzen bis 6,8 GHz.

Der ADF5356 erzeugt HF-Signale von 53,125 MHz bis 13,6 GHz ohne jede Lücke im Frequenzbereich, was seinen Einsatz als Multiband-Synthesizer erlaubt. Dies wiederum gestattet den Verzicht auf mehrere bandspezifische VCO/Synthesizer-Produkte und reduziert damit den Bauteileaufwand, die benötigte Leiterplattenfläche und die Leistungsaufnahme. Der große Frequenzbereich wird zudem ohne Abstriche an der Leistungsfähigkeit erreicht, denn der ADF5356 zeichnet sich durch eine überragende PLL-FOM (Figure of Merit), extrem geringes VCO-Phasenrauschen, sehr geringe Signalspitzen (Spurs) durch Integer-Boundary- bzw. Phasendetektor sowie eine hohe Phasenvergleichsfrequenz aus.

SiGe-BiCMOS-Prozess

Die auf Basis des proprietären, fortschrittlichen SiGe-BiCMOS-Prozesses von ADI entwickelten Bausteine ADF5356 und ADF4356 bieten ein branchenführend geringes VCO-Phasenrauschen (-113 dBc/Hz bei 100 kHz Offset und 5 GHz) mit einem integrierten RMS-Jitter von nur 97 fs (von 1 kHz bis 20 MHz) sowie in ganzzahligen Kanälen ein Grundrauschen von -227 dBc/Hz. Die durch den Phasendetektor bedingten Störsignale sind typisch kleiner als -85 dBc. Die Phasendetektor-Vergleichsfrequenz kann bis zu 125 MHz betragen.

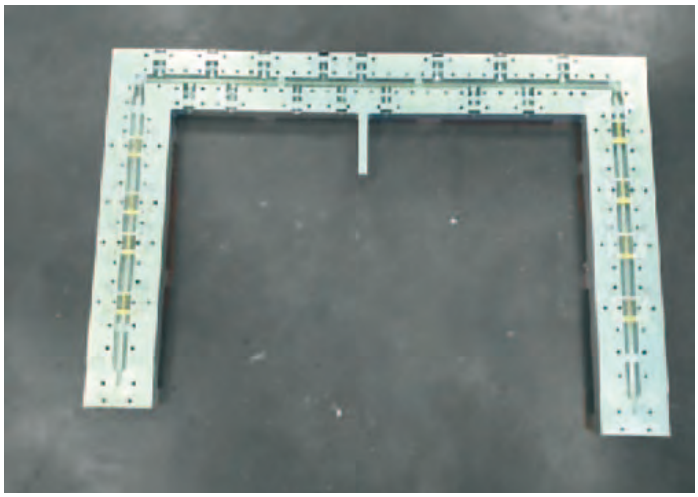
ADISimPLL

Die HF-Synthesizer lassen sich einfach in Designs integrieren und werden durch ADIsimPLL unterstützt. ADISimPLL ist ein umfassende, einfach anwendbare Design- und Simulationswerkzeug von Analog Devices für PLL-Synthesizer, welches es ermöglicht, das Phasenrauschen, die Einrastzeit, den Jitter und andere Designaspekte zu simuliere. Um Designern eine Upgrademöglichkeit zu bieten, sind die Synthesizer pinkompatibel zu den bisherigen Bausteinen ADF5355 und ADF4355 von Analog Devices. ◄

Analog Devices GmbH
adi-germany@analog.com
www.analog.com

RF Microtech entwickelte ein komplexes UWB-Filter in Rekordzeit

RF Microtech ist ein Dienstleister für die Entwicklung kundenspezifischer HF- und Mikrowellen-Produkte für Industriebetriebe und Systemintegratoren.



Ein Auftrag der Organisatoren der Messe Expo Milano 2015 wurde für RF Microtech eine ganz besondere Herausforderung: Entwurf, Simulation, Optimierung, Herstellung und Test eines ultrabreitbandigen Filters (Ultra-Wideband Filter, UWB) zur Unterdrückung von fünf einzelnen Bändern zwischen 80 MHz und 6 GHz in nur vier Wochen.

Die Expo Milano ist eine bedeutende Messe. Die Veranstalter schließen Verträge mit verschiedenen Anbietern mobiler Services ab, um während der Ausstellung entsprechende Stationen zur Verfügung zu haben, welche eine Rundumversorgung mit mobilen Services sicherstellen. Zusätzlich setzt der Sicherheitsdienst für die italienische Regierung mobile Basisstationen einschließlich eines öffentlichen Sicherheitsnetzwerks (Public Safety Network) gemäß Bild 1 ein, welche strategisch platziert werden, um die entsprechende Kommunikation rund um das Ereignis sicherzustellen. Dabei verursachte eine der Antennen für die mobilen Services über einen Nebenzipfel im Richtdiagramm direkt eine Interferenz mit einem der Kommunikationssignale einer der kritischen sicherheitsrelevanten Basisstationen. Dieses Problem musste innerhalb eines Monats bis zur Eröffnung der Ausstellung gelöst werden. Bei RF Microtech wurde angefragt, ob man nicht auf Grundlage einer validierten (erprobten) Full-Wave Electromagnetic (EM) Simulation ein ultrabreitbandiges Filters (Ultra-Wideband Filter, UWB) herstellen könne, welches alle betroffenen fünf Bänder für die mobilem Services mit mehr als 35 dB unterdrücken könne. Weiterhin sollte das Filter eine Breitband-Übertragung zwischen 80 MHz und 6 GHz mit einer Einfügedämpfung unter 2 dB zulassen. RF Microtechs Klient, die Firma H3G, war weiterhin daran interessiert, dass diese Lösung einen Raumbedarf von maximal 1 x 1 x 0,2 m erforderte. Die validierte EM Simulation sollte innerhalb von nur zwei Wochen geliefert werden, die komplette Lösung innerhalb von vier Wochen.

Die Lösung

Das RF Microtech Design Team nahm unverzüglich die Arbeit an diesem zu entwickelnden Filterblock aus fünf unabhängigen Bandsperrfiltern (Notched-Band Filters, NBFs), welche entlang einer Übertragungsleitung kaskadiert sein sollten (Bild 2),

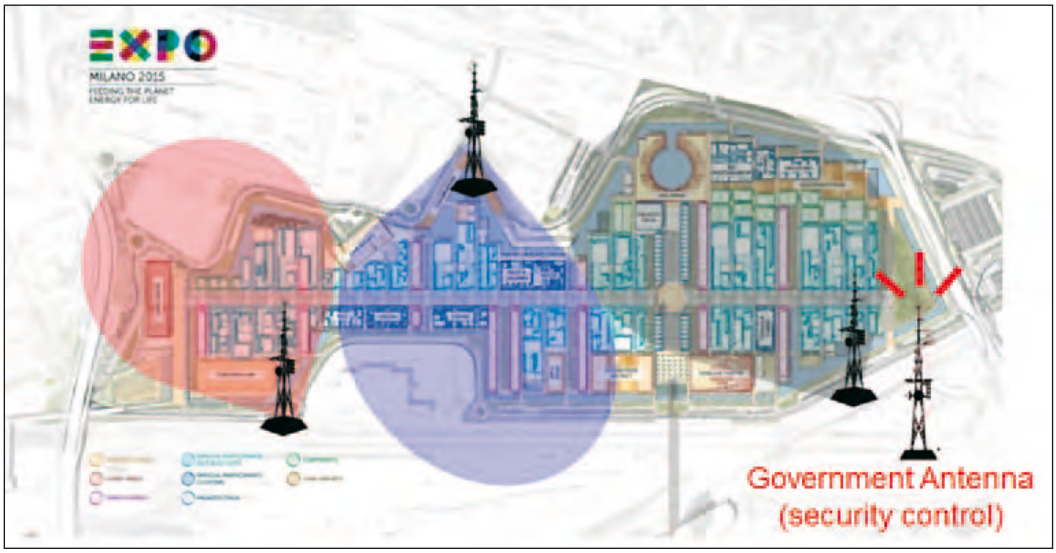


Bild 1: Darstellung der Basisstationen auf der Milan 2015

Quelle:
Success Story, RF Microtech Develops Complex UWB Filter in Record Time, Application Report National Instruments 2017

übersetzt und leicht gekürzt von FS

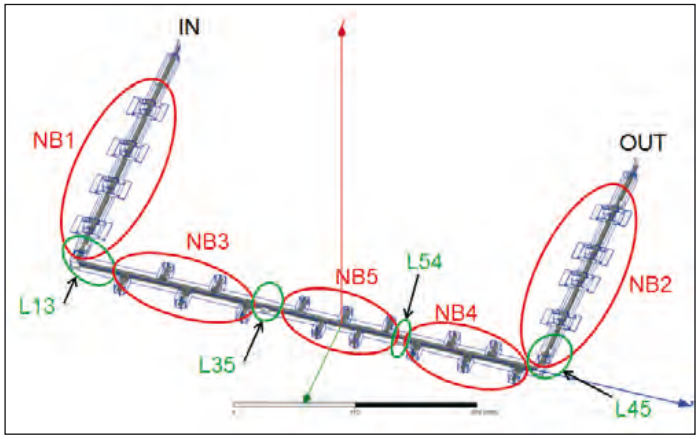


Bild 2: Ansicht des Layouts des NBF-Modells

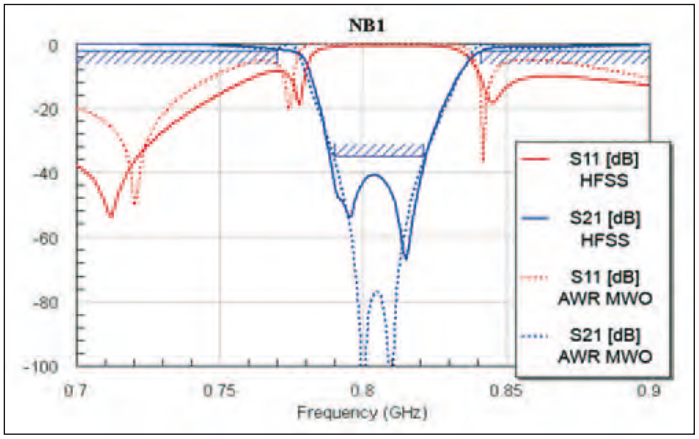


Bild 3: Microwave Office und HFSS im Vergleich

auf. Das Team wählte NI AWR Design Environment, eine spezifizierte Microwave-Office-Schaltungsentwicklungs-Software, für dieses zeitkritische Projekt. Jedes unabhängige Filter wurde als NBF vierter oder fünfter Ordnung entwickelt, zusammengesetzt aus mehreren kaskadierten Stufen von Shunt-Resonatoren.

Die individuellen Filterspezifikationen erforderten bei diesen Resonatoren eine hohe Leerlaufgüte (unloaded Q) von >1000, verbunden mit der zusätzlichen Forderung, dass unterhalb von 6 GHz keine Fehlsignale (spurious Modes) auftreten durften. Jeder Abschnitt der Übertragungsleitung und jede Stufe jedes individuellen Filters wurde in das ANSYS HFSS Full-Wave Electromagnetic (EM) Analysis Tool implementiert. Die Ergebnisse in punkto S11 und S21, dargestellt in Bild 3, korrespondierten gut mit der anfänglichen Schaltungssimulation. Um Zeit für die Optimierung mit dem Full-Wave-Simulator zu sparen, wurden die Simulationsresultate für die Filter und die sie anbindenden Abschnitte der Übertragungsleitung zurück nach Microwave Office importiert. Hier erfolgten nun mehrere Optimierungsschritte, welche über 17 Prüfhandlungen (Touchstone Blocks) innerhalb von 16 Verbindungsstellen an der Übertragungsleitung erforderten. Jedes Mal erfolgte ein Import von HFSS in Microwave Office mit dem Ziel, die gesamte Einfügedämpfung (Overall Insertion Loss) durch Optimierung der Rückflussdämpfung (Return Loss) zwischen den Filtersektionen zu verbessern. Dabei wurden die transformierenden Eigenschaften der Übertragungsleitung ausgenutzt.

Nachdem die Optimierung der einzelnen Abschnitte der Übertragungsleitung komplett abgeschlossen war (Bild 4), wurde der endgültige Filterentwurf zurück in HFSS importiert, um dort die Erprobung mithilfe der Full-Wave-Simulation durchzuführen. Innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens und bei viel versprechend wirkenden Prüfungsergebnissen des simulierten Designs erfolgten dann die Herstellung des Filters und dessen endgültiger Test.

Warum NI AWR Design Environment?

Anhand einer einzigen Full-Wave-Simulation der ursprünglichen Filterstruktur innerhalb eines Zeitrahmens von 46 Stunden und damit von über 36,5% des zur Verfügung stehenden Zeitfensters erwies sich das Programmfeature zur Schaltungssimulation von Microwave Office als höchst zuverlässig, um die Filter- und Transmissionline-Strukturen so zu optimieren, um die anspruchsvollen Vorgaben zu erfüllen. Einen abschließenden Vergleich zwischen den Ergebnissen der Microwave-Office-Schaltungssimulation, der Full-Wave-EM-Validierung und dem schließlich hergestellten Filter erlaubt Bild 5. Ersichtlich wird hier die hohe Genauigkeit der Übereinstimmungen, welche der zügigen und effektiven Optimierung mit Microwave Office zu verdanken ist.

RF Microtechs Anforderungen wurden durch die qualitativ hochwertige und gleichzeitig schnell ablaufende Simulation mit dem Microwave Office Circuit Simulation Tool erfüllt, wobei die Kompatibilität dieses Tools mit der HFSS-EM-Simulation die erfolgreiche Vollendung und Umsetzung eines komplexen Filterdesigns im Bruchteil der Zeit ermöglichte, welche ein solches Projekt normalerweise in Anspruch nehmen würde.

Die Nutzung von Microwave-Office-Software verkürzte die Simulationszeit um etwa 90% im Vergleich zur ausschließlichen Nutzung des üblichen Ablaufprozesses für eine Full-Wave-EM-Simulation. Das endgültige Filterdesign wurde sowohl von H3G als auch der italienischen Regierung geprüft, die das Endprodukt als ihren Bedürfnissen entsprechend einschätzten. ◄

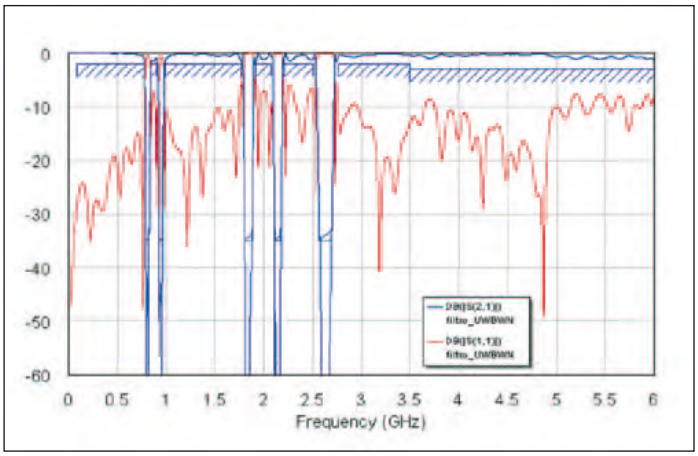


Bild 4: S_{11} und S_{21} gemäß Optimierung mit Microwave Office

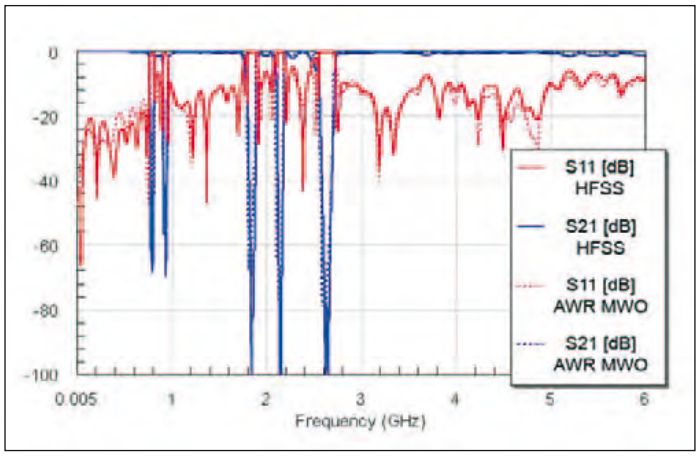


Bild 5: Ergebnisse von NBF-Simulation und Messungen

SiGe-Empfänger unter Nutzung der Software „Analog Office“ entwickelt

Die Australische „Defence Science and Technology Group“ entwickelte SiGe-Empfänger für 25 bis 45 GHz unter Nutzung der Software Analog Office

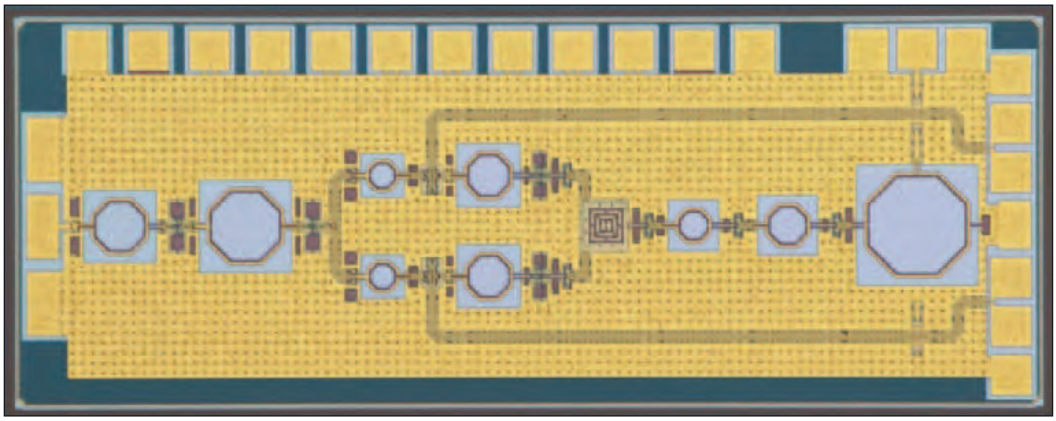


Bild 1: Foto des Nacktchips des SiGe Receivers

Die „Cyber and Electronic Warfare Division“ innerhalb des australischen Verteidigungsministeriums verfolgt ein Programm zur Entwicklung breitbandiger RFIC-Empfänger. Der in Bild 1 dargestellte Receiver empfängt zwischen 25 und 45 GHz und weist ein moderates Rauschmaß unter 6 dB, eine Verstärkungs-Flatness unter ±1 dB, einen IIP3 über 0 dBm und eine Spiegelfrequenz-Unterdrückung über 30 dB auf. Diese Eigenschaften innerhalb des beachtlichen Frequenzbereichs sicherzustellen, war eine große Herausforderung.

Unumgänglich war ein Design-Tool mit extensiver HF- und Electromagnetic-Simulationsmöglichkeit (EM) sowie effizienten Optimierungsansätzen. Die EM-Simulationen wurden in einem komplexen Multi-Metall-Lagen-Silizium/Germanium-Prozess (SiGe) ausgeführt, um das parasitäre Verhalten von passiven Onchip-Strukturen und Untereinanderverbindungen (Interconnects), welches aufgrund der hohen Frequenzen beträchtlichen Einfluss auf die Gesamt-Performance der RFIC-Lösung hat, möglicht exakt nachzuvollziehen. Zusätzlich benötigte der Chip Untersuchungen in Bezug auf das komplexe Layout-versus-Schematic (LVS) und Design-Rule-Checking (DRC), um den Anforderungen des Auftraggebers zu entsprechen.

Original: Defence Science and Technology Group Australia Develops a 25-45 GHz SiGe Receiver Using Analog Office, NI AWR, übersetzt von FS

Die „Defence Science and Technology Group Group Australia“ entschied sich für Design Software von NI AWR, konkret für die RFIC Design Software „Analog Office“, um ihren Chip unter Nutzung des kommerziell umsetzbaren SiGe-Prozesses zu entwickeln.

Kombination von festem und flexiblem Ansatz

Während das Process Design Kit (PDK) quasi als fertig gegossenes Werkzeug Basiskomponenten wie Heterojunction Bipolar Transistors (HBTs), Complementary-Metal-Oxide-Semiconductor-Baustufen (CMOS), Feldeffekttransistoren (FETs), Widerstände, Kondensatoren, Dioden oder Pads enthält, bietet Analog Office die Möglichkeit des Entwurfs von Custom Parameterized Cells (PCells).

Das Design Team erkannte, dass durch die sinnvolle Kombination beider Entwurfsplattformen ein wesentlicher Vorteil für den gesamten Design-Prozess erzielt werden konnte. Die kundenspezifischen PCells beförderten gewissermaßen die Fähigkeiten des PDKs, was zu einer Vereinfachung im SiGe Design Flow (Bild 2) führte und es erlaubte, komplexe Strukturen sehr effizient zu zeichnen, statt auf bereits früher genutzte manuelle Methoden zurückgreifen zu müssen. Aber nicht nur bei der Einsparung von Entwicklungszeit halfen die durch die Kombination der Entwicklungsmöglichkeiten neu geschaffenen Fähigkeiten, sondern sie trugen auch dazu bei, die Präzision des Layouts zu erhöhen, indem sie potentielle Fehler beim Datenzugriff verhinderten.

Ein weiterer Vorteil beim Entwurf einer kundenspezifischen PDK-Lösung war die Organisation von Standard-Cells durch das Entwickler-Team. Hierzu gehörten beispielsweise Polyphase-RC-Filter (Bild 3), Transformatoren, Übertragungsleitungen, Entkopplungskondensatoren, HF-Pads und ESD-Schutz-Pads (Electrostatic Discharge). Verschiedene Designer innerhalb des Teams nutzten die selbe Design-Konstruktion für ihre Layouts und Updates, beruhend auf Komponenten innerhalb des PDKs. Diese Ansätze wurden durchweg

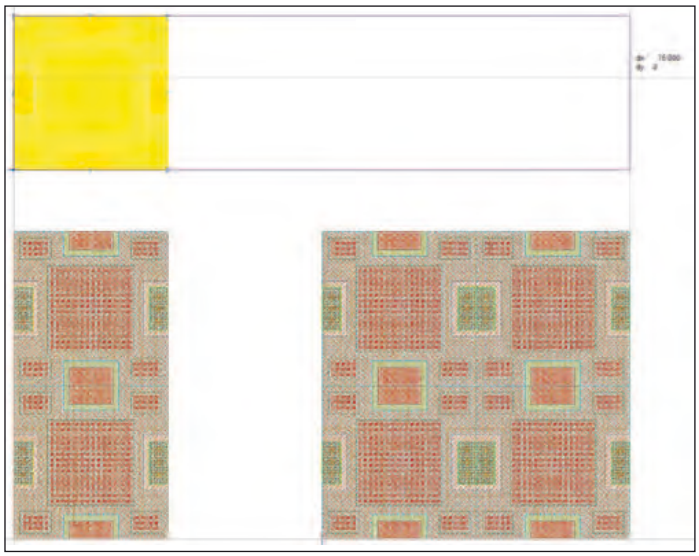


Bild 2: Kundenspezifische PCells wie dieses Entkopplungskondensator wurden genutzt, um die Layout-Genauigkeit zu erhöhen und den Layout-Prozess zu vereinfachen. Die Arraygröße lässt sich schnell ändern

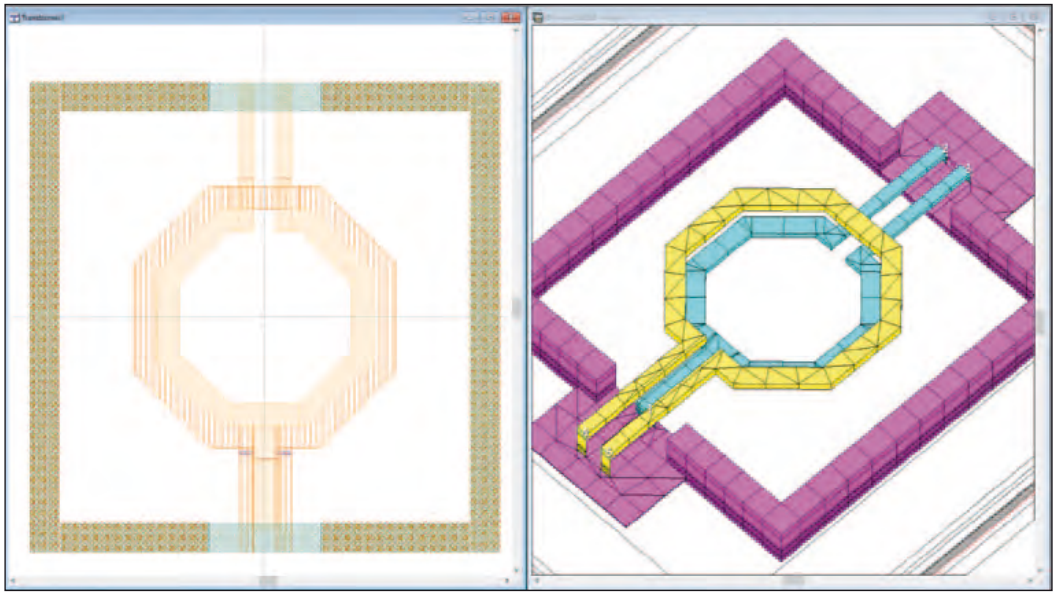


Bild 4: Die Transformator-PCell links wurde parameterisiert. Die Shape-Preprocessing-Regeln sicherten die notwendige Sorgfalt beim EM Setup, um die Vermaschung in der vereinfachten Struktur rechts zu erlauben

für alle Projektschritte für jeden Designer propagiert. Dadurch konnte gesichert werden, dass der gesamte Entwicklungsprozess überschaubar blieb und für neu hinzugestoßene Ingenieure relativ leicht zugänglich war.

Die Simulation hinsichtlich EM

Um eine effiziente Lösung in der Electromagnetic-Frage bei dem HF-Design zu sichern, entschied man sich für das AXIEM 3D Planar EM Tool. Alle passiven Strukturen im HF-Signalweg wurden abschnittsweise mit AXIEM modelliert, wobei man die festen HBTs mit ihren EM-Blocks an der Spitze der Schaltungshierarchie verließ. Transformatoren wurden recht häufig in den einzelnen Designs genutzt, und entsprechende Bibliotheken entstanden effizient durch Nutzung von AXIEM, was oft die Notwendigkeit der Nutzung von kompakten Modellen oder S-Parameter-Files, die aus einem weiteren EM Tool hätten importiert werden müssen, ersparte.

Die PCells, welche im Schaltungs-Editor genutzt wurden, konnten direkt zum EM-Simulator geschickt werden zwecks Analyse mit lediglich ein paar Maus-Klicks. Das bedeutete, dass die Definition einer Konfiguration von jeder passiven Struktur im EM-Simulator explizit unnötig wurde und dass Änderungen in der Schaltung automatisch in der Struktur umgesetzt wurden, welche in den verschiedenen EM-Blocks definiert war. Somit musste kein Designers sich Sorgen darüber machen, ob der Gleichlauf zwischen Schaltung und EM-Modell noch bestand. Die Nutzung von diesem Extract-EM-Simulations-Flow sorgte dafür.

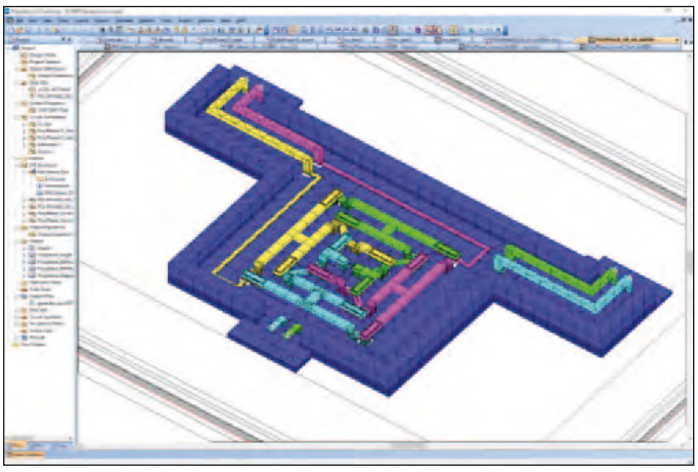


Bild 3: AXIEM-Layout des dreistufigen Polyphase-RC-Filters

Shape-Preprocessing-Regeln bringen Vorteile

Das Team war in der Lage, den Aktionsradius seiner Transformator-PCells in AXIEM so auszuweiten, dass eine S-Parameter MDIF Library in wenigen Minuten aufgebaut werden konnte. Die parametrisierten Transformatoren-Komponenten waren daraufhin als Schaltungselemente verfügbar zur direkten Nutzung im Empfänger-Design (Bild 4).

Die Defence Science and Technology machte auch Gebrauch von den Shape-Preprocessing-Regeln (SPP), um das komplexe RFIC-Layout automatisch in eine vereinfachte Form für das EM Stackup zu bringen. SPP-Regeln erlauben die Vereinfachung der Via-Arrays und der metallischen Stape, noch bevore in AXIEM Vermaschungen auftreten. Dies reduzierte nicht nur Simulationszeit, sondern sicherte auch die Konsistenz zwischen dem Layout und der vereinfachten EM-Struktur.

Der von der Defence Science and Technology Group entwickelte SiGe-Chip entstand schließlich erfolgreich durch Nutzung von Analog Office und AXIEM und wurde vom Auftraggeber akzeptiert. Die durch Messungen ermittelte Performance des Chips wurde auf der European Microwave Week Conference vorgestellt (http://ieeexplore.ieee.org/document/7777475/).

Warum NI AWR Design Environment?

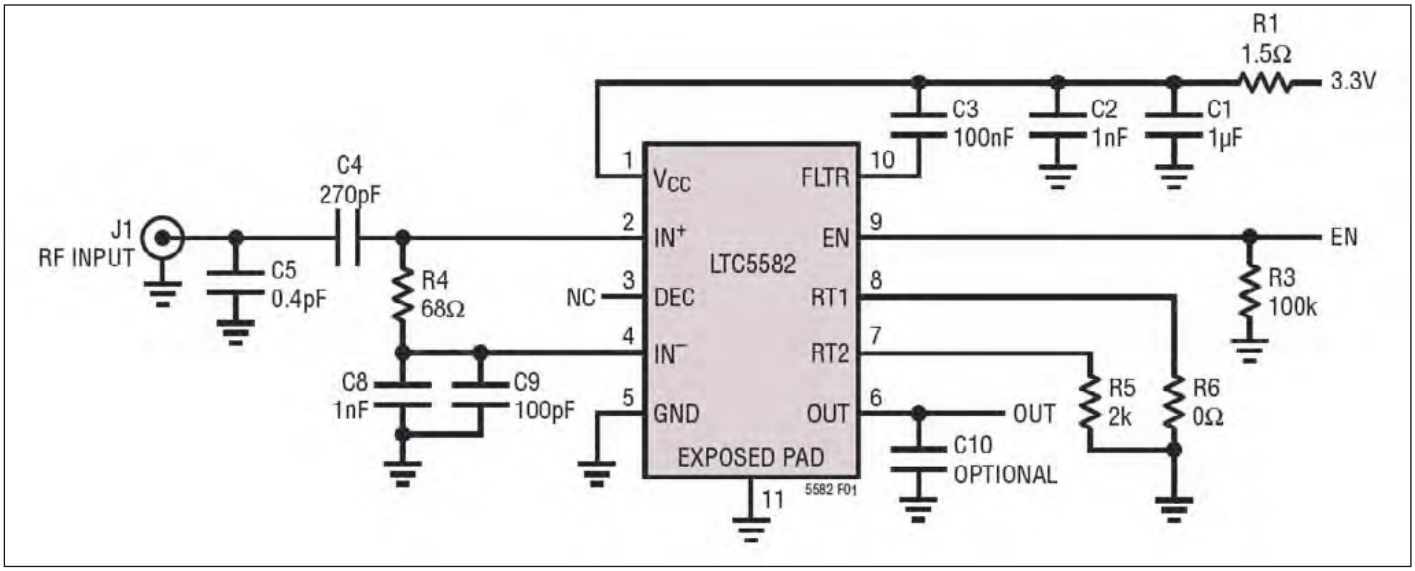
Leigh Milner und sein Design Team wählten NI AWR Design Environment aufgrund seiner integrierten Umgebung und seines geschlossenen Datenmodells, das es ihnen erlaubte, die selbe Design-Konstruktion für jedes individuelle Layout und Updates für Komponenten innerhalb des PDKs während des gesamten Entwicklungsprozesses für alle Designer zu nutzen. Die Fähigkeit, die EM-Simulation innerhalb der selben Umgebung ohne der Notwendigkeit des Datenimports von einer dritten Quelle zu bewerkstelligen, ermöglichte es, viel wertvolle Zeit zu sparen. Die Shape-Preprocessing-Regeln waren ebenfalls sehr hilfreich bei der Automatisierung der Umsetzung in das komplexe RFIC Layout. ◄

Über die Defence Science and Technology Group

Die Defence Science and Technology Group ist Teil von Australiens Verteidigungsministerium und erhält das zweitgrößte Budget. Sie ist national führend bei Entwicklung und Auslieferung von hochwertigen wissenschaftlichen und Sicherheitslösungen und innovativen Lösungen für die Verteidigung und die nationale Sicherheit. Sie leistet infolge ihrer Kompetenz einen wertvollen Beitrag zur Reduzierung strategischer und operativer Risiken und entwickelt Fähigkeiten, um potentielle Bedrohungen zu erkennen und abzuwehren.

Website:
dst.defence.gov.au

Verminderung der Temperaturabhängigkeit von RMS-Power-Detektoren



Stabiles Temperaturverhalten ist extrem wichtig in Basisstations-Designs, weil dort die Umgebungstemperatur weitreichend von Standort und Umgebung abhängen kann. Hat hier ein RMS Detector, wie er etwa zur HF-Leistungsregelung eingesetzt wird, eine sehr gute Temperaturstabilität, verbessert das die Leistungseffizienz der gesamten Station.

Beispielsweise gehören der LTC5582 und der zweikanalige LTC5583 zu einer Familie von RMS-Detektoren, die eine exzellente Temperaturstabilität im Bereich vom -40 bis +85 °C auf jeder Frequenz bis zu 10 GHz (LTC5582) oder 6 GHz (LTC5583) gewährleisten. Jedoch variieren auch ihre Temperaturkoeffizienten der wichtigsten Parameter mit der Frequenz, und ohne Temperaturkompensation kann der durch Temperaturänderung verursachte Fehler größer als 0,5 dB sein. Daher ist es manchmal erforderlich, die Temperaturkompensation auf verschiedenen Frequenzen zu optimieren, um den Fehler unter 0,5 dB zu halten. Das gelingt sehr einfach durch Nutzung von zwei Off-Chip-Widerständen.

Quellen:
LTC5582, 40 MHz to 10 GHz RMS Power Detector with 57dB Dynamic Range, Analog Devices Datasheet

Improving the Output Accuracy Over Temperature for RMS Power Detectors by Andy Mo, Analog Devices Application Note AN129-1, September 2010

frei übersetzt von FS

Verbesserte Temperaturkompensation

Die Änderung der Ausgangsspannung erfolgt gemäß folgender Formel:

$$\Delta V_{OUT} = TC1 \times (TA - t_{NOM}) + TC2 \times (TA - t_{NOM})^2 + detV1 + detV2$$

Hierin sind TC1 und TC2 die Temperaturkoeffizienten erster und zweiter Ordnung. T_A ist die aktuelle Umgebungstemperatur (Ambient Temperature), und t_{NOM} ist die Referenztemperatur von üblicherweise 25 °C (Zimmertemperatur). Die Größen detV1 und detV2 beschreiben die Ausgangsspannungsänderung, wobei die Spannungen an den Pins RT1 und RT2 nicht zu Null gesetzt werden.

Die Methoden, um die Widerstandswerte für die optimale Temperaturkompensation zu berechnen, sind für LTC5582 als auch LTC5583 gleich. Beim LTC5583 ist nur eine gemeinsame Kompensation für Kanal A und B möglich. Über die Ansteuerung von Pin RT1 erfolgt die Festlegung der Polarität von TC1 und über die Ansteuerung von Pin RT2 die Definition der Polarität von TC2. Die absoluten Werte der Temperaturkoeffizienten kann man aber nicht beeinflussen. Legt man RT1 und RT2 an Masse, so wird die Temperaturkompensation deaktiviert. Dieses Feature wird ja bei einigen z.B. weniger kritischen Anwendungen nicht benötigt. Im Aufmacherbild wird RT2 genutzt, während RT1 deaktiviert ist.

Bild 1 illustriert die Änderung von V_{OUT} als Funktion der Temperatur bezüglich der Temperaturkompensation erster Ordnung.

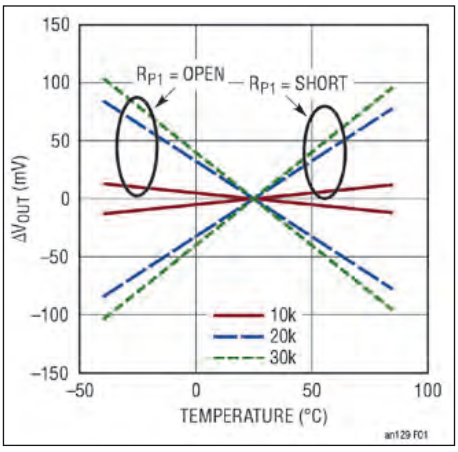


Bild 1: Die Beziehung 1st Order ΔV_{OUT} vs Temperatur

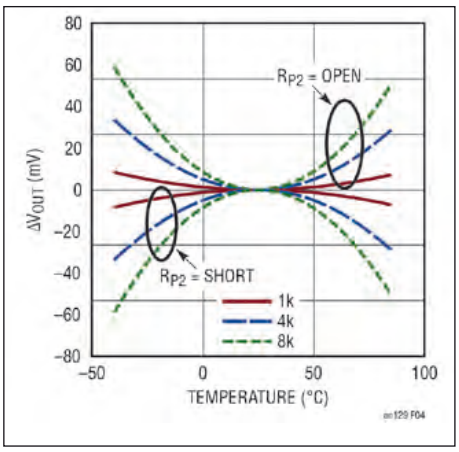


Bild 2: Die Beziehung 2nd Order ΔV_{OUT} vs Temperatur

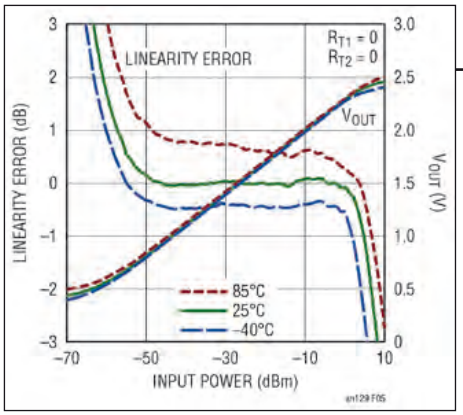


Bild 3: Temperaturverhalten des unkompensierten LTC5583 bei 900 MHz

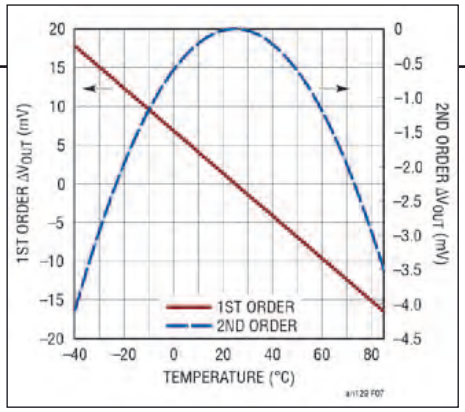


Bild 4: Zur Polarität der Lösungen 1st und 2nd Order

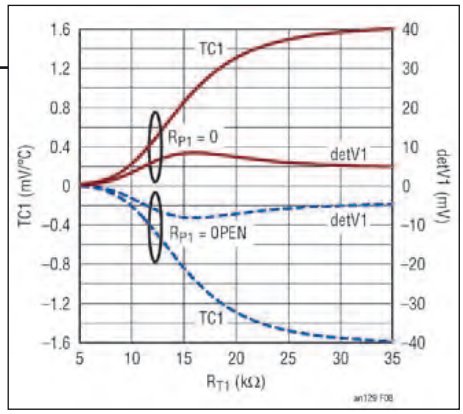


Bild 5: Die Beziehung zwischen 1st-Order-Temperatur-Koeffizienten TC1 und externem Widerstand R_{T1}

Als Parameter wurden nur drei Widerstandswerte verwendet, das genügt, um zu zeigen, dass kleinere Widerstandswerte kleinere eine geringere Temperaturabhängigkeit bewirken. Die Polarität (Richtung) der Änderung wird über das Pin RP1 definiert, die Ellipsen umfassen die betreffenden Kennlinien. In Bild 2 ist der Effekt der Temperaturkompensation zweiter Ordnung dargestellt. Die Richtung der Kennlinien wird hier über Pin RP2 festgelegt. Im Temperaturbereich von etwa 10 bis 40 °C spielen die Widerstandswerte hier kaum eine Rolle. Es ergibt sich ein Verhalten über alles entsprechend beider Darstellungen. Dies beschreibt die obige Formel.

Beispiel 900 MHz

Angenommen, den LTC5583 wird ein 900-MHz-Messignal zugeführt. Der erste Schritt besteht nun darin, den Verlauf von V_{OUT} über der Temperatur ohne Kompensation zu ermitteln. In Bild 3 ist dieser beispielhaft dargestellt mit drei Umgebungstemperaturen als Parameter. Der absolute Linearitätsfehler über der Eingangsleistung wurde ebenfalls eingetragen, wobei jedoch bei allen drei Temperaturen 25 °C als Referenz (null Fehler) angenommen wurde. Um nun den Temperatureinfluss auf die Ausgangsspannung zu reduzieren, müsste die rote Kurve (85 °C) abgesenkt und die blaue Kurve (-40 °C) angehoben werden, um weitgehendste Übereinstimmung mit der Kurve bei Zimmertemperatur (grün) zu erreichen. Was nun folgt, ist eine Schritt-für-Schritt-Prozedur:

Schritt 1: Einschätzung der erforderlichen Kompensation in dB. Betreffs Bild 3 nimmt man dazu beispielsweise die Werte für eine Eingangsleistung von -25 dBm, denn das ist die Mitte des Dynamikbereichs. Nun multipliziert man den Linearitätsfehler in dB mit 30 mV/dB (das ist die typische V_{OUT}-Änderung), um in Millivolt zu konvertieren: -40 °C 13 mV (oder 0,43 dB), +85 °C -20 mV (oder -0,6 dB) Um diese Werter müssen die entsprechenden Kurven verschoben werden.

Schritt 2: Bestimmung der Spannungen an RP1 und RP2 entsprechend der Lösungen für die Kompensationen erster und zweiter Ordnung. Um diese Lösungen zu finden, setzt man a für einen Term erster Ordnung (1st) und b für einen Term zweiter Ordnung (2nd). Folgende Rechnungen führen weiter:

a - b = 13 mV

-a - b = -20 mV

a = 16,5 (1st)

b = 3,5 (2nd)

Die Polarität von a und b in diesen Gleichungen wird durch die Polarität der Terme 1st und 2nd Order bestimmt, siehe Bild 4. Da diese jeweils positiv oder negativ sein können, sind vier Kombinationen möglich. In diesem Fall kann die erforderliche Kompensation nur erreicht werden, wenn beide Terme negativ sind. Bild 5 zeigt die Kompensation für 1st und 2nd Order für -40 °C und 85 °C. Da die Polaritäten von 1st- und 2nd-Order-Kompensation negativ sind, wie gefordert, gelingt die Gesamtkompensation. Addiert man gewissermaßen beide Kurven, dann produziert ihre Summe die erforderliche Justierung für V_{OUT}. Konsequenterweise sind TC1 und TC2 negativ, und R_{P1} und R_{P2} werden gemäß Bild 6 und 7 bestimmt. Die Werte der beiden gezeigten Lösungen führen zum Versatz von 13 mV bei -40 °C und -20 mV bei 85 °C mit RP1 = open und RP2 = short.

Schritt 3: Berechnung des Temperaturkoeffizienten bei einem der Temperaturextremen und Bestimmung der Widerstandswerte RT1 und RT2 gemäß Bild 6 und 7:

a = 16,5 = TC1 x (85 - 25);
TC1 = 0,275 mV/K

R_{T1} = 11 kOhm (Bild 6)

b = 3,5 = TC2 x (85 - 25)2;
TC2 = 0,972 µV/K2

R_{T2} = 499 Ohm (Bild 7)

Bild 8 zeigt die LTC5583-Performance über der Temperatur für einen der beiden Ausgänge. Festzustellen ist eine deutliche Verbesserung gegenüber dem unkompensierten Zustand (vgl. Bild 3). Dies sollte für die meisten Applikationen ausreichen. Falls dennoch eine bessere Genauigkeit erforderlich ist, so kann man einen zweiten Design-Durchlauf vornehmen. Um diesen zu vereinfachen, lassen sich die Größen detV1 und detV2 ignorieren, da sie von der Temperatur nicht abhängen. Diese zweite Rechnung wird in der Originalquelle näher beschrieben. Dort findet man auch die empfohlenen R_{T1}- und R_{T2}-Werte für LTC5582 und LTC5583 zur Erreichung einer optimalen Temperatur-Performance für verschiedene Frequenzen.

Fazit

LTC5582 und LTC5583 bieten eine hervorragende Temperatur-Performance bei Nutzung von nur zwei externen Kompensationswiderständen. Die Berechnung zur Ermittlung der Werte dieser Widerstände ist einfach und kann zur Erreichung noch besserer Resultate wiederholt werden. Die erreichbare Performance führt zu einer Genauigkeit über den gesamten Temperaturbereich von weniger als 1% der Ausgangsspannung. Im Beispiel wurde im Dynamikbereich von 50 dB ein Linearitätsfehler von nur 0,2 dB gewährleistet und im Dynamikbereich von 56 dB von 1 dB.

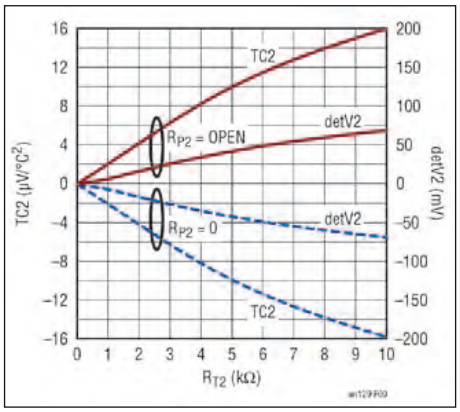
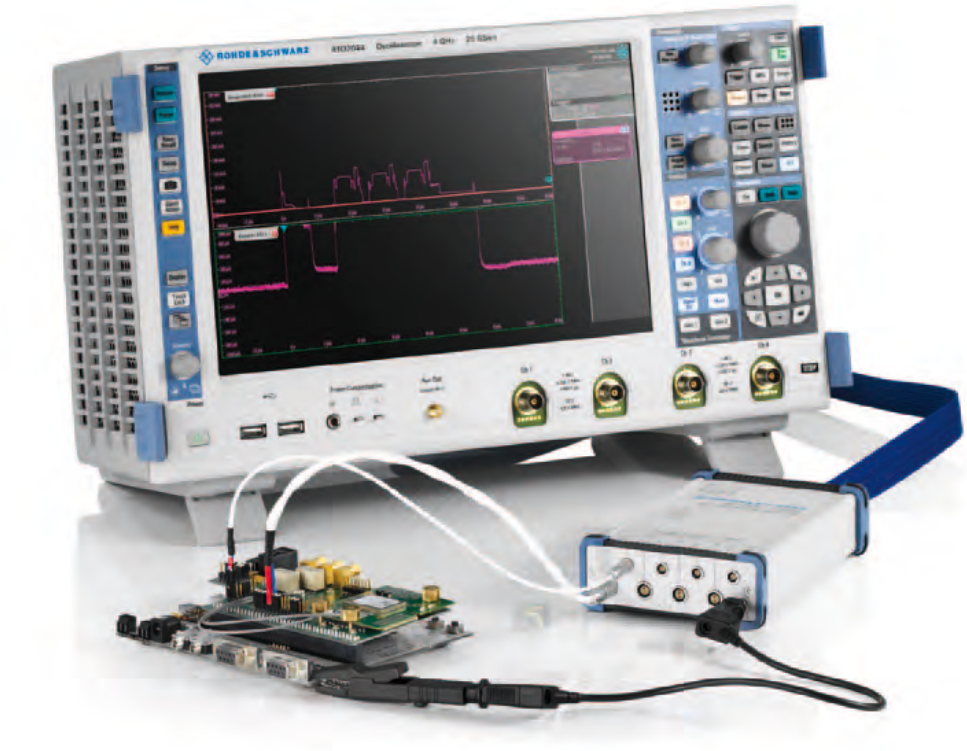


Bild 6: Die Beziehung zwischen 2nd-Order-Temperaturkoeffizientem TC2 und externem Widerstand R_{T2}

Optimieren der Stromversorgung drahtloser Geräte



Mit der neuen Mehrkanal-Leistungsmesssonde R&S RT-ZVC02/04 können Anwender über große Strom- und Spannungsbereiche, ohne Bereichsumschaltung, messen. So lassen sich die Leistungsaufnahmen von Chipsets, Funkmodulen oder sogenannten Wearables wie Smartwatches überwachen. In Kombination mit einem R&S RTE oder R&S RTO Oszilloskop kann jetzt auch der Stromverbrauch eindeutig mit analogen und digitalen Steuersignalen korreliert werden. Die Batterielebensdauer von tragbaren, drahtlosen Geräten lässt sich so bereits in der Elektronikentwicklung optimieren.

Lange Batterielebensdauer

Eine lange Batterielebensdauer ist bei Mobilfunkgeräten, Internet-of-Things-Modulen oder Wearables ein wichtiges Komfortmerkmal. Um den Energieverbrauch möglichst gering zu halten, arbeiten diese Produkte mit niedrigen Ruheströmen und nur sehr kurzen Aktivitätsphasen, in welchen höhere Ströme verbraucht werden. Zur Erfassung des tatsächlichen Energieverbrauchs ist eine außergewöhnlich hohe Messdynamik notwendig. Häufig werden mehrere Messkanäle benötigt, da verschiedene Module der Elektronikschaltung zu verschiedenen Zeiten aktiviert werden.

Gleichzeitige Messung von bis zu vier Strömen

Die mehrkanalige Leistungsmesssonde R&S RT-ZVC02/04 adressiert diese Anwendung: Sie ermöglicht die gleichzeitige Messung von bis zu vier Strömen und vier Spannungen mit sehr hoher Messdynamik. Die Messdaten werden über die digitale Logikschnittstelle an das R&S RTE oder R&S RTO-Oszilloskop übertragen und zeitsynchron mit den analogen Kanälen des Oszilloskops am Display angezeigt. Eine in die Leistungsmesssonde integrierte Triggereinheit ermöglicht das Triggern auf die Eingangssignale der R&S RT-ZVC.

Sehr niedrige Ruheströme und kurze Stromspitzen gleichzeitig messen

Die Messsonde enthält für jeden Strom- oder Spannungsmesskanal einen 18-Bit-AD-Wandler. Dadurch ist ohne Umschaltung im gewählten Strommessbereich das Messen von sehr kleinen Ruheströmen im µA- oder nA-Bereich sowie hohen Stromspitzen bis in den A-Bereich möglich. Dank der Bandbreite von 1 MHz und einer Abtastrate von 5 MSa/s können auch sehr kurze Strompulse erfasst werden, wodurch sich der tatsächliche Energieverbrauch korrekt ermitteln lässt. Drei umschaltbare interne Shunts ermöglichen eine optimale Strombereichsauswahl. Für kundenspezifische Strommessbereiche, oder wenn die Strommessung möglichst nahe am Testobjekt erfolgen soll, kann ein beliebiger externer Shunt verwendet werden.

Bis zu 16 zusätzliche Kanäle

Die R&S RT-ZVC02 Power Probe bietet je zwei, die R&S RT-ZVC04 je vier Strom- und Spannungskanäle, welche zusätzlich zu den analogen Oszilloskop-Kanälen zur Verfügung stehen. Bis zu zwei R&S RT-ZVC02/04 Tastköpfe lassen sich an ein R&S RTE oder R&S RTO Oszilloskop anschließen, womit maximal 16 zusätzliche Messkanäle verfügbar sind. Damit können auch kritische Power-Up-Sequenzen von CPU-Mainboards oder FPGA-Schaltungen automatisiert getestet werden.

Geeignet für Batterielebensdauermessungen

Die R&S RT-ZVC-Messsonde ist bereits in Kombination mit einem R&S CMW-Communication Tester und der R&S CMWrun Software für Tests des Batterieverbrauchs einsetzbar. Mit diesem Setup lassen sich Mobilfunkprotokolle und auf IoT-Geräten laufende Applikationssoftware korrelieren. Anwender können folglich dieselbe Leistungsmesssonde sowohl für Messungen mit dem Oszilloskop während der Entwicklung des Embedded Systems verwenden, als auch anschließend für Analysen und Optimierung des Systemstromverbrauchs bei der Applikationsentwicklung für IoT-Systeme.

Die R&S RT-ZVC Mehrkanal-Leistungsmesssonde ist ab Juni 2017 als Zubehör für die R&S RTE und R&S RTO Oszilloskope erhältlich.

■ *Rohde & Schwarz*
www.rohde-schwarz.com

5./6. Juli 2017

Ihre persönliche Einladung zur

23. Hightech auf dem Olympiaturm - Messtechnik München

Schulungen • Fachvorträge • Ausstellungsbereich • Live-Präsentationen • Applikationen aus der Praxis

Seit 1995!

Teilnahme kostenfrei!

23. Hightech
auf dem Olympiaturm

www.olyturm.de

Teilnahme kostenfrei!

Ihre persönliche Einladung

23. Hightech auf dem Olympiaturm München, 5./6. Juli 2017 » www.olyturm.de

Am **5. und 6. Juli 2017** (Mittwoch und Donnerstag) ist es wieder soweit: Messtechnik-Anwender, Distributoren und Hersteller treffen sich auf dem Olympiaturm in München. **Und Sie können kostenlos dabei sein! Denn Sie sind eingeladen zur „23. Hightech auf dem Olympiaturm“. Gleich anmelden!**

Meilhaus Electronic und über 30 ausstellende und repräsentierte Firmen **zeigen Ihnen Trends, neue Produkte und Technologien** in der Mess- und Steuertechnik, Automation, Test- und Prüftechnik, im Bereich Embedded-PC, Stromversorgungen, IIoT, Industrie 4.0 und vieles mehr.

Sammeln Sie Ideen und Lösungen im umfangreichen Ausstellungs-Bereich mit Produkt-Neuheiten, Live-Präsentationen und Praxis-Applikationen. Nutzen Sie den direkten Kontakt als ideale Plattform für Erfahrungsaustausch mit anderen Anwendern und Networking!

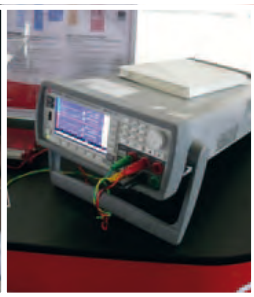
Jeder Fachbesucher und Zuhörer der Technologie-Vorträge erhält auf Wunsch ein **ME-Olympiaturm Diplom als Zertifikat für die Teilnahme**.

Für Ihr leibliches Wohl ist bestens gesorgt!

Die Teilnahme ist **kostenfrei**, eine Voranmeldung ist erforderlich (die Besucherzahl ist begrenzt).
Alle Infos und Anmeldung unter: **» www.olyturm.de**

Agenda

23. Hightech auf dem Olympiaturm München, 5./6. Juli 2017 » www.olyturm.de



Zeit	Vortragsbereich 1	Vortragsbereich 2	Ausstellungsbereich
9:30	◗ **Einlass**		
10:00 - 10:25	**Kniel System-Electronic:** Netzteile für die gestresste Entwicklerseele.	**Pickering Interfaces:** Diagnose von Schaltsystemen.	In diesem Bereich zeigen wir Ihnen Produkt-Neuheiten, Demos und Applikationen - „live und zum Anfassen“. Der Ausstellungsbereich ist während der ganzen Veranstaltung für Sie geöffnet. Kompetente Ansprechpartner stehen Ihnen zur Verfügung.
10:30 - 10:55	**MCD Elektronik:** Qualitätserlebnis Automobil - Fühlen und hören Sie den Puls der Zeit.	**PLUG-IN:** Datenerfassungssystem MAQ20 im Einsatz unter LabVIEW*.	
11:00 - 11:25	**GMC-I Messtechnik GmbH - Gossen Metrawatt:** Sichere Diagnose für Hybrid- und Elektro-Fahrzeuge - Überprüfung der Hochvolt-Sicherheit mit kompaktem Präzisionsmultimeter.	**Pico Technology:** 9000 Series sampling scopes embracing wide band application.*	
11:30 - 11:55	**Keysight @ Meilhaus Electronic:** Battery Life Challenges in IoT Wireless Sensors and the Implications for Test.	**Rigol @ Meilhaus Electronic:** Testlösung für EMV-Vorabkonformitätsprüfungen.	
12:30 - 13:30	◗ **Mittagspause**		
13:30 - 13:55	**Pickering Interfaces:** Diagnose von Schaltsystemen.	**Kniel System-Electronic:** Netzteile für die gestresste Entwicklerseele.	
14:00 - 14:25	**PLUG-IN:** Datenerfassungssystem MAQ20 im Einsatz unter LabVIEW*.	**MCD Elektronik:** Qualitätserlebnis Automobil - Fühlen und hören Sie den Puls der Zeit.	
14:30 - 14:55	**Pico Technology:** Precision power measurement with PicoScope 4444.*	**GMC-I Messtechnik GmbH - Gossen Metrawatt:** Die Vorteile einer Autorange-Funktion bei DC-Stromversorgungen.	
15:00 - 15:25	**Rigol @ Meilhaus Electronic:** Testlösung für EMV-Vorabkonformitätsprüfungen.	**Keysight @ Meilhaus Electronic:** Modern Test Methods and Analysis Tools for Batteries.	
16:00	◗ **Ende der Veranstaltung**		* Vortrag in englischer Sprache

Ein Tag voller interessanter Begegnungen!

23. Hightech auf dem Olympiaturm München, 5./6. Juli 2017 » www.olyturm.de

- **Konzentrierte Fachvorträge**.
- Umfangreiche **Ausstellungs-Bereiche, Live-Präsentationen und Praxis-Applikationen**.
- **Erstklassige Buffets** für Ihr leibliches Wohl.

Treffen Sie **Top-Anbieter und persönlich geladene Anwender** aus den Bereichen Messtechnik und Test, Software, Embedded PC, Automation, Steuerung, Automotive und Aerospace. Erleben Sie einen **informativen Tag ohne Messe-Stress**, dafür mit viel Zeit für persönliche Gespräche und ausführliche Informationen von ausgesuchten Ausstellern.

Ausstellende Firmen

23. Hightech auf dem Olympiaturm München, 5./6. Juli 2017 » www.olyturm.de

★ ★ ★

Bürklin GmbH & Co. KG

Die ganze Elektronik: Bauelemente und Komponenten, Kabel und Leitungen, Feldbus und Automation, Licht und Energie, Netzwerk- und Computerzubehör, Werkzeuge und Hilfsmittel.

Grünwalder Weg 30
82041 Oberhaching
Telefon: (0 89) 55 875 - 0 | Fax: (0 89) 55 875 - 421
E-Mail: **info@buerklin.de**
➔ **www.buerklin.de**

★ ★ ★

GMC-I Messtechnik GmbH - Gossen Metrawatt

Stromversorgungen, Multimeter, Netzanalyse, Prüftechnik, Messtechnik, Startstrom-Monitoring, Medizintechnik, Energiemanagementsysteme.

Südwestpark 15
90449 Nürnberg
Telefon: (0 911) 86 02 - 111 | Fax: (0 911) 86 02 - 777
E-Mail: **vertrieb@gossenmetrawatt.com**
➔ **www.gossenmetrawatt.com**

★ ★ ★

KNIEL System-Electronic GmbH

Intelligente Stromversorgung, Netzüberwachung, Low-Emission, Automatisierungstechnik; Energy mit SIL2 und Sequenzen, PQube 3.

Kurzheckweg 8
76187 Karlsruhe
Telefon: (0 721) 95 92 - 0 | Fax: (0 721) 95 92- 100
E-Mail: **vertrieb@kniel.de**
➔ **www.kniel.de**

★ ★ ★

MCD Elektronik GmbH

Mess- und Prüfsysteme, Funktionstester, End-of-Line-Testsysteme, Prüfsoftware, Boundary Scan, Messkarten, Steuereinheit, Video-/Audio-Analyzer, USB-Hubs, DatenManager, Robotics, Toolmonitore. Kundenspezifische Mess- und Prüftechnik für die Elektronikfertigung; mobiler Tester zur wirtschaftlichen Fehleranalyse; TestManager.

Hoheneichstraße 52
75217 Birkenfeld
Telefon: (0 72 31) 78 405-0 | Fax: (0 72 31) 78 405-10
E-Mail: **info@mcd-elektronik.de**
➔ **www.mcd-elektronik.de**

★ ★ ★

Meilhaus Electronic GmbH

Messinstrumente, Messwerterfassung, Datenübertragung, Signal- und Stromquellen, Signalanpassung. PCI, PCI-Express. CompactPCI/PXI, USB, Ethernet, Software. Datenlogger. MEcademy - Seminare und Fortbildungen.

Am Sonnenlicht 2
82239 Alling bei München
Telefon: (0 81 41) 52 71-0 | Fax: (0 81 41) 52 71-129
E-Mail: **sales@meilhaus.de**
➔ **www.meilhaus.de • www.MEcademy.de**

Ausstellende Firmen

Pickering Interfaces GmbH

PXI, LXI, PCI + GPIB Switching Solutions & Chassis, Programmable Resistors, Simulators, Digital I/O, Switching System Management Tools, Reed Relays, Cables & Connectors...

Johann-Karg-Str. 30
85540 Haar-Salmdorf
Telefon: (089) 125 953 160 | Fax: (089) 125 953 189
E-Mail: **desales@pickeringtest.com**
➔ www.**pickeringtest.com**

Pico Technology Ltd

USB-basierte PC-Oszilloskope für USB 2.0 und 3.0, Picoscope, Sampling-Oszillokskope für USB oder Ethernet, TDR, USB-Datenlogger. Mixed-Signal-Scopes, 20 GHz Sampling-Scopes, Scopes mit flexibler Auflösung.

James House • Colmworth Business Park • Marlborough Road
Eaton Socon • St Neots
PE19 8YP United Kingdom
Telefon: +44 1480 396 395 | Fax: +44 1480 396 296
E-Mail: **sales@picotech.com**
➔ **www.picotech.com**

PLUG-IN Electronic GmbH

Industrie-PC, Embedded-Computing und kundenspezifische Komplett-Systeme. Mess-, Steuer- und Interface-Technik. Industrielle Datenkommunikation.

Am Sonnenlicht 5
82239 Alling
Telefon: (0 81 41) 36 97-0 | Fax: (0 81 41) 36 97-30
E-Mail: **info@plug-in.de**
➔ **www.plug-in.de**

Acksys Communications & Systems[1)]

Wireless, serielle Datenkommunikation.
➔ **www.meilhaus.de/infos/acksys**

Acromag[1)]

Dezentrale Remote-I/O-Module, Transmitter, Isolatoren.
➔ **www.meilhaus.de/infos/acromag**

Advantech[2)]

Datenerfassung mit PCI, PCIe und USB.
➔ **www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/advantech**

Adlink Technology[2)]

Industrie-, Embedded-PCs, ETX, Feldbus-Module, Framegrabber. PXI-/CompactPCI-Technologie, USB-Modular.
➔ **www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/adlink**

Axiomtek[2)]

Lüfterlose Embedded-Box-PCs, Panel-PCs, Industrie-PCs.
➔ **www.plug-in.de/computer/hersteller/axiomtek**

bmc messsysteme[1)]

USB, LAN, PCI-Express Mess-Systeme, Signal-Anpassung.
➔ **www.meilhaus.de/infos/bmcm**

Ausstellende Firmen

23. Hightech auf dem Olympiaturm München, 5./6. Juli 2017 » www.olyturm.de

Brainboxes[2)] ★
Remote I/O, Ethernet-zu-seriell, PCIe-, Express-Karten, USB und Bluetooth Seriell-Adapter.
➔ www.plug-in.de/seriell/hersteller/brainboxes

CAMI Research[1)] ★
Kabel-Tester-System CableEye.
➔ www.meilhaus.de/infos/cableeye

Contec[2)] ★
Datenerfassung, Steuerung, Datenkommunikation, Bus-Erweiterung, Remote-I/O.
➔ www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/contec

CTI[2)] ★
Single-Board-Computer, CAN-Controller, Ethernet-zu-Seriell-Umsetzer, serielle Multi-Port Schnittstellen u.v.m.
➔ www.plug-in.de/seriell/hersteller/cti

Dataforth[2)] ★
Signalkonditionierung bzw. Schutz gegen Überspannung für die computergestützte Datenerfassung.
➔ www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/dataforth

dataTaker[2)] ★
Datenloggersysteme für Industrie, Umwelt- und Geotechnik.
➔ www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/datataker

GW Instek[2)] ★★
Test- und Messgeräte: Oszilloskope, Spektrumanalysatoren, Signalquellen und Multimeter.
➔ www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/gw-instek

icron[1)] ★
USB-Extender für USB 3.0, 2.0, 1.1 über Cat5 oder LWL/Glasfaser.
➔ www.meilhaus.de/infos/icron

ICS Electronics[1)] ★
GPIB Interfaces und Umsetzer, VXI-Produkte, Ethernet-I/O.
➔ www.meilhaus.de/infos/ics

ETC[1)] ★
USB Oszilloskope, Signal-Generatoren.
➔ www.meilhaus.de/infos/etc

Keysight Technologies[1)] ★★
Messgeräte, GPIB-Interface-Technik, Software VEE Pro.
➔ www.meilhaus.de/infos/keysight

LabJack[1)] ★
USB/Ethernet Messlabor, DAQ-Module.
➔ www.meilhaus.de/infos/labjack

Lava Computers[2)] ★
Ethernet-zu-Seriell-Umsetzer.
➔ www.plug-in.de/seriell/hersteller/lava

LCR Research[1)] ★
Handheld-LCR-Meter integriert in Messpinzette.
➔ www.meilhaus.de/infos/lcr-research

Microedge[1)] ★
Datenlogger für Strom, Spannung, Temperatur, Feuchtigkeit.
➔ www.meilhaus.de/infos/microedge

Ausstellende Firmen

23. Hightech auf dem Olympiaturm München, 5./6. Juli 2017 » www.olyturm.de

Nexcom[2)] ★
Lüfterlose Box-PC, Embedded-PC, Panel-PC.
➔ **www.plug-in.de/computer/hersteller/nexcom**

Next OMNIAlog[1)] ★
Robuste Datenlogger-Systeme.
➔ www.**meilhaus.de/infos/next**

Novus[2)] ★
Robuste, kompakte stand-alone Datenlogger, Temperatur-Datenlogger
➔ **www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/novus**

OMS[1)] ★
Schrittmotor-Controller-Karten für PCI, PXI/CompactPCI, VME, PC/104.
➔ **www.meilhaus.de/infos/oms**

PATTON[2)] ★
Industrielle Datenkommunikation, Network Access & Connectivity.
➔ **www.plug-in.de/netzwerk/hersteller/patton**

PeakTech[1)] ★★
Messinstrumente: Oszilloskope mit Touch-Bedienung, MSO, Spektrum-Analysatoren, Logik-Analysator, Signalgeneratoren, Labornetzteile, Handheld.
➔ **www.meilhaus.de/infos/peaktech**

RIGOL TECHNOLOGIES GmbH[1)] ★★
Preiswerte Messgeräte: Oszilloskope, Spektrum-Analysatoren, Signal-Generatoren, DMM, Power-Supplies.
➔ **www.meilhaus.de/infos/rigol**

Seneca[2)] ★
Signal-Anpassung, Messverstärker, Networking Remote-I/O.
➔ **www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/seneca**

SIEMENS[2)] ★
PCs.
➔ **www.plug-in.de/computer/hersteller/siemens**

SIGLENT[2)] ★
Messgeräte, Oszilloskope, Signal-Generatoren.
➔ **www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/siglent**

T&D Corporation[2)] ★
Drahtlose Datenlogger für Strom, Spannung, Temperatur, Feuchte, Lichtintensität, UV-Strahlung, Impuls u. a.
➔ www.**plug-in.de/messtechnik/hersteller/tandd**

Tiepie[2)] ★
PC USB-Oszilloskope und universelle Funktionsgeneratoren.
➔ **www.plug-in.de/messtechnik/hersteller/tiepie**

Vecow[2)] ★
Machine Vision und Imaging, Video Analytics Surveillance, Intelligent Industrial Automation, GigE Vision.
➔ **www.plug-in.de/computer/hersteller/vecow**

VSCOM[1)] ★
Interface- und Netzwerk-Produkte: USB, seriell, Ethernet u. a.
➔ **www.meilhaus.de/infos/vscom**

und andere

★★★ Premium-Aussteller.

★★ ★ Mit Ansprechpartnern anwesende Unteraussteller. Durch Distributor vertretene Firmen.

1) Vertreten durch Meilhaus Electronic.
2) Vertreten durch PLUG-IN Electronic.

Anmeldung

Teilnahme kostenfrei!

23. Hightech auf dem Olympiaturm München, 5./6. Juli 2017 » www.olyturm.de

- **Online:** www.olyturm.de
- **E-Mail:** oly@meilhaus.de
- **FAX:** (0 81 41) 52 71-129

❑ **Ja, ich möchte an „Hightech auf dem Olympiaturm 2017" teilnehmen...**

Mittwoch, 5. Juli 2017	→	❑ Vormittag 9:30 - 13:00	❑ Nachmittag 13:00-16:00
Donnerstag, 6. Juli 2017	→	❑ Vormittag 9:30 - 13:00	❑ Nachmittag 13:00-16:00

❑ Ich kann leider nicht an „Hightech auf dem Olympiaturm" teilnehmen. Ich interessiere mich für Produkte der Firmen:

. . . . . .

❑ Einladung erhalten von: . . . . . ❑ Bitte senden Sie mir in Zukunft kein Material mehr zu.

Die Teilnahme ist kostenlos. Bitte rechtzeitig anmelden, die Teilnehmerzahl ist begrenzt! Ihre Teilnahme-Bestätigung erhalten Sie rechtzeitig zugeschickt. Ihre Turm-Karte halten wir am Empfang im Olympiaturm für Sie bereit.
Für Ihr leibliches Wohl ist bestens gesorgt!

Absender: (Bitte vollständig und leserlich ausfüllen oder einfach Firmenstempel verwenden)

Firma: . . . . . .

Abteilung: . . . . . .

Name: . . . . . .

Str./Nr.: . . . . . .

Plz./Ort: . . . . . .

Tel.: . . . . . Fax: . . . . . .

E-Mail: . . . . . .

23. Hightech auf dem Olympiaturm 2017 - Daten auf einen Blick:

Termin:	**5. und 6. Juli 2017 (Mittwoch/Donnerstag).**
Zeit:	**9:30 Uhr bis 16:00 Uhr** in zwei Blöcken: 9:30 - 13:00 • 13:00 - 16:00
Ort:	**Drehrestaurant im Olympiaturm** Olympiapark München Spiridon-Louis-Ring 80809 München
Teilnahme:	**Kostenfrei, Voranmeldung erforderlich: www.olyturm.de**
Programm:	**Schulungen, Seminare, Fachvorträge • Live-Präsentationen • Applikationen aus der Praxis • Fachgespräche mit Entwicklern und Experten**
Themen:	PC Soft- und Hardware für die Messtechnik, Automation, Prozess-Kontrolle, Test, Automotive, F&E etc. Mess-Instrumente, Interfaces/Connectivity. PCI-Express, PCI, USB, Ethernet/LAN, PXI/ CompactPCI und vieles mehr.
Zielgruppe:	Projekt-Leiter, Ingenieure aus Labor- und Industrie-Messtechnik, OEMs, Ingenieur-/Entwicklungs-Büros, Techniker, Ausbildung/Hochschule.
Aussteller:	Acksys, Acromag, Advantech, Adlink, Axiomtek, BMC Messsysteme, Brainboxes, **Bürklin Elektronik,** CAMI, Contec, CTI, Dataforth, ETSYSTEM, **GMC-I Gossen Metrawatt**, GW Instek, Icron, Keysight Technologies, **Kniel System-Electronic**, LabJack, LCR Research, **MCD Elektronik**, **Meilhaus Electronic**, **MEcademy**, OMS, Patton, PeakTech, **Pickering Interfaces GmbH**, **Pico Technology**, **PLUG-IN Electronic**, Rigol, Siglent, VSCOM. Außerdem viele weitere Partner und Zulieferer der Firmen Meilhaus Electronic, PLUG-IN Electronic u. a.
Web-Site:	**www.olyturm.de**
Veranstalter:	**Meilhaus Electronic GmbH**

Erwähnte Firmen- und Produktnamen sind zum Teil eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller. Irrtum und Änderung vorbehalten. © 2017 Meilhaus Electronic.

Quarze mit geringem Phasenrauschen

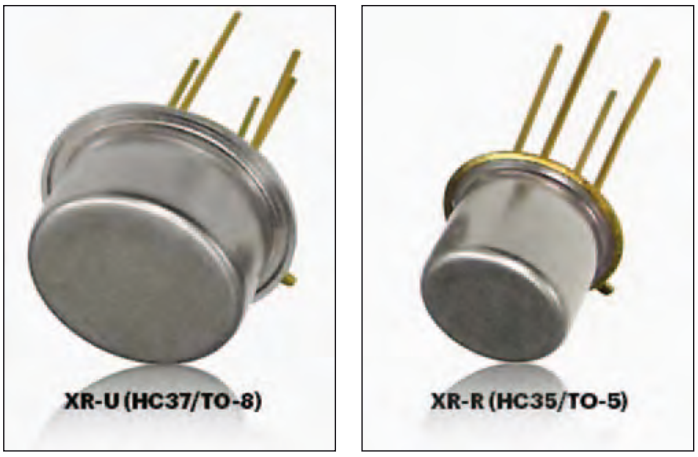


Bild 1: Verfügbare Gehäusetypen der ULN-Quarze

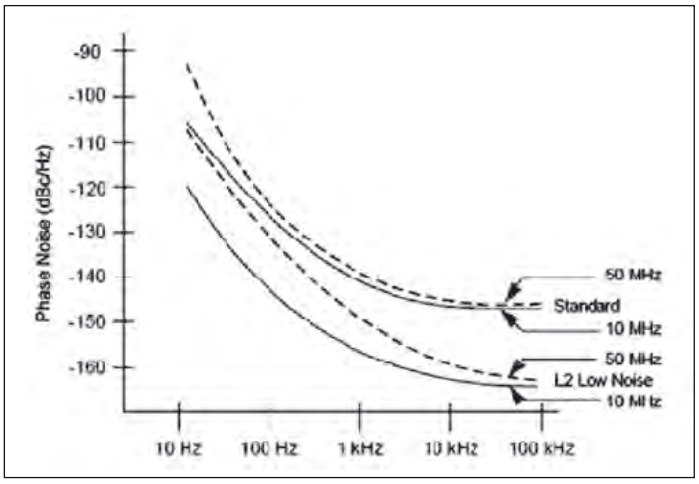


Bild 2: Vergleich des Phasenrauschens von Standard- und L2-Low-Noise-Produkten

Bei der Entwicklung der ULN-Quarze (Ultra Low Noise) hat Vectron International nicht nur spezifische Resonator-Parameter berücksichtigt, sondern auch viel Wert auf eine sorgfältige Auswahl der Rohstoffe gelegt.

Durch spezielle Fertigungsverfahren, Bearbeitungsschritte und Prozessparameter gewährleisten die ULN-Quarze ein extrem geringes Phasenrauschen. Die Ultra Low Noise Quarze zeichnen sich durch konsistente und höchste Leistung aus und eignen sich selbst für anspruchsvollste Anwendungen.

Für alle gängigen Frequenzen sind Standardprodukte erhältlich. Auf Anfrage sind auch kundenspezifische Frequenzen und kleine Fertigungslose verfügbar.

Merkmale:

- 3. Oberton von 5 bis 60 MHz
- 5. Oberton von 10 bis 150 MHz
- Standardmäßiger Betriebstemperaturbereich: -45 bis 80 °C
- AT-, SC- und IT-Schnitte
- RoHS & WEEE konforme Gehäuse
- Strahlungsfeste Schwingquarze für Raumfahrtanwendungen auf Anfrage

Anwendungen

- Signalgeneratoren
- Netzwerk-/Spektrumanalysatoren
- Frequenzreferenzen
- Radarsysteme
- Militärische Funksysteme
- Elektronische Kriegsführung
- Navigation
- Satellitenempfänger/Transceiver

Auswahlhilfe für Quarze

Geringe Jitter-, ADEV- (Allan Deviation) und MTIE-Werte (Maximum Time Interval Error) sowie ein hoher Störabstand lassen sich in einem System nur durch den Einsatz von Quarzen mit hoher Güte erreichen.

Für das trägernahe Phasenrauschen einer Oszillator-Schaltung ist im Allgemeinen das Verhalten des Quarzes ausschlaggebend.

Quarze mit AT-Schnitt zeichnen sich durch ein geringes Phasenrauschen im trägernahen Bereich aus, während Quarze mit SC-Schnitt normalerweise verwendet werden, wenn es auf ein niedriges Grundrauschen ankommt, da sie höhere HF-Leistungen handhaben können.

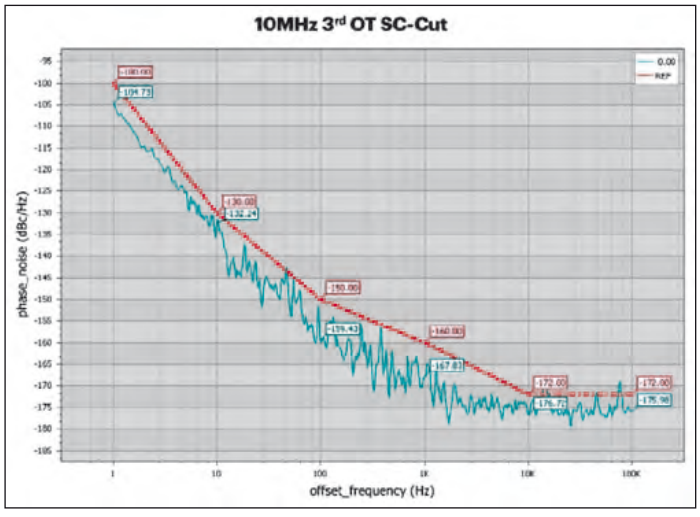


Bild 3a: Phasenrauschen bei 10 MHz 3. Oberton SC-Schnitt

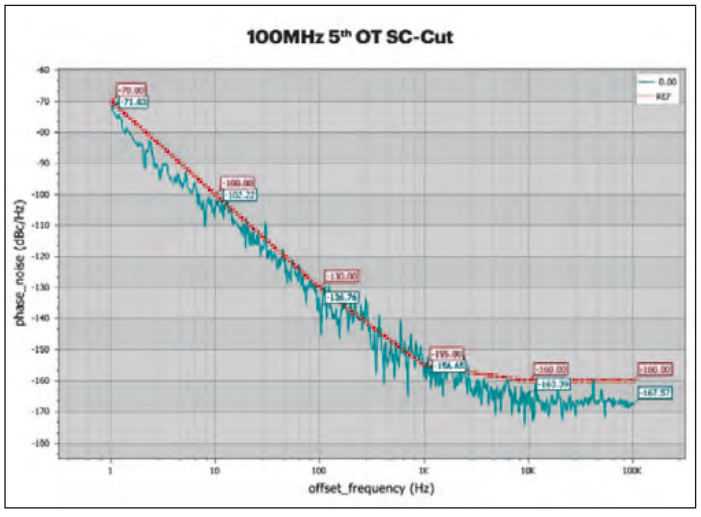


Bild 3b: Phasenrauschen bei 100 MHz 5. Oberton SC-Schnitt

HF- und Mikrowellen Filter
Made in Germany

Ausführliche Informationen und Preise zu ausgewählten Beispielen finden Sie auf unserer Webseite: wainwright-filters.com/de
Für ein individuelles Angebot kontaktieren Sie uns bitte.

Tiefpass
Chebyshev

Tiefpass
Cauer (elliptisch)

Mikrowellen-Tiefpass
Stoppband ≤ 30 GHz
Fco zwischen 1 GHz und 28 GHz

Hochpass
Chebyshev

Hochpass
Cauer (elliptisch)

Mikrowellen-Hochpass
Passband ≤ 26.5 GHz
Fco zwischen 500 MHz und 11.5 GHz

Bandsperrfilter
L/C Design
Cavity Design
zwischen
100 MHz und 15 GHz
Festfrequenz oder einstellbar, auch **computergesteuert**

Notch Filter
Cavity Design
Festfrequenz oder einstellbar, auch **computergesteuert**
Notchbreiten ≥ 50 kHz

Bandpassfilter
Cavity Design
Helical Design
L/C Design
Hoch/Tief Kombination
auch im Mikrowellenbereich bis 30 GHz
Weitband
Schmalband
Festfrequenz oder einstellbar, auch **computergesteuert**

Diplexer und Triplexer
Cavity Design
L/C Design

TÜV AUSTRIA
ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001

PIM-Testing available

RoHS Conformity
Our filters are RoHS compliant

Wainwright Instruments GmbH
Graf-Rasso-Str. 1
82346 Andechs
Tel.: 08152-918230
Fax: 08152-918255
E-Mail: info@wainwright-filters.com
Web: www.wainwright-filters.com/de

Bild 4: Messung des Phasenrauschens mit einem Netzwerk-Analysator HP-5052B

In rauscharmen Anwendungen werden Oberton-Designs statt Grundton-Designs verwendet, weil sie höhere Güten und geringere Alterungsraten aufweisen. Üblich sind 3. Oberton-Designs von 5 MHz bis 45 MHz und 5. Oberton-Designs von 50 MHz bis 150 MHz.

Technische Informationen

Wie im Bild 2 dargestellt, ist das Grundrauschen bei Oszillatoren, die keine Frequenzmultiplikation verwenden, nahezu unabhängig von der Quarzfrequenz. Für Anwendungen mit geringem Grundrauschen sollte möglichst ein Quarz mit der höchsten Frequenz verwendet werden, bei der die langfristigen Stabilitätsanforderungen noch erfüllt werden. Wenn eine Anwendung mit höherer Frequenz ein minimales Close-in-Phasenrauschen erfordert, bringt oftmals eine Frequenzmultiplikation Vorteile. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Close-in-Phasenrauschen überproportional besser ist als die Rauschleistung von Quarzen mit höherer Frequenz.

Werden eine zusätzliche Kapazitätsdiode und ein Quarz mit moderater Güte verwendet, die normalerweise in TCXOs- und VCXOs zu finden sind, verschlechtert sich das trägernahe Rauschen im Vergleich zu nicht kompensierten Quarzoszillatoren mit fester Frequenz.

Messung des Phasenrauschens bei Quarzen

Für viele Anwendungen können die Quarze von VECTRON die gewünschte Phasenrausch-Leistung standardmäßig erfüllen. Für anspruchsvolle Anwendungen kann das Phasenrauschen der Quarze auf der Basis von Stichproben oder zu 100% gemessen werden.

Das Phasenrauschen von Quarzen wird durch das Einsetzen des Bauteils in eine rauscharme Oszillatorschaltung gemessen. Die Pass-/Fail-Grenzwerte können per Software bei Offsets von 10 Hz bis 100 kHz gesetzt werden. Diagramme des Phaserauschens kann VECTRON auf Wunsch mit den Bauteilen liefern.

Führende Produkte

10 MHz
3. Oberton SC-Schnitt:

Gehäuse: XR-U (HC37/TO-8)
Alterung: 100ppb 1. Jahr
Alterungsrate: <5ppb/Tag nach 7 Tagen
Phasenrauschen:
-105 dBc/Hz @ 1 Hz
-135 dBc/Hz @ 10 Hz
-155 dBc/Hz @ 100 Hz
Vibrationsempfindlichkeit: 1,5ppb/g

100 MHz
5. Oberton SC-Schnitt:

Gehäuse: XR-R (HC35/TO-5)
Alterung: 500ppb 1. Jahr
Alterungsrate: <5ppb/Tag nach 14 Tagen
Phasenrauschen:
-100 dBc/Hz @ 1 Hz
-130 dBc/Hz @ 10 Hz
-155 dBc/Hz @ 100 Hz

■ *Municom GmbH*
info@municom.de
www.municom.de

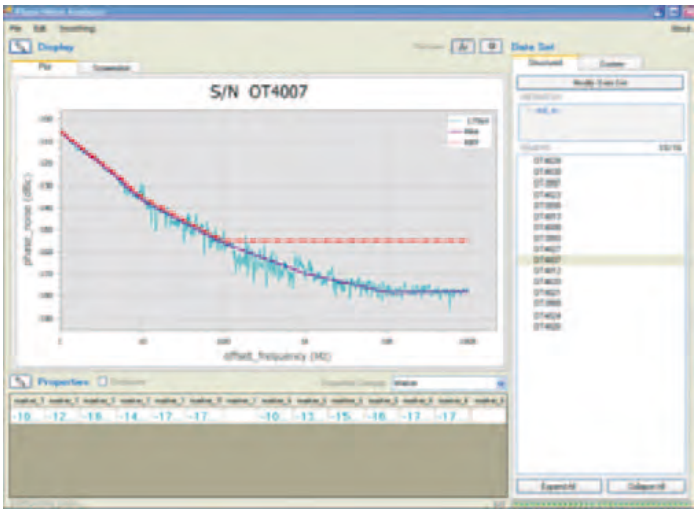


Bild 5: Screenshot der Messergebnisse

rf&wireless EUROPE

Test & Measurement

Proper use of Field Analyzers at Lower Frequencies

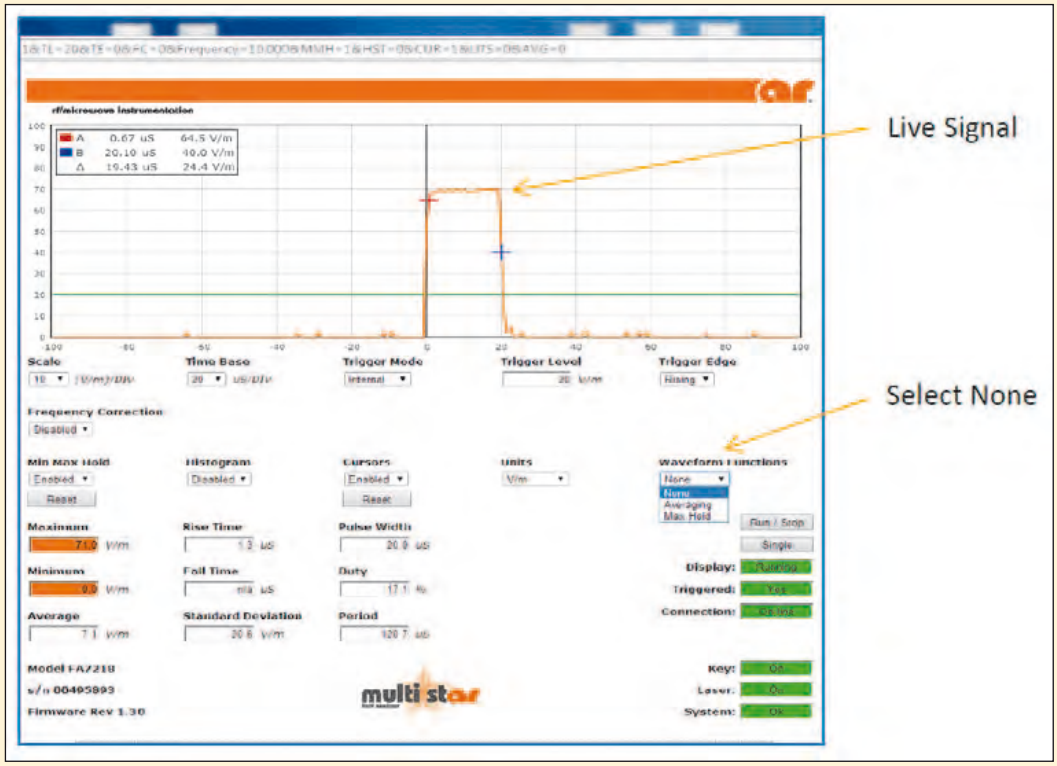


Figure 1. Display with 100 MHz signal

Most RF field probes are designed to measure only the root mean square (RMS) of a continuous wave (CW) electric field over a broad range of frequencies and amplitudes. This is not the case for the AR Field Analyzer. The AR Field Analyzer contains an embedded web-page that has the ability to measure CW and Modulated electric field or power density in the time domain using an oscilloscope-type display. Please see AR Application Note #63 for background information on the development of Field Analyzers and how they meet a growing need in system test.

Background on theory

Field Analyzers typically measure a wide bandwidth, have a very fast sample rate and fast analog response time. This allows them to be used for fast pulsed field measurements. Their ability to reproduce the envelope of a pulsed electric field in an oscilloscope-like display sets them apart from conventional field probes.

The fast analog response time of the detector diode (short time constant) provides the responsiveness needed to react to short RF pulses and modulated fields. At low frequencies, however, with this short time constant, the detector diode circuit begins to respond to the carrier cycles, resulting in the detector voltage 'drooping' between carrier cycles. Lengthening the time constant would eliminate this effect, however, a long time constant results in an unacceptably slow rise and fall times for the pulse edges. This situation creates a conflict in trying to meet both criteria: 1) a flat-topped pulse and 2) a pulse with fast edges at the low end of the specified bandwidth for these devices. This drooping effect is not only present with pulse measurements, but CW measurements as well.

Field Analyzers are intentionally designed to allow maximum measurement capability, and so consequently the cutoff frequency prior to the Analog-to-Digital converter is set artificially higher than the Nyquist frequency. The secondary challenge causes the potential for aliasing if frequencies higher than the Nyquist frequency make their way into the system. This is what is occurring in the frequency range where drooping of the carrier occurs, which is inherent to this design. So how do you accommodate for this scenario?

AR has found the simplest solution to these issues is to provide a software algorithm to perform a maximum holding (Max Hold) function on all samples. This works because, over time, samples will occur at all points on the drooping cycles including the tops of the cycles. Eventually, the tops of many cycles will be sampled by nature of the sample frequency being different than the carrier frequency.

Measurement Technique

How do you determine which signal needs to use the Max Hold function? The Rule of Thumb is that signals at the lower end of the band (<20 MHz) will benefit from the use of the maximum hold function. This method works for both CW fields and for modulated signals that can be triggered. By using this method an accurate representation of the modulation envelope can be resolved. Note that this method does not work for single pulse events because of insufficient signal data.

AR Worldwide
www.ar-worldwide.com

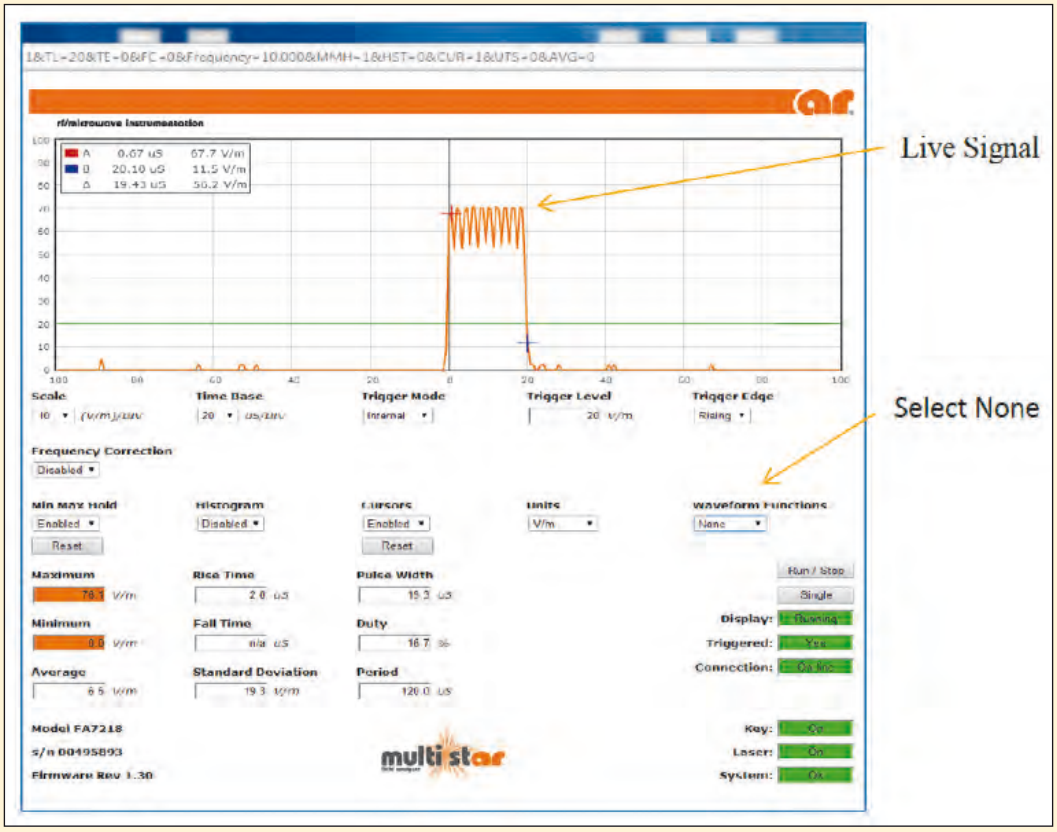


Figure 2. Display with 10 MHz signal without max hold

In Figure 1 below, the orange trace is a live pulse signal at 100 MHz, with pulse width of 20 µsec and period of 1 msec (2% duty cycle). The Max Hold function is not required because there is no drooping, and the measured signal is not at the low end of the frequency band. Please note that in the following figures the reported period and duty cycle are not correct because two pulses are required on the display to calculate these values.

In Figure 2 below, a 10 MHz pulse signal, with pulse width of 20 µs and period of 1 msec (2% duty cycle) is shown; this signal is at the lower end of the frequency band. The Live signal (orange trace) exhibits drooping between carrier cycles during the pulse. This is the perfect scenario for the operator to select 'Max Hold'.

In Figure 3, the Max Hold is selected and the orange trace displays the accumulated max peak from multiple sweeps, and the grey trace is the live signal. The live signal will be displayed as long as the signal is present. If the signal is not present, the grey trace will disappear from the screen and the orange trace (Max Hold) will remain unless a reset is performed. With the Max Hold enabled the true pulse envelope is displayed.

Field Analyzers can also be used where automated software such as the AR emcware® controls all of the test equipment in an RF radiated immunity test setup. When querying for Maximum Field Level, the returned value will be the maximum value of the envelope that was measured over the time interval sampled. For best accuracy, when using remote commands, the timebase should be set for the maximum. A trigger event updates this value and no further trigger events are captured until the value is read from the buffer.

Summary

Signals at the lower end of the frequency band should use the Max Hold function to get an accurate representation of the modulation envelope on the display. When the field analyzer is remotely controlled the command returns the maximum modulation envelope composite field level as required by the standards. ◄

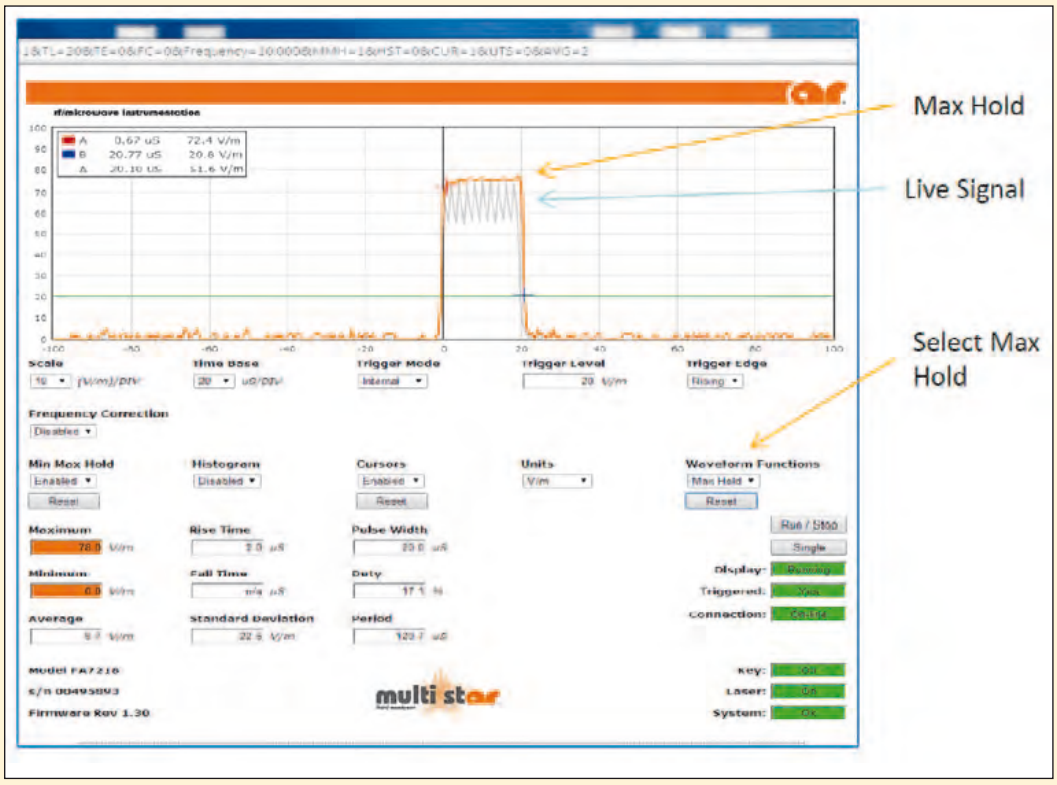


Figure 3. Display with 10 MHz signal and with max hold

News

Lead-free Ceramic Dielectric With High Energy Density and Reduced Losses

The Knowles Capacitors R & D unit based in Norwich, England, together with the UK's National Physical Laboratory and Euro Support Advanced Materials of the Netherlands, have completed a project under the European Union's Seventh Framework Programme. The programme was to develop a lead-free ceramic dielectric, with high energy density and reduced losses, for high temperature applications.

High temperature electronics

Hybrid and electric vehicles rely on high efficiency power conversion and management, with automotive power electronics representing an emerging £ 40 billion global market. In today's vehicles, power electronics in energy storage and conversion systems require complex cooling systems, as existing capacitors cannot tolerate very high temperatures. This then adds weight to the vehicle and shortens energy storage/conversion systems life-time which, to the user translates into low mileage range and increased maintenance costs. Similar challenges are also faced by aerospace, oil and gas and semiconductor sectors, which technologies and reliability relies on high temperature electronics.

The major limiting factors for the use of ceramic capacitors in power electronics are size and temperature stability. Ferroelectric ceramics very often exhibit high energy density but fail to provide stable and efficient performance at high temperatures. The research, therefore, concentrated on finding a new $BiFeO_3$-$SrTiO_3$ ceramic composition that would yield a lead-free multilayer capacitor design. A design that would exhibit unprecedented low dielectric loss and high thermal stability whilst maintaining high energy density and fast discharge rates up to 200 °C – and which ultimately could be used in real applications.

The conclusion of the research resulted in a breakthrough on the development and characterisation of two lead-free compositions based in the $BiFeO_3$-$SrTiO_3$ system and a manuscript entitled „Lead-free ceramics with high energy density and reduced losses for high temperature applications", has been submitted, and accepted, by Advanced Engineering Materials for publication.

The essence of the manuscript

is this: "Our results indicate that our capacitors are characterised by a very high energy density and an impressive low dielectric loss which will reduce capacitor self-heating under a.c. operation conditions. These ferrite-based capacitors are also characterized by very attractive thermal performance, where small variation of capacitance from room temperature up to 200 °C, which combined with their remarkable energy storage properties, makes them very attractive for high temperature applications. We believe that our findings in developing a new capacitor with superior performance at high temperatures, yet cost competitive with existing X7R capacitors (125 °C maximum temperature), will instigate a new era of high temperature power electronics and pave the way to the stabilisation of Low Carbon markets. These unique properties clearly outperform other state of the art ceramics and potentially create significant new markets for high capacity ceramic capacitors at high frequencies and high temperature operations."

Work now begins at Knowles Capacitors to convert these findings into new product offerings.

The research received funding from the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) for the Clean Sky Joint Technology Initiative under grant agreement 641553. The funding was aimed at better exploiting research capacities in Europe and transforming scientific results into new products, processes and services. It had a Global budget of € 52.52 billion.

■ *Knowles Capacitors*
www.knowlescapacitors.com

Test & Measurement

D-PHY, C-PHY Test Solution Accelerates Development of Mobile, IoT Technologies

Keysight Technologies, Inc. announced a new MIPI D-PHY and C-PHY test solution to help accelerate the development of next-generation mobile and IoT devices. Keysight's new test solution supports the MIPI Alliance's D-PHY v2.0/v2.1 specification and C-PHY v1.0/v1.1 specification and conformance test suite. The test solution consists of the Keysight U7238E MIPI D-PHY compliance test software and the U7250A MIPI C-PHY compliance test software for Infiniium, as well as the Keysight DSAV164A digital oscilloscope for transmitter test and the Keysight M8085A MIPI Receiver Test Solution software package running on the M8195A or M8190A arbitrary waveform generator for receiver test.

The MIPI Alliance's new MIPI D-PHY and C-PHY specifications address several rapidly changing markets. For the virtual reality (VR) and augmented reality (AR) markets, each specification supports up to 9 and 11.4 Gbps (5Gsps) for the camera interface, enabling 8K 60Hz video recording. For the autonomous car market, which requires multiple camera modules and sensors for detecting environmental conditions instead of human's eyes, the new specification is important because it addresses the low latency and virtual channel support requirements without increasing cable harness weight.

Supporting these different markets requires higher data rate and more complex validation testing, which will become more challenging to the test and validation engineers versus previous specifications.

For future testing needs, the Keysight solution can also provide an 8 Gbps D-PHY signal in one M8195A AWG module, and can synchronize two or more M8195A modules to generate a 16 Gbps D-PHY signal. For C-PHY, the test solution can generate up to 8 Gsps C-PHY signal.

■ *Keysight Technologies, Inc.*
www.keysight.com

Products

RF Power Amplifier Module with Field-replaceable Connectors

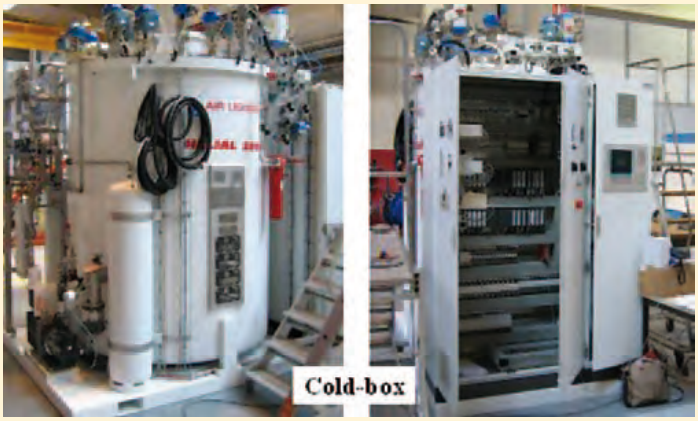
Richardson RFPD, Inc. announced the availability and full design support capabilities for a new ultra-wideband power amplifier module from Analog Devices, Inc. The HMC-C582 is a GaAs MMIC pHEMT power amplifier in a miniature, hermetic module with replaceable SMA connectors that operates between 0.01 and 20 GHz. The device typically provides 24 dB of gain, up to 36 dBm output IP3, and up to 26 dBm of output power at 1 dB gain compression. Inputs/outputs (I/Os) are internally matched to 50 ohms and are DC blocked. Integrated voltage regulators allow flexible biasing and sequencing control for robust operation. Excellent gain flatness across the operating frequency range makes the new amplifier module ideal for electronic warfare (EW), electronic countermeasures (ECM), radar, fiber optic, and test equipment applications.

According to ADI, additional key features of the HMC-C582 includes:

- Single 15 V supply
- Gain flatness: ±1.5 dB (@ 2...20 GHz)
- Dimensions: 1.75" x 1.62" x 0.525"
- Packaging: Hermetic ML-4-1

■ *Richardson RFPD, Inc.*
www.richardsonrfpd.com

Cryogenic Passive Attenuator



Many of the Fixed Attenuators now being sold are not stable at cryogenic temperatures. XMA provides several Cryogenic Compatible, Coaxial Fixed Attenuators. These items are being sought after by many prestigious colleges and universities around the word such as Harvard, MIT and Yale. Many universities and colleges performing research on microwave designs/products requiring signal attenuation or termination. The resistive circuit materials are well suited with Low TCR/TCA and will not super-conduct when exposed to temperatures near zero Kelvin. The resistor film and conductors to ceramic adhesion needs to be superior to not fracture with the severe material contractions expansion over the more than 300 degree ranges it will be subjected to. The circuit design needs to have stable attenuation by having all resistors vary in resistance equally during the temperature changes to maintain stable attenuation (low thermal coefficient of attenuation - TCA). XMA utilizes a film for its cryogenic attenuators of a proprietary alloy that resulted from several years of research performed at Omni Spectra that resulted in the alloy we continue to use today. Our devices often approach Class III levels (MIL-DTL-3033) even at cryogenic temperatures.

The extreme Temperature Coefficient of Expansion issues require a rugged design that survives the extreme thermal shocks. The mounting of the attenuator circuit in the housing needs to allow for contraction and expansion while maintaining excellent electrical contact. XMA's unit has interconnects that allow this to occur seamlessly without "chatter" or noise occurring. The connector captivation must stand up to this environment as well.

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

Especially Suited To Smart Home And Advanced Wearables Applications

Nordic Semiconductors Bluetooth 5 ready SoC nRF52840 packs a huge performance punch and is especially suited to smart home and advanced wearables applications, including wearables for payments and medical, as well as industrial sensor and other Internet of Things (IoT) devices. The low energy nRF52840 System-on-Chip raises the bar for Nordic's high-end nRF52 series SoC lineup in terms of both performance and feature improvements. Capabilities include support for new long range and high throughput features of the soon-to-be-released Bluetooth 5 specification, plus radio support for IEEE 802.15.4, more extensive Flash and RAM memory availability, and a new radio hardware architecture with increased output power and link budget.

The nRF52840 is designed to support the latest Bluetooth wireless technology Core Specification, Bluetooth 5, that will shortly be officially adopted by the Bluetooth Special Interest Group (SIG). Bluetooth 5 introduces longer range and throughput improvements that significantly enhance Bluetooth wireless technology's suitability for smart home, wearables, and IoT applications. Compliance with the specification, coupled with increased maximum output power, enables the nRF52840 SoC to deliver Bluetooth low energy wireless connectivity with up to 4x the range or 2x the raw data bandwidth (2 Mbps) compared with the Bluetooth low energy implementation of Bluetooth 4.2.

In addition to Bluetooth 5 support, the nRF52840 SoC includes IEEE 802.15.4 capability. 802.15.4 wireless technology forms the basis of smart home technologies such as ZigBee and Thread (with additional upper layers not defined by the standard). IEEE 802.15.4 can also be employed as a Network Adaptation Layer with 6LoWPAN and standard Internet Protocols. The nRF52840 SoC's support for 802.15.4 significantly extends the product's capability as an interoperable foundation tech-

nology for IoT, smart home, or industrial sensor wireless networks using several different wireless technologies.

The nRF52840 SoC has been engineered to build on the mature architecture of Nordic Semiconductor's existing nRF52 Series of SoCs to support complex Bluetooth low energy and other low-power wireless applications that were previously not possible with a single-chip solution. The nRF52840 SoC employs the proven 64 MHz, 32-bit ARM-Cortex M4F processor employed on Nordic's nRF52832 SoC, plus a CPU with ample generic processing power, Floating Point, and DSP performance, to meet the demands of even the most demanding wireless applications.

The nRF52840 SoC's hardware enhancements - compared with Nordic's existing nRF52832 SoC- include:

- new radio architecture with on-chip PA boosting output power considerably, and extending the link budget for 'whole house' applications
- doubling of Flash memory to 1 MB
- quadrupling of RAM memory to 256 kB
- support for Bluetooth 5, 802.15.4, ANT, and
- proprietary 2.4 GHz wireless technologies
- a full speed USB 2.0 controller
- a host of new peripherals (many with EasyDMA)
- a quad-SPI interface
- The nRF52840 can also operate from power supplies above 5 V, such as re-chargeable battery power sources.

Designed to address the inherent security challenges that are faced in IoT, the nRF52840 SoC incorporates the ARM-CryptoCell-310 cryptographic accelerator offering best-in-class security for Cortex-M based SoCs. Extensive crypto ciphers and key generation and storage options are also available.

The introduction of the nRF52840 SoC will be accompanied by the release of the S140 SoftDevice, Nordic's latest addition to its family of RF protocol software 'stacks'. The S140 SoftDevice is a Bluetooth 5 compliant software stack with support for the long range and high data throughput features of Bluetooth 5. Nordic will release its S140 SoftDevice and associated nRF5 SDK with support for Bluetooth 5 longer range and high throughput modes upon ratification of the Bluetooth 5 standard in early December. Engineering samples and development kits will be available to order from Nordic's global distribution network from December 6th. Production variants of the nRF52840 will be available Q4 2017.

■ *Nordic Semiconductor*
www.nordicsemi.com

New Low PIM Loads for DAS Applications

Link Microtek has introduced a new series of telecommunications frequency band loads whose low PIM (passive intermodulation) characteristics make them particularly suitable for DAS (distributed antenna system) applications. They can also be used in other types of communications system where low PIM is required.

Utilising an internal coaxial cable to absorb microwave power, the LYNX series of loads feature a passive intermodulation distortion of less than -160 dBc over their entire operating frequency range of 698 to 3500 MHz, together with a SWR of 1.25 and a return loss of 19 dB. Nominal impedance is specified as 50 ohms.

The loads can be supplied with either 4.3-10 or 7/16 DIN connectors and come in a choice of two models with average input powers of 200 W and 100 W, measuring 221 x 221 x 80 mm and 221 x 100 x 60 mm respectively.

■ *Link Microtek, Ltd.*
www.linkmicrotek.com

Multi-Octave 2-way Power Dividers

MECA expands its extensive Power Divider line to include a variety of multi-octave 2-Way Wilkinson Power Dividers which are optimized for excellent performance covering; 3.0-5.0 GHz (802-2-4.000-M01), 2.0-8.0 GHz (802-2-5.000) & 8.0-18.0 (802-2-13.000) with typical spec's; Isolation 25 dB, VSWR's 1.25:1, 0.3dB Insertion Loss and Amplitude balance of 0.2 dB. Made in the USA – 36 month warranty.

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

Low PIM Bias Tee's

Low PIM (-140 dBc Typical), High power (7 amp), Bias Tees for DAS Applications, with rugged construction and excellent performance across all wireless bands from 0.698 – 2.700 GHz make them ideal for in-building or tower top systems. Available in various Type N configurations as well as custom. Weatherproof IP67 standard, IP68 available. Made is USA - 36 month warranty.

■ *MECA Electronics, Inc.*
www.e-MECA.com

6-18 GHz Multi-Octave 3-way Power Divider

MECA's Newest 3-Way Wilkinson Power Divider has been optimized for excellent performance covering; 6.0-18.0 (P3S-12.000) with specifications such as; Isolation of 20 dB Min/25 dB Typical, VSWR 1.4:1 Max, 0.7 dB Max Insertion Loss and Amplitude balance of 0.4 dB Max All in a compact package of 1":x1.5"x.4" Made in the USA – 36 month warranty.

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

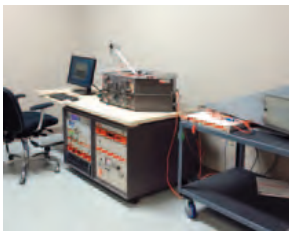
3dB Low PIM Attenuators

MECA also offers Low PIM 3 dB Attenuators in both 50 & 100 watt models with a Typical PIM spec of -161 dBc. Featuring, a variety of connector styles and configuration within series and between series configurations in; 4.1/9.5, 7/16 & Type N as well as 4.3/10.0 DIN connectors. While handling full rated power to +85 °C. All of the terminations operate cover.698 – 2.700 GHz frequency bands, VSWR = 1.10:1 Typ./1.20:1 Min. Made in USA and 36-month warranty.

■ *MECA Electronics, Inc.*
www.e-MECA.com

News

AR RF/ Microwave Instrumentation Receives Accreditation From A2LA



AR RF/Microwave Instrumentation announced that its calibration lab has achieved accreditation to ISO 17025:2005 by the American Association for Laboratory Accreditation (A2LA). This important certification is the result of a thorough assessment and extensive review of AR's quality management system and its competence to perform calibrations on many AR-designed and manufactured field probes and field analyzers.

AR's scope of accreditations covers the calibration of models FL7030, FL7006, FL7218, FA7006, and FA7218 in accordance with the IEEE 1309:2013 standard.

The company's calibration lab is located at its headquarters in Souderton, PA, the same location where its EMC field probes and field analyzers are designed and manufactured. Having an in-house calibration lab and all of its field probe technical team under one roof gives AR additional quality control as well as the ability to provide quicker turn-around time for its customers.

■ *AR RF/Microwave Instrumentation*
www.arworld.us

Products

Two New Families of CATV Amplifiers

Macom Technology Solutions, Inc. introduced seven new high-performance CATV amplifiers designed for 5 V operation covering both upstream 5...300 MHz and downstream 45...1218 MHz. These amplifiers are offered in a single ended SOT-89 package and differential SOIC-8EP package. Additionally each product family is layout compatible allowing design engineers performance flexibility on the same system board.

These devices are designed specifically for DOCSIS 3.1 Distributed and Legacy HFC (hybrid fiber coax) Networks. The DOCSIS3.1 standard is addressing the market demand for higher broadband performance from MSOs (Multiple Service Operators). As a leading supplier of active and passive products to broadband OEMs (Original Equipment Manufacturers), Macom's latest active families offer design engineers the ability to select needed performance while optimizing power consumption.

The MAAL-011139 is a 21.5 dB gain, low noise figure, high linearity amplifier operating from 5 to 1218 MHz. This versatile amplifier is assembled in a 3lead SOT-89 plastic package and can be biased from 3 to 5 volts with adjustable current achieving a noise figure of 1.2 dB and OIP3 of 34 dBm. The MAAM-011162 is a single-ended high linearity, low noise figure amplifier covering both up and downstream bands of 5...1218 MHz. This device is assembled in a 3lead SOT-89 plastic package and provides 18 dB of flat gain in both up and down stream applications. The MAAM-011251 is a single-ended high linearity, low noise figure amplifier covering both up and downstream bands of 5...1218 MHz. This device is assembled in a 3lead SOT-89 plastic package and provides 15 dB of flat gain in both up and down stream applications. The MAAM-011258 is a single-ended high linearity, low noise figure amplifier covering both up and downstream bands of 5...1218MHz. This device is assembled in a 3lead SOT-89 plastic package and provides 12 dB of flat gain in both up and down stream applications.

The MAAM-011163 is a 19 dB gain differential amplifier covering both upstream and downstream band 5...1218 MHz. Assembled in a SOIC-8EP plastic package, this device offers noise figure of 2.4 dB and OIP3 of 42 dBm. The MAAM-011240 is a 17 dB gain differential amplifier covering both upstream and downstream bands 5...1218 MHz. Assembled in a SOIC8EP plastic package, this device offers noise figure of 2.6 dB and OPI3 of 44 dBm. The MAAM-011250 is a 15 dB gain differential amplifier covering both upstream and downstream bands 5...1218 MHz. Assembled in a SOIC8EP plastic package, this device offers noise figure of 2.8 dB and OPI3 of 44 dBm.

■ *Macom Technology Solutions, Inc.*
www.macom.com

4 GHz GaN on SiC Transistor Provides 10 W

RFMW, Ltd. announced design and sales support for Qorvo's QPD1010 GaN on SiC, 10 W transistor housed in a 3 x 3 mm plastic QFN and operational from DC to 4 GHz. Serving radar, mil comm, avionics, jammers and wideband amplifier applications, the QPD1010 offers a combination of high gain, high efficiency, low cost and small size making it an ideal unmatched transistor. Operating from bias voltages of 28 to 50 V, power added efficiencies are as high as 70%. Small signal gain is rated at 25 dB.

■ *RFMW, Ltd.*
www.rfmw.com

Power Module Boosts 5 GHz WiFi

RFMW, Ltd. announced design and sales support for an integrated power amplifier module from Qorvo. The RFPA5562 spans 4.9 to 5.925 GHz for 802.11a/n/ac Customer Premise Equipment (CPE), access points, enterprise routers, set-top-boxes, picocell and femtocell applications. With 33 dB of typical gain, the RFPA5562 offers high throughput across the power spectrum and best-in-class power added efficiencies. An integrated power detector enables next-gen power calibration while low power consumption (295 mA @ 5 V) provides better thermal management. Offered in a 4 x 4 mm QFN package.

■ *RFMW, Ltd.*
www.rfmw.com

Low Phase Noise Amplifiers from 1.5 to 18 GHz

Pasternack has released a new line of low phase noise amplifiers that incorporate GaAs HBT MMIC semiconductor technology to deliver ultra-low phase noise performance over a wide dynamic range. These amplifiers can be used to help optimize the sensitivity and dynamic range of higher performing test, radar and communication receiver designs where performance is dependent on how effectively the smallest and largest signal levels can be processed. Also, for systems that require amplification of weaker signals close to the noise floor, the low phase noise performance of these amplifiers can help reduce unwanted noise and distortion that can inhibit the quality of the transmitted signal. Typical applications include electronic warfare, microwave radio, VSAT, radar, space systems, test instrumentation and telecom infrastructure.

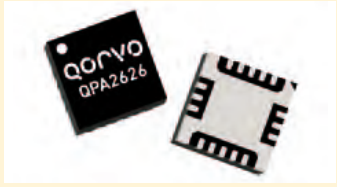
Pasternack's five new models of low phase noise amplifiers cover select frequency bands ranging from 1.5 to 18 GHz with residual phase noise levels as low as -180 dBc/Hz @ 10 kHz offset. Additional performance specs include small signal gain ranging from 9 to 14 dB, with typical noise figure of 5.5 dB. Psat levels for these amplifiers range from 16 to 25 dBm with Output IP3 levels as high as 34 dBm. All models feature single DC voltage supplies and input/output RF ports are internally matched for 50 ohms with DC blocking capacitors.

These compact module assemblies require no external components and are available in rugged Kovar metal drop-in packages that are gold-over-nickel-plated and support field replaceable SMA connectors. All models are EAR99 and guaranteed to meet MIL-STD-883 test conditions for hermeticity and temperature cycle.

Pasternack's low phase noise amplifiers are in-stock and ready for immediate shipment with no minimum order quantity.

■ *Pasternack*
www.pasternack.com

High Gain 20 GHz LNA



RFMW, Ltd. announced design and sales support for a plastic packaged Low Noise Amplifier. The Qorvo QPA2626 utilizes GaAs technology to achieve a noise figure of 1.3 dB for this 17 to 22 GHz LNA. Small signal gain is 25 dB while P1dB is 20 dBm. Drawing 90 mA from a 3.5 V bias supply, the QPA2626 is ideal for receiver applications in satellite and point to point communication systems.

■ *RFMW, Ltd.*
www.rfmw.com

2.6 GHz Transistor with 360 W Output

RFMW, Ltd. announced design and sales support for a high efficiency, high power transistor from Qorvo. The Qorvo QPD2795 GaN power transistor has a P3dB of 360 W for Band 7 and Band 41 wireless communications infrastructure and microcell designs in the 2.5 to 2.7 GHz frequency range. Offering typical drain efficiency of 72% and linear gain of 22 dB, the QPD2795 draws 700 mA from a 48 V supply. Qorvo packages this transistor in an eared, ceramic, air cavity package.

■ *RFMW, Ltd.*
www.rfmw.com

New Diplexers

RLC Electronics' Multiplexers are available in two, three or four channel versions. Adjacent passbands may be designed for a contiguous or non-contiguous response. For passband frequencies below 2 GHz, lumped element designs will often achieve the desired response in the smallest package. At higher frequencies (up to 40 GHz), distributed coaxial structures are employed to realize the lowest possible loss. RLC Electronics can supply Multiplexers for most applications, including commercial, telecommunications, and military specifications.

■ *RLC Electronics, Inc.*
www.rlcelectronics.com

Absorptive Bessel Filters to 30 GHz

RLC Electronics' 4th Order Absorptive Bessel Filters provide the excellent group delay response of Bessel filters while maintaining impedance matching far into the stop band. Resistive elements are designed into these filters, resulting in a response that closely mimics the classic Bessel in both amplitude and phase. These filters are used in digital systems where truthful reproduction of waveforms is important. These filters are now available with -3 dB cut off frequencies as high as 30 GHz. A surface mount configuration is available to 4 GHz.

■ *RLC Electronics, Inc.*
www.rlcelectronics.com

Automotive-grade Power Inductors Offer Superior Performance

Coilcraft's new SRT8045 Series of magnetically shielded power inductors offer superior performance and a smaller package than previous-generation products. Measuring just 8.0 x 8.4 x 4.5 mm, the highly cost-effective SRT8045 has saturation current ratings up to 17.4 amps and DC resistance as low as 7.7 mohms, allowing users to dramatically reduce inductor size while maintaining excellent performance.

SRT8045 Series inductors are offered in five inductance values ranging from 1.4 to 22 µH. They are qualified to AEC-Q200 Grade 1 standards (-40 to +125 °C ambient), making them suitable for automotive and other harsh-environment applications. They feature RoHS compliant, matte tin over nickel over phos bronze terminations and offer a maximum reflow temperature of 260 °C. COTS Plus tin-silver-copper and tin-lead terminations are also available.

■ *Coilcraft*
www.coilcraft.com

Wireless

Skyworks Releases 5G Technology Paper

Skyworks Solutions, Inc. released a new white paper, „5G in Perspective – A Pragmatic Guide to What's Next," providing the company's insights into the quickly evolving fifth generation (5G) global telecommunications standard.

Current state of LTE

The paper examines the current state of LTE networks, discusses ways it could evolve to deliver a 5G user experience, and identifies the tools and techniques required to support a 100x improvement in data throughput. Current projections suggest 5G data rates will approach 10 times the fastest 4G speeds of today. Leveraging its technology leadership and broad systems expertise, Skyworks, in partnership with customers and industry standards committees, is playing a critical role in defining next generation solutions to meet these requirements.

Available now

Skyworks' white paper, „5G in Perspective – A Pragmatic Guide to What's Next," is the first in a series to be released and is available now at www.skyworksinc.com/5G.

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

Products

New 30...520 MHz Tunable Bandpass Filter

Richardson RFPD, Inc. announced the availability and full design support capabilities for a new 30...520 MHz tunable bandpass filter and associated evaluation board from NewEdge Signal Solutions, Inc. The SAX239 offers an industry-leading combination of power handling (33 dBm) and DC power consumption (<100 mW) in a small form factor. The new device also features low insertion loss and fast-tuning across the band to 1 MHz resolution. The new device is designed for tactical communications applications and offers full environmental qualification, including vehicular (to MIL-STD-810G, Method 514.6) and jet fighter (to MIL-STD-810F, Method 514.5G).

An associated evaluation board includes the filter and the interface required to allow control from any PC.

■ *Richardson RFPD, Inc.*
www.richardsonrfpd.com

WiFi FEM Supports STB and CPE Designs

RFMW, Ltd. announced design and sales support for a 5 GHz front end module (FEM). The Qorvo RFFM4555 integrates a low noise amplifier (LNA) with a SPDT switch for 802.11a/n/ac applications in the 4.9 to 5.925 GHz frequency range. LNA gain is 13 dB and offers a bypass mode with 6 dB loss characteristics. Transmit to antenna path loss is only 0.6 dB. Applicable for customer premise equipment (CPE), set-top box (STB), access points, picocells and femtocells, the RFFM4555 can handle up to 33 dBm at the TX input. With a 1.5 x 1.5 mm footprint, this FEM minimizes PCB usage.

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

100 W Power Limiter with Adjustable Threshold

RFMW, Ltd. announced design and sales support for a 10 MHz to 6 GHz RF power limiter capable of handling 100 watts of pulsed input power. Peregrine Semiconductor's PE45361 is a monolithic structure 8 times

Smallest LTE Cat M1 Module for 4G LTE Network

The company u-blox announced the certification of its SARA-R404M module for Verizon's nationwide Category M1 (Cat M1) LTE network, which will support a broad range of industrial Internet of Things (IoT) applications. The SARA-R404M module is the smallest Cat M1 module available in the market today, measuring just 16 x 26 mm in an LGA form factor that is designed for easy integration and manufacturing.

The SARA-R404M LTE Cat M1 module will consume significantly less power than comparable 3G or 4G technologies and is optimized for long battery life of up to 10 years for some use cases, and offering an extended temperature range of -40 to +85 °C, reducing maintenance expenses and the total cost of device ownership. It also supports extended coverage in buildings and basement with a 15 dB coverage enhancement as compared to GSM. Further, critical firmware updates can be delivered via the u-blox uFOTA (firmware over the air) client server solution, which supports LWM2M – a light and compact protocol that is ideal for IoT applications.

LTE Cat M1 is part of the 3GPP Release 13 standard supporting low power wide area technologies in the licensed spectrum and specifically supports IoT applications with low to medium data throughput rates. It can support applications requiring longer battery lifetimes, low latency and mobility. The market potential for this new technology is extensive and will cover applications in many areas, such as the smart home, security systems, industrial monitoring and control, asset tracking, telematics, connected health, smart metering, and smart cities.

Thanks to u-blox nested design, migration between the SARA-R404M module and other u-blox 2G, 3G and 4G modules is easy, while enabling future-proof, seamless mechanical scalability across technologies.

■ *u-blox*
www.u-blox.com

Smallest Quad-band LTE Cat M1 Module for multiregional IoT

U-blox announced the world's smallest quad-band LTE Cat M1 module, the u-blox SARAR410M. By enabling remote devices to connect directly to 4G networks, the u-blox SARAR410M will aid the rollout of Internet of Things (IoT) and machine-to-machine (M2M) applications, from smart metering to connected healthcare, and from industrial control and monitoring to smart buildings and cities. The 16 x 26 mm form factor enables designers to keep device sizes to a minimum and is the same as u-blox' existing 2G and 3G modules. This means designers can easily migrate from earlier modules to take advantage of LTE Cat M1, without changing their circuit board designs.

Innovations included in the SARAR10M design allow customers to use a single hardware version globally. Depending on the installed software, SARAR410M broadens the market to multi-regions. Thanks to its quad-band support, this device reaches all of North America to include not only the USA and Canada but also Mexico (B2/B4/B5/B12), or can also service markets in South America, Australia and New Zealand (B3/B5/B8/B28).

Operators and customers can deliver future firmware updates over-the-air with u-blox's uFOTA client/server solution that uses LWM2M, a light and compact protocol that is ideal for IoT applications. This will enable them to continue using the same hardware for new band configurations, operator certifications, features and functionalities, which can be added to the module over time.

With IoT and M2M devices required to operate for long periods of time on a small battery, the u-blox SARAR410M includes powersave mode (PSM) and extended discontinuous reception (eDRX) that together deliver battery life of up to 10 years. And with manufacturing in ISO/TS 16949 certified production sites and an extended operating temperature range of -40 to +85 °C, it is ideal for industrial applications.

The module also boasts extended range, meaning it can operate within buildings or even basements. Its maximum coupling loss (MCL) of 155.7 dB is 15 dB better than GSM or LTE Cat 1.

■ *ublox*
www.u-blox.com

smaller than discrete, PIN-diode solutions and eliminates thermal hysteresis.

The adjustable input 1 dB compression point (limiting threshold) is set from 7 to 13 dBm via a low current control voltage (VCTRL), eliminating the need for external bias components such as DC blocking capacitors, RF choke inductors and bias resistors. Fast response time of <1 ns ensures instantaneous protection of sensitive components and rapid return to normal operation.

Highly flexible and highly linear, the PE45361 delivers simple, repeatable, and reliable receiver protection for demanding professional mobile/portable radios, T&M equipment and wireless infrastructure applications. Available in a 3 x 3 mm QFN package with improved (3 kV HBM) ESD ratings.

■ *RFMW, Ltd.*
www.rfmw.com

New Airfast RF LDMOS Wideband Transistor for Mobile Radio Applications

Richardson RFPD, Inc. announced the availability and full design support capabilities for a new RF power LDMOS transistor from NXP Semiconductors. The AFM906NT1 is designed for handheld two-way radio applications with frequencies from 136 to 941 MHz. The high gain, ruggedness and wideband performance of this device make it ideal for large-signal, common-source amplifier applications in handheld radio equipment. Additional key features of the AFM906NT1 include:

- Supply voltage (typ.): 7.5 V
- P1dB (typ.): 37.8 dBm
- P1dB (typ.): 6 W
- Output power (typ.): 6.8 W
- Power gain (typ.): 20.3 dB @ 520 MHz
- Efficiency (typ.): 70.8%

■ *Richardson RFPD, Inc.*
www.richardsonrfpd.com

5 GHz Amplifier Offers Low Noise

RFMW, Ltd. announced design and sales support for a 5 GHz, WiFi, low noise amplifier (LNA). The RFFM4527 offers noise figures as low as 1.2 dB for 802.11a/n/ac applications from 4.9 to 5.925 GHz. Featuring an integrated bypass mode, active gain is 16 dB and bypass loss is 6 dB. The RFFM4527 draws 15 mA from a 3.3 V supply and reduces system filtering requirements with an integrated 2.4 GHz filter providing 28 dB of rejection. The 6-pin, 1.6 x 1.6 mm package minimizes board space requirements in wireless routers and CPEs.

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

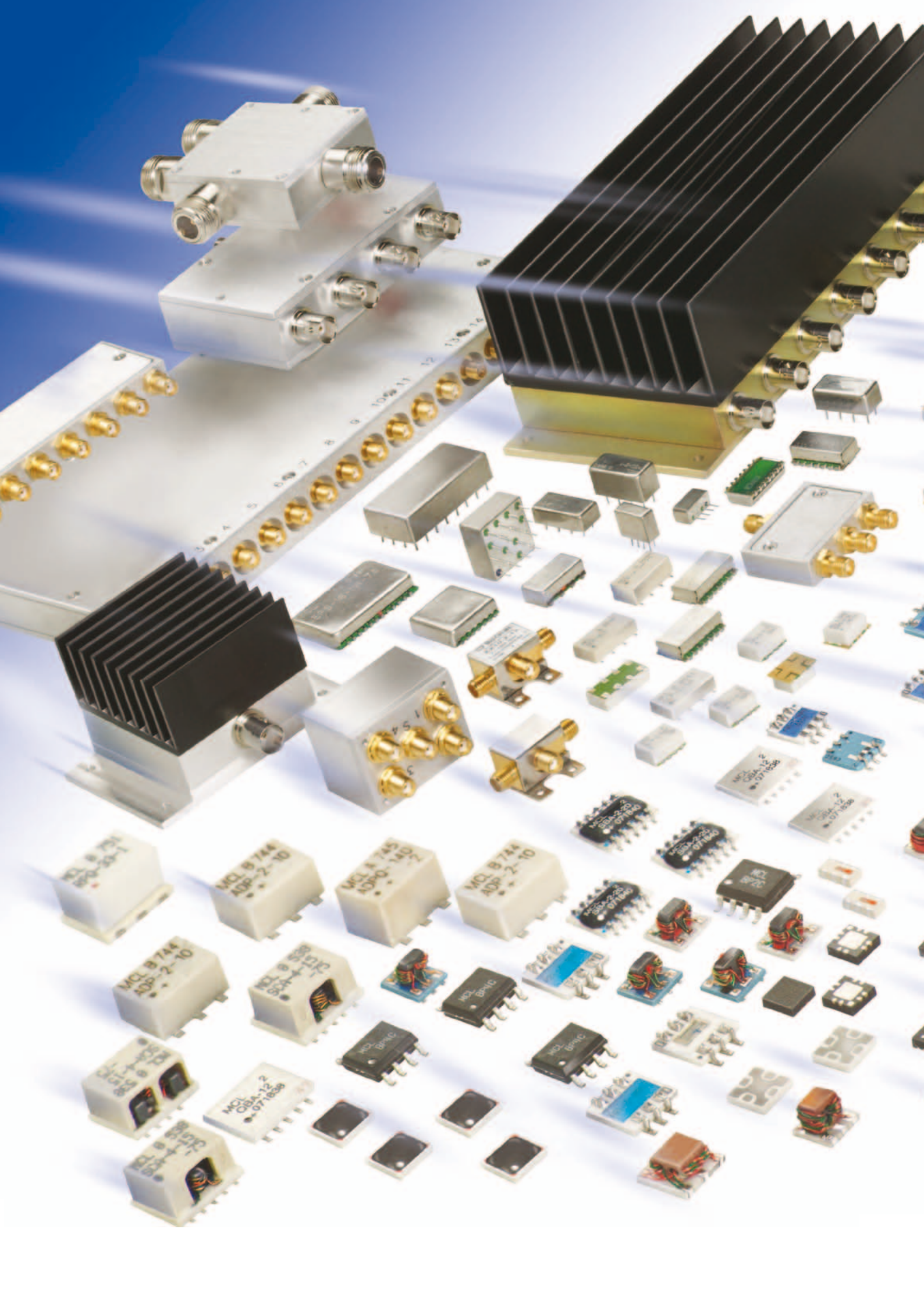
Software

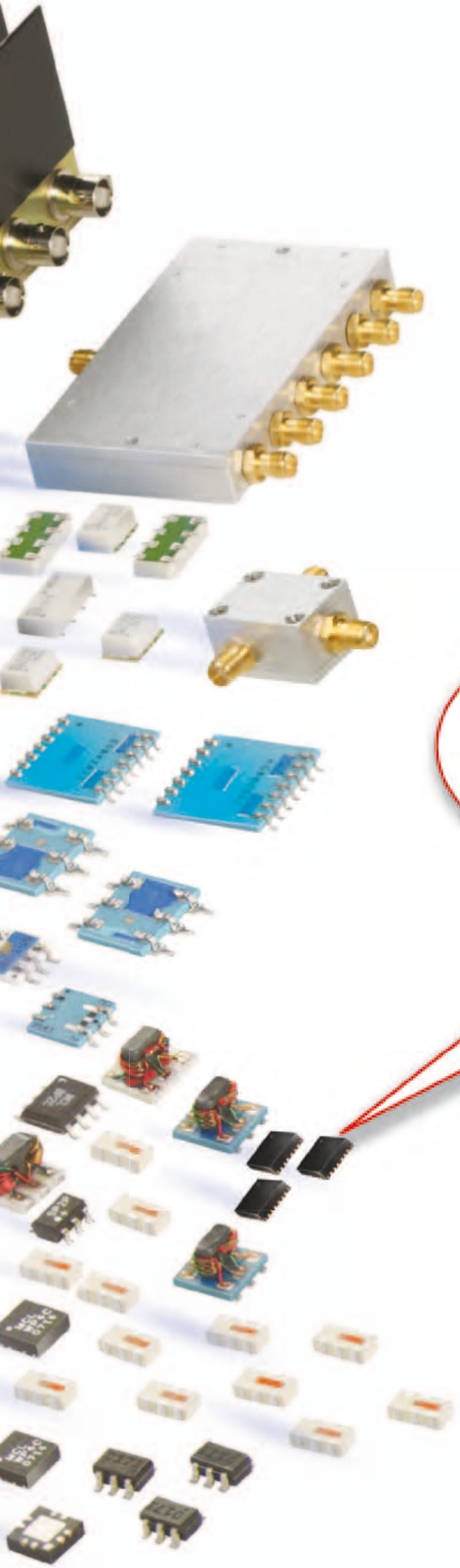
Automotive Dead Reckoning Firmware

The Company u-blox announced availability of its latest Automotive Dead Reckoning (ADR) firmware providing leading performance in navigation, Telematics, eCall and V2X applications for both OEM and after-market applications. Firmware ADR4.10 offers real-time, low latency positioning at up to 30 Hz using a combination of multi-GNSS, inertial sensor and vehicle speed data. This release also offers simplified installation, improved accuracy in the most urban environments and new messages for eCall.

ADR4.10 is available now to OEMs using u-blox M8030-Kx-DR professional and automotive grade chips. By the end of May 2017, it will also be available on NEO-M8L ADR modules, including the new automotive grade NEO-M8L-02A. The ADR products from u-blox are backed by specialist support at local and regional centers. For more information: www.u-blox.com/en/product/neo-m8l-series

■ *u-blox*
www.u-blox.com





POWER SPLITTERS/ COMBINERS

from **2 kHz to 40 GHz** as low as **89¢** ea. (qty. 1000)

Neu!

Höchste Bandbreite im Industriebereich mit einem einzigen Modell

EP2K1+ 2 to 26.5 GHz
EP2W1+ 0.5 to 9.5 GHz
EP2C+ 1.8 to 12.5 GHz

Die größte Auswahl für den Industriebereich
umfasst tausende von Modellen für 2 kHz bis 40 GHz mit HF-Leistungen bis zu 300 W in Gehäusen vom Koaxial-, Flatpack-, Surfacemount- oder Rackmount-Typ bei 50 oder 75 Ohm Systemimpedanz.

Die Design-Palette umfasst 2- bis 48-Weg-Ausführungen mit Phasenkonfigurationen für 0°, 90° oder 180°.
Mini-Circuits Power Splitter/Combiner bieten eine große Auswahl an Eigenschaften und Möglichkeiten, um alle Anforderungen zwischen ultrakleinen LTCC-Lösungen bis hin zu High-Power- und Low-Insertion-Loss-Applikationen optimal zu erfüllen.

Sie müssen schnell Ihr optimales Modell finden? Dann besuchen Sie www.minicircuits.com und nutzen Sie Yoni2!
Das ist unsere patentierte Suchmaschine, die Ihnen zielgenau aktuelle Testdaten, Spezifikationen und Applikationshinweise liefert, welche Ihren spezifischen Erfordernissen bestmöglich entsprechen! Hinzu kommen S-Parameter, PCB Layouts, Preislisten, Liefermöglichkeiten und alles, was Sie für eine schnelle Lösung Ihrer Applikationsaufgabe benötigen!

Alle Katalogmodelle sind kurzfristig lieferbar, also informieren Sie sich noch heute auf www.minicircuits.com!

RoHS Compliant
Product availability is listed on our website.

Mini-Circuits®

www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 448 rev T

DISTRIBUTORS

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

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

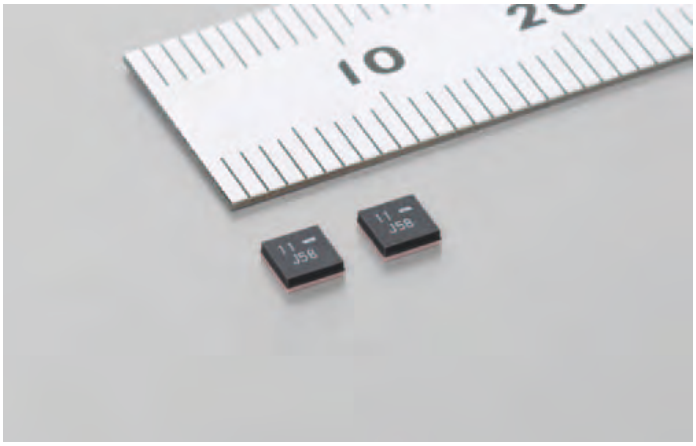
municom®
D-83278 Traunstein, Germany
Tel. 0049-861-16677-0 Fax 0049-861-16677-88
info@municom.de www.municom.de

Neue Website präsentiert HF-Verbindungstechnik

CompoTEKs langjähriger Partner Jyebao ist einer der führenden taiwanesischen Hersteller für HF-Verbinder, Kabel und Adapter. Im umfangreichen Sortiment, das nun auf einer ganz neuen Website präsentiert wird, finden Interessenten eine Auswahl von 800 verschiedenen Standard-Koaxial-Adaptern, mehr als 2000 Koaxial-Steckverbindern sowie koaxiale Kabelkonfektionen, passiven Komponenten und weiteren Komponenten für eine qualifizierte HF-Verbindungstechnik. Die Webseite hat den Namen http://my.works.tw/16C0222/.

■ *CompoTEK GmbH*
www.compotek.de

HF-Submodule für kompakte Mobilgeräte



Murata hat mit der Massenfertigung seiner HF-Submodule der Serie LMFE3NFB-Jxx für WiFi-Anwendungen begonnen. Dank des Einsatzes proprietärer Technologie enthalten die Submodule eine kleinere Frontend-Schaltung zur Einbindung der WiFi-Funktion. Dies ermöglicht eine Verkleinerung der von dem Bauteil benötigten Montagefläche und eine zahlenmäßige Reduzierung der Kontaktpunkte gegenüber Schaltungen, die eine diskrete Struktur nutzen.

WiFi gehört heute zur Standardausstattung von Smartphones. Für diese Funktion wird, neben dem bisher üblichen ISM-Band bei 2,4 GHz, zunehmend auch das 5-GHz-Band genutzt. Darüber hinaus haben sich auch die Übertragungsraten erhöht, da die neuesten Kommunikationsmethoden das räumliche Multiplexing nutzen. Zusätzlich wurde bereits mit Untersuchungen zur Nutzung einer 2x2-MIMO-Struktur bei Highend-Smartphones begonnen.

Nun gibt es allerdings Bedenken bezüglich der zunehmend komplexer werdenden Frontend-Schaltungen, der wachsenden Zahl von Kontaktstellen und des größeren Flächenbedarfs im Vergleich zu früheren Strukturen. Daher hat Murata seine proprietäre monolithische Keramik- und Halbleiterdesign-Technologie zur Realisierung eines HF-Submoduls verwendet, das die von der Frontend-Schaltung benötigten strukturellen Komponenten in sich vereint.

Hierdurch wird die benötigte Montagefläche deutlich reduziert, und auch die Zahl der Kontaktpunkte verringert sich gegenüber Schaltungen auf Basis der bisherigen diskreten Struktur. Zusätzlich bleibt mehr Platz für die Designs der Kunden, und nicht zuletzt wird ein Beitrag dazu geleistet, die Designressourcen effizienter zu nutzen und die Produktentwicklungs-Zyklen zu reduzieren.

Die für mobile Geräte wie etwa Smartphones und Tablet-PCs konzipierten Submodule messen nur maximal 3 x 3 x 0,9 mm. Sie sind WiFi-konform (2,4 und 5 GHz) und erfüllen die Norm IEEE 802.11a/b/g/n/ac. Sie enthalten die erforderlichen strukturellen Elemente wie z. B. PA, LNA, HF-Schalter, Filter, Duplexer und Koppler und sind außerdem kompatibel zum Dualband-Connectivity-Chipsatz Atheros WCN3990 von Qualcomm für WiFi und Bluetooth.

■ *Murata Europe, Ltd.*
www.murata.com

hf-Praxis

ISSN 1614-743X

Fachzeitschrift für HF- und Mikrowellentechnik

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

- **Redaktion:**
Dipl.-Ing. Reinhard Birchel (RB)
Ing. Frank Sichla (FS)
redaktion@beam-verlag.de

- **Anzeigen:**
Frank Wege
Tel.: 06421/9614-25
Fax: 06421/9614-23
frank.wege@beam-verlag.de

- **English Contact:**
Myrjam Weide
Fon.: +49-6421/9614-16
m.weide@beam-verlag.de

- **Erscheinungsweise:**
monatlich

- **Satz und Reproduktionen:**
beam-Verlag

- **Druck & Auslieferung:**
Brühlsche Universitätsdruckerei

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

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

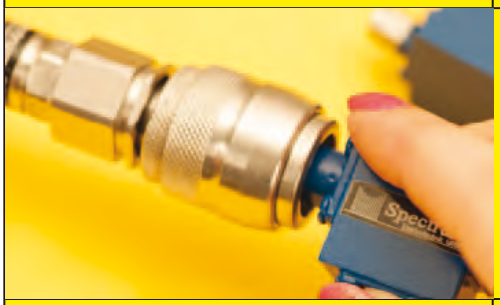
Dies berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten sind und von jedermann ohne Kennzeichnung verwendet werden dürfen.

Anleitung zur Handhabung der Schnellsteckverbindungen ("Push-On") der Serien N, TNC und 7/16. Sie koppeln in Sekunden an die Standardbuchse des gleichen Typs.

1. Verwandeln Sie ihr Standard-Kabel mit N-Stecker in ein "Push-On"-Kabel mit Hilfe des "Push-On"-Adapters.

2. Fassen Sie den Adapter fest am Rändel der Schiebemutter an.

3. Setzen Sie den Adapter auf die Buchse des Gegenstücks auf und bewegen Sie die Schiebemutter ganz nach vorne. Die Feststellmutter muss dabei gelöst sein.



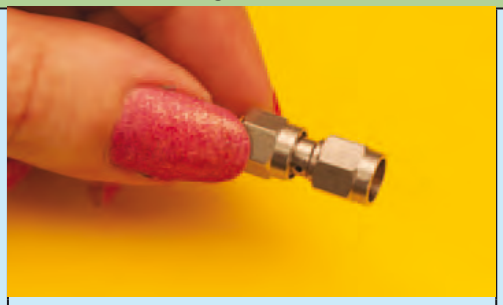
4. Lassen Sie die Schiebemutter zurückrutschen, sie verriegelt dann automatisch. Die Verbindung ist hergestellt, in Sekunden und sicher, und die Verbindung ist komplett verriegelt.

5. Zum Lösen der Verbindung bewegen Sie die Schiebemutter nach vorne. Um zu verhindern, dass die Mutter wieder zurückrutscht, setzen Sie Ihre Finger dabei auf der Feststellmutter auf.

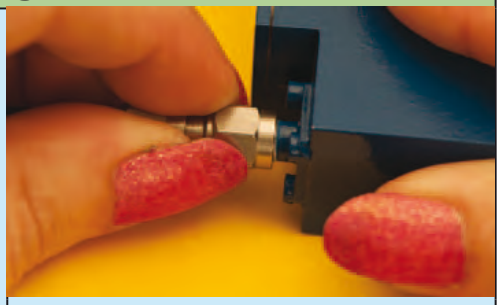
6. Sichergestellt durch Ihre Finger auf der Feststellmutter kann die Schiebemutter nicht zurückrutschen, und Sie können den Schnellstecker jetzt wieder abziehen.

Anleitung zur Handhabung der Schnellsteckverbindungen ("Push-On") SMA male und SMA female. Diese Schnellsteckverbindungen können mit jedem standardmäßigen SMA verbunden werden.

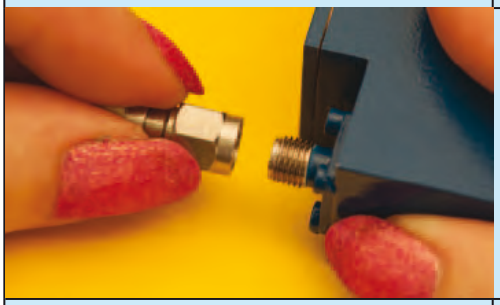
1. Verwandeln Sie ihr Standard-Kabel mit SMA Stecker in ein "Push-On"-Stecker-Kabel durch Aufschrauben des "Push-On-m"-Adapters.



2. Aus Ihrem Standard-Kabel ist jetzt ein SMA-Stecker-Schnellverbindungs-Kabel geworden.



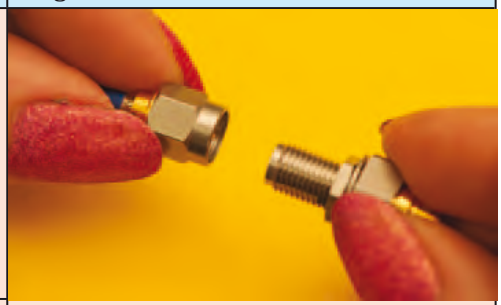
3. Stecken Sie den SMA Schnellstecker auf die standardmäßige SMA Buchse des Gegenstücks auf. Die Verbindung ist in Sekunden hergestellt.



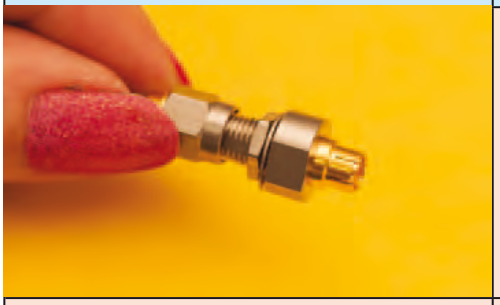
4. Um die Verbindung zu lösen, ziehen Sie den Schnellstecker einfach ab.

Spectrum
Elektrotechnik GmbH

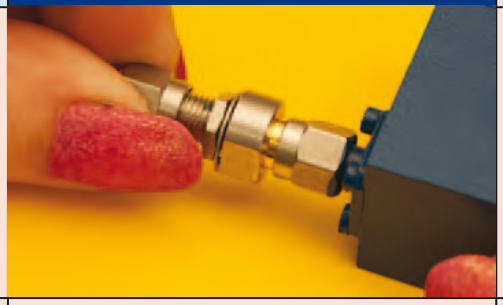
Unsere Kontaktdaten:
www.spectrum-et.com
Email: sales@spectrum-et.com
Tel.: +49-89-3548-040
Fax: +49-89-3548-0490



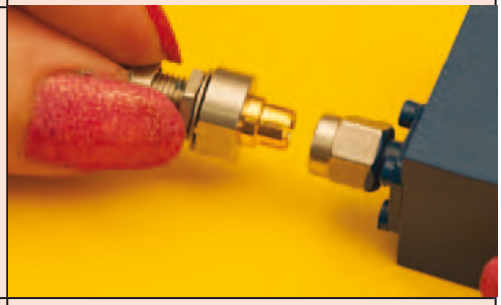
1. Verwandeln Sie ihr Standard-Kabel mit SMA Stecker in ein "Push-On"-Buchse-Kabel durch Aufschrauben des "Push-On-f"-Adapters.



2. Aus Ihrem Standard-Kabel ist jetzt ein SMA-Buchse-Schnellverbindungs-Kabel geworden.



3. Stecken Sie die SMA Schnellverbindungs-Buchse auf den standardmäßigen SMA Stecker des Gegenstücks auf. Die Verbindung ist in Sekunden hergestellt.



4. Um die Verbindung zu lösen, ziehen Sie die Schnellverbindungs-Buchse einfach ab.

Steckverbinder und Adapter der Spitzenklasse

- SMA, SSMA, 2.92 mm, 2.4 mm, N, TNC, Kabel-Konnektoren und Adapter
  Jetzt neu: 1.85 mm Konnektoren!
- von der Platinenanbindung bis zum Konnektordesign
- VSWR < 1.1:1 (Bestwert)
- UF Dichtigkeit < 100 dB (Bestwert)
- Austausch- und Ersetzbarkeit
- 100% Qualitätskontrolle inkl. Rückverfolgung
- von „COTS" bis Hi-Rel

Weitere Informationen erhalten Sie über →

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

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

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

GLOBES
ELEKTRONIK

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